

PODER LEGISLATIVO



PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO
ANTARTIDA E ISLAS DEL ATLANTICO SUR
REPUBLICA ARGENTINA

COMUNICACIONES OFICIALES

Nº 104

PERIODO LEGISLATIVO 2000

EXTRACTO CENTRO AUSTRAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (C.A.I.C.) NOTA Nº 227/00 HAYO RESPUESTA AL REQUERIMIENTO EFECTUADO MEDIANTE RESOLUCIÓN DE CÁMARA Nº 186/00 (SITUACIÓN DE LOS RECUERDOS CENTRALS Y CENTRACIÓN EN EL CANAL DE BEAGLE)

Entró en la Sesión de: _____

Girado a Comisión Nº _____

Orden del día Nº _____



Presidencia de la Nación

Secretaría para la Tecnología, la Ciencia y la Innovación Productiva

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

CENTRO AUSTRAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

FORMA 1000
1225
25.08.00
HOR: 16:00
FIRMA: *Cup*

Ushuaia, 25 de agosto de 2000

Sr. Vicegobernador y Presidente
del Poder Legislativo Provincial
C.P. Daniel O. Gallo

S _____ / _____ D

Ref. Solicitud de Nota N° 227/00

De mi consideración:

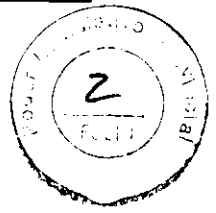
Tengo el agrado de dirigirme a usted en respuesta a su nota N° 227/00 solicitando información sobre diversos puntos relacionados con la situación de los recursos centolla y centollón en el Canal de Beagle.

Le adjunto a la presente el informe realizado por el Dr. Gustavo Lovrich, investigador del CADIC en el Laboratorio de Biología de Crustáceos, y el conjunto de la información publicada sobre el tema cuestión. El Dr. Lovrich estará ausente del Centro, por motivos de trabajo durante el mes de septiembre pero a su regreso puede personalmente aportar toda información adicional que considere necesaria.

Como usted apreciara, el Centro ha desarrollado y desarrolla una importante labor en temas de alto interés para la Provincia y en este caso, como en numerosos casos previos de solicitud de información de organismos provinciales, municipales y privados, la posibilidad de brindar respuesta a temas concretos constituye motivo de sano orgullo para el Centro. Le hago este comentario para que usted pueda evaluar mas acertadamente cuan injusta es la situación de incertidumbre sobre la continuidad del CONICET y de sus Centros Regionales como el CADIC, planteada sobre la base de argumentos falsos como que solo se produce conocimiento para afuera del país.

En la esperanza de poder seguir brindando respuestas concretas a problemas de la Provincia, hago propicia la oportunidad para saludar a usted con distinguida consideración.

Olivero
Dr. EDUARDO B. OLIVERO
Director
CADIC



Growth of immature false southern king crab, *Paralomis granulosa* (Anomura, Lithodidae), in the Beagle Channel, Argentina*

GUSTAVO A. LOVRICH and JULIO H. VINUESA

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC), CC 92, (9410) Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina.

SUMMARY: We studied the growth of the immature false southern king crab, *Paralomis granulosa* (10–57 mm carapace length, CL) from the Beagle Channel, Argentina during 1988–1991. Crabs were kept in laboratory tanks or in a pen submerged in the Beagle Channel. One hundred and thirty two moulting individuals were studied and neither tagging nor the place of captivity had a detectable effect on the growth of immature crabs. Also, no differences in growth between sexes were found. Increment at moult and its variability increased with premoult size. Growth factor, or percent increment, for healthy crabs was constant and was about 12.5% (SD=4.0%). Increment per moult and growth factor for crabs with injured limbs were significantly lower than those for healthy crabs. Moulting was clearly seasonal: 75% of the observed moults occurred during the late spring - early summer, i.e. November to January. Crabs < 40 mm CL were observed also to moult during winter. Males and females begin to moult annually 2 and 3 years before reaching gonadal maturity at 50.2 and 60.6 mm CL, respectively. Aided by our moult increment function for crabs that moulted in captivity, 14 moult instars were required to explain the size frequency distribution of crabs collected in the field. *Paralomis granulosa* takes about 8 years to growth from ca. 12 to 57 mm CL.

Key words: Lithodidae, immature growth, *Paralomis*, king crabs, Tierra del Fuego, Southwestern Atlantic.

RESUMEN: CRECIMIENTO DE LOS INMADUROS DE CENTOLLÓN, *PARALOMIS GRANULOSA* (ANOMURA, LITHODIDAE) EN EL CANAL BEAGLE, ARGENTINA. El crecimiento de los individuos inmaduros de centollón o falsa centolla, *Paralomis granulosa* (10–57 mm largo cefalotorácico, LC), fue estudiado en el Canal Beagle, Argentina, entre 1988 y 1991. Los ejemplares se mantuvieron en acuarios o en un vivero sumergido en el Canal Beagle. Se observaron 132 individuos mudando. En nuestra experiencia, la marcación de los ejemplares o el ambiente de captura no tuvieron efectos apreciables en el crecimiento de los cangrejos inmaduros. No se encontraron diferencias significativas en el crecimiento de los individuos entre ambos sexos. El incremento por muda y su variabilidad aumentaron con la talla. El factor de crecimiento o incremento porcentual por muda de los ejemplares sanos resultó constante, del 12.5% (DS=4.0%). El incremento por muda y el factor de crecimiento de los cangrejos con apéndices faltantes o en regeneración fue significativamente más bajo que el de los cangrejos sanos. La muda fue claramente estacional: el 75% de las mudas observadas ocurrieron durante el final de la primavera y el principio del verano, i.e. noviembre - enero. Los cangrejos < 40 mm LC mudaron también durante el invierno. Los machos y las hembras comenzarían a mudar anualmente 2 o 3 años respectivamente, antes de alcanzar la madurez gonadal. Mediante la función de incremento por muda calculada para los cangrejos que mudaron en cautividad, fueron necesarios 14 estadios de muda para explicar la distribución de frecuencias de tallas de los cangrejos colectados en el campo. *Paralomis granulosa* tarda aproximadamente 8 años para crecer de ca. 12 hasta 57 mm LC.

Palabras clave: Lithodidae, crecimiento en inmaduros, *Paralomis*, centollón, Tierra del Fuego, Atlántico Sudoccidental.

Received July 27, 1994. Accepted October 18, 1994.

INTRODUCTION

The false southern king crab or, in Spanish, centollón o falsa centolla, *Paralomis granulosa* (Jacquinot, 1847) is a lithodid crab found in the coastal waters off the southern tip of South America. *Paralomis granulosa* has supported a modest fishery for 15 years, but commercial interest for this species has recently increased following the decline in the landings of the southern king crab, *Lithodes santolla*. From 1976 to 1986, in the Magellan Strait and the Beagle Channel, landings of *P. granulosa* oscillated around 500 mt/yr. After 1987 landings increased to 2,000 mt/yr and the maximum of ca. 3,200 mt was attained in 1992 (SERNAP, 1993).

Knowledge of the growth and size at age for commercially important marine species is essential for the good management of fisheries. Growth in crustaceans is generally estimated by analyzing two components: moult increment (increase in size at time of moulting) and frequency of moulting (either the duration of the intermoult period or the timing of moulting). Growth in adult lithodids has been extensively studied (GRAY, 1963; POWELL, 1967; GEAGHAN, 1973; MCCAUGHAN and POWELL, 1977; VINUESA and LOMBARDO, 1982; BOSCHI *et al.*, 1984; KOENEMAN and BUCHANAN, 1985; OTTO and CUMMISKEY, 1990). By contrast, growth of immature lithodids is documented only for the most economically valuable species from both hemispheres: *Paralithodes camtschaticus* and *Lithodes santolla* (KURATA, 1961; WEBER, 1967; VINUESA *et al.*, 1990; DONALDSON *et al.*, 1992). No information on the growth of *Paralomis granulosa* is yet available.

In this paper we describe growth in immature *Paralomis granulosa* in the Beagle Channel, Argentina. We present growth per moult and moult frequency data obtained from captive animals and then we use these data to interpret size frequency data collected in the field.

MATERIALS AND METHODS

From 1988 to 1991, sampling for *Paralomis granulosa* ≥ 40 mm carapace length (CL) was carried out by SCUBA diving at 8–10 m depth in the Beagle Channel, Argentina (54° 10' S 68° 15' W). Although we sampled all year round, crabs were found only in winter (August). They occurred inside crevices or under rocks, in a habitat with abrupt cliffs surround-

ed by a kelp forest (*Macrocystis pyrifera*). We did not find crabs in or around the kelp beds, using either SCUBA or traps, in contrast to HOGGARTH'S (1993) observations in the Malvinas (Falkland) Islands (ca. 52° 00' S; 58° 30' W). Crabs 40 to 60 mm CL were obtained from the commercial trap fishery at 10 to 30 m depth. Although traps are designed to retain only crabs > 60 mm CL, smaller crabs are also retained when commercial traps are saturated.

Immediately after sampling, crabs were taken to the laboratory and were measured (CL and chela height) to the nearest 0.1 mm with a vernier caliper and, depending on their size, tagged. Each crab > 20 mm CL was marked with a modified, numbered, spaghetti tag. This tag is often inserted through the muscles that connect the median posterior portion of the cephalothorax to the first segment of the pleon, then tied. In our study, only the numbered portion of the tag (a vinyl tube of 2–3 cm length and 0.15 cm external diameter) was used. It was inserted with a nylon monofilament of ca. 0.3 mm diameter. The nylon monofilament was then tied around the cephalothoracic isthmus so that the numbered portion of the tag was placed posterior to the carapace. This modification was necessary because the original tags were too thick for tagging the smaller animals by tag insertion through the isthmus muscle. Moreover, the nylon monofilament did not prevent moulting. Some untagged crabs, ranging in size from 20 to 60 mm CL, were kept in the laboratory to evaluate the effects of tagging on growth.

All crabs < 40 mm CL were kept in 150 and 200 l tanks with bottom substrates of shale, pebbles, rocks, and shells. The tanks were placed in a controlled environment room where temperature (4.5 to 9°C), salinity (27 to 31 ‰) and photoperiod (18:6 to 6:18 h light:dark) were adjusted weekly to follow natural variations in the Beagle Channel. The tanks were subdivided by a plastic 1-cm mesh to reduce interactions among crabs. Depending upon the sizes of crabs, 10 to 15 individuals were placed in each 20x20x40-cm compartment. When signs of pre-moult occurred (swollen abdomen), crabs were transferred to smaller, individual compartments to allow moulting. Tanks were checked for moulting or dead individuals at least once daily and 2–3 times a day during the moulting period. Limpets, mussels and/or fish from Beagle Channel were provided as food, *ad libitum*, semi-weekly. Uneaten food was removed the day after feeding.



All crabs > 40 mm CL were kept in a 9.9 m³ pen, similar to that used by VINUESA *et al.* (1990), submerged at 6 m depth in the Beagle Channel. This pen was placed on four metal barrels to raise it above the sea bottom and thus prevent crabs from burrowing. Penned crabs were checked every 20 days by a SCUBA diver. Each time, crabs were enumerated and excess food, consisting of live mussels, limpets and/or frozen fish, was supplied. During the moulting period the pen was checked weekly, the crabs and exuviae were removed and measured, and the shell condition of the crabs was noted according to LOVRICH and VINUESA (1993). In both the laboratory and pen, post-moult measurements were determined for crabs only when the carapace had hardened.

In the Beagle Channel, males reach morphometric maturity at 57 mm CL and females reach gonadal maturity at 60.6 mm CL, as defined in LOVRICH and VINUESA (1993). Accordingly, all crabs ≤ 57 mm CL were judged as immature and kept for the growth study.

Growth was described using Hiatt functions (HIATT, 1948), size increment at moult and growth factor (percentage increase in size over premoult CL). Model I regression (SOKAL and ROHLF, 1981) was used to fit Hiatt models, as well as size at moulting or growth factor to premoult CL. Slopes and Y-intercepts were compared by analysis of variance (ANOVA) and analysis of covariance (ANCOVA), respectively. The test of independence was used to test the null hypothesis of equal frequencies of moulting among different categories of crabs.

Our estimate of the instar composition of size frequency data collected from the field was motivated by the method of SMITH and JAMIESON (1989). Their method jointly estimated molt increment data and size frequency data for the Dungeness crab (*Cancer magister*). This method assured that the instars extracted from the frequency data followed a growth pattern consistent with that described by the molt increment data. SMITH and JAMIESON (1989) used molt increment data to determine both the progression of the mean sizes and the progression of standard deviation (SDs) of instars in their frequency data.

We rejected the idea that our molt increment data could provide reliable information on the progression of instar SDs because a single *Paralomis granulosa* of a certain length could belong to one of several instars. Since several instars are probably represented in the calculation of the SD of an increment for a given carapace length, we suspected the

estimates of SDs obtained from our increment data would overestimate the SD of an increment for crabs all within the same instar.

Consequently, our analysis consisted of two steps. First, we estimated the relationship between growth increment and initial carapace length for healthy crabs (N=101, Figure 1A; Table 1) by regression analysis. However, for this analysis we allowed the SDs of an increment to increase linearly with initial carapace length (Figure 1A). This analysis provided us with estimates of the parameters a and b of

$$I_i = a + bCL_i$$

Once we obtained estimates for a and b we used these values in a size frequency analysis to control the progression of instar mean sizes. Thus, the progression of mean sizes of instars (U_i , $i=1, \dots, n$) in the size frequency analysis is described by

$$U_i = a + (1 + b)U_{i-1}$$

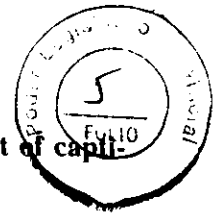
The SDs of instars (SD_i , $i=1, \dots, n$) in our size frequency data were assumed to increase linearly as a function of instar number according to

$$SD_i = c + dSD_{i-1}$$

One can interpret from these above two equations that two additional parameters representing U_1 and SD_1 are required to complete the growth model. In total, the size frequency model requires these 6 parameters (a, b, c, d, U_1 , and SD_1) plus the $n-1$ parameters required to define the values for the proportion of the size frequency distribution contributed by each instar. Except for the above differences, and the fact that we assumed that our sampled population was not significantly modified by knife-edged exploitation at a minimum size limit, our analysis uses the methodology of SMITH and JAMIESON (1989).

RESULTS

In the laboratory and in the pen 132 crabs were observed to moult: 101 were healthy crabs, i.e. without parasites or missing or regenerated limbs, while the remaining 31 crabs had missing or regenerated limbs. This latter group of crabs is hereafter referred to as injured crabs.



Effect of sex, tagging and environment of captivity on growth increments.

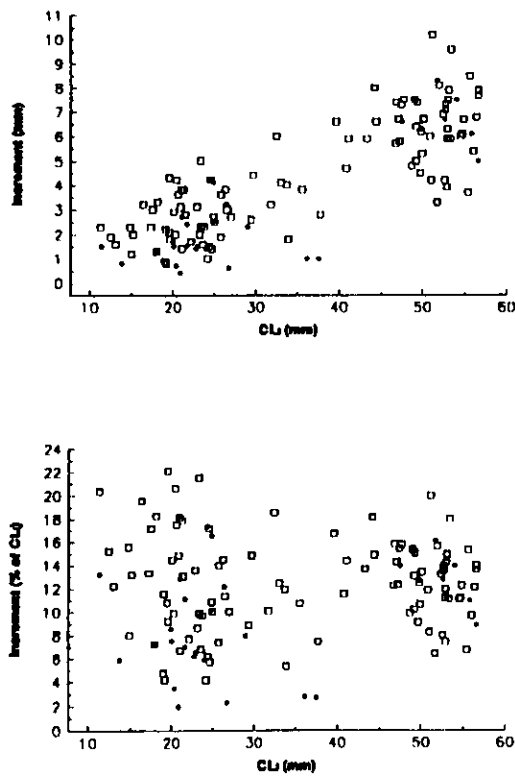


Fig. 1. – Scatterplots of size increment at moulting (A) and percentage of increment at moulting (B) on pre-moult carapace length (CL_i) for 101 healthy (□) and 31 limb-injured (●) *Paralomis granulosa*.

Hiatt functions were compared to evaluate the influence of tagging and environmental conditions on growth increment. Since the sample size for healthy crabs was not sufficiently large to perform an integrated test, i.e., to simultaneously check for effects of sex, environment and tagging, we used a 'step by step' analysis. Hiatt functions for untagged and laboratory-held males vs females were not significantly different (n=27; ANOVA: F=0.38; P=0.55; ANCOVA: F=0.41; P=0.53). Hiatt functions for laboratory-held, tagged vs untagged males and females were also not significantly different (n=67; ANOVA: F=0.01; P=0.92; ANCOVA: F=2.04; P=0.158). Finally, Hiatt functions for crabs in the pen vs crabs > 38 mm CL held in the laboratory, also did not differ significantly (n=49; ANOVA: F= 0.85 P=0.36; ANCOVA: F=3.1; P=0.09). Hence, we showed that sex, tagging or environment of captivity did not influence immature *P. granulosa* growth. Consequently we combined laboratory and pen data, and hereafter refer to all data as laboratory data (Table I).

Growth increment in healthy crabs

Increment at moult increased with crab size and varied from ca. 1 to 4.3 mm CL in crabs of

TABLE I. – Functions that describe growth in immature *Paralomis granulosa*. Crabs are categorized as healthy or injured (missing or regenerating limbs). CL_i: pre-moult carapace length; CL_{i+1}: post-moult carapace length; N: number of moulting animals; r²: coefficient of determination; F: F-statistic; P: probability that H₀ is true.

HEALTHY CRABS		N	r ²	F	P
Hiatt function	CL _{i+1} = -0.032 + 1.123 CL _i	101	0.99	16304.4	<0.001
Increment at moult	I = -0.032 + 0.123 CL _i	101	0.67	202.5	<0.001
Growth Factor	G = 12.71 - 0.006 CL _i	101	0.001	0.06	0.814
INJURED CRABS					
Hiatt function	CL _{i+1} = -0.27 + 1.10 CL _i	31	0.99	2618.6	<0.001
Hiatt Healthy vs. Injured				ANOVA 1.500	0.223
Adjusted CL _{i+1} Means				ANCOVA 11.998	0.001
				Healthy : 39.5 mm Injured : 38.4 mm	

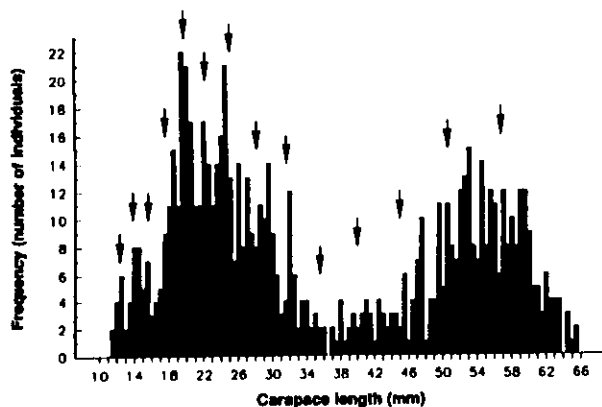


FIG. 2. – Size frequency distribution for 781 *Paralomis granulosa* in 0.5-mm size classes sampled between 1988 and 1991 in the Beagle Channel. Arrows indicate the means for each instar calculated by size-frequency analyses.

TABLE 2. – Estimated carapace lengths (CL, mm) of successive instars of *Paralomis granulosa* ranging from 10 to 57 mm CL. The values are derived from the size frequency analysis performed on the size frequency distribution for 781 crabs collected in the Beagle Channel between 1988 and 1991 (Figure 2).

Instar	Mean	SD
1	12.31	0.41
2	13.86	0.54
3	15.60	0.68
4	17.56	0.84
5	19.75	1.02
6	22.22	1.21
7	25.00	1.44
8	28.12	1.69
9	31.62	1.97
10	35.55	2.28
11	39.97	2.63
12	44.93	3.02
13	50.51	3.46
14	56.77	3.95

10–20 mm CL and from 3.3 to 10.2 mm in crabs > 50 mm CL (Figure 1A; Table 1). The growth factor varied between ca. 2 to 23% (Figure 1B) and was independent of premoult size ($r=0.08$; $N=101$; Table 1). The mean growth factor for the studied size range was of 12.5% (SD = 4.0%).

The size frequency distribution for 781 crabs sampled in the field showed two distinct modes (Figure 2), i.e. crabs ranging between 11.5 to 35 mm CL, and between 45 and 66 mm CL. Relatively low numbers of crabs between 35 and 45 mm CL were captured during the sampling. The size-frequency analysis performed on this size distribution required

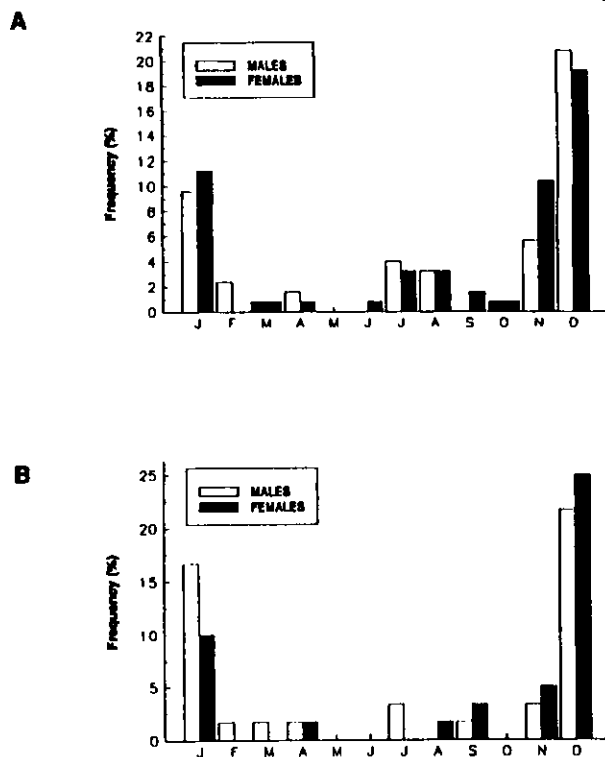


FIG. 3. – Frequency of occurrence of moulting for *Paralomis granulosa* kept in the laboratory and in the pen submerged in Beagle Channel. (A) 101 healthy individuals. (B) 31 individuals with missing limbs.

up to 14 instars for an adequate statistical fit to the data (Figure 2). Estimated means and SDs of instar sizes are shown in Table 2. The Kolmogorov-Smirnov test statistic for goodness of fit was 0.011 ($P<0.01$).

Moulting frequency in healthy crabs

Moulting in immature *Paralomis granulosa* was clearly seasonal (Figure 3A). The null hypothesis of equal frequency of moulting in each period of 4 months was rejected ($G_{adj} = 144.96$; 3 d.f.). More than 75% of the crabs moulted from November to January. There was no significant difference in moulting season between immature males and females ($G_{adj} = 0.446$; 5 d.f.; $P > 0.99$).

When sampling or visiting penned crabs, divers also collected exuviae and recently moulted crabs in the area. The abundance of these, as well as with the timing of the moulting of crabs in the laboratory, were used as indices of moulting activity (Figure 4). Most moulting occurred during November to January although some of the smaller crabs moulted also during winter. About 25% of crabs < 30 mm

7

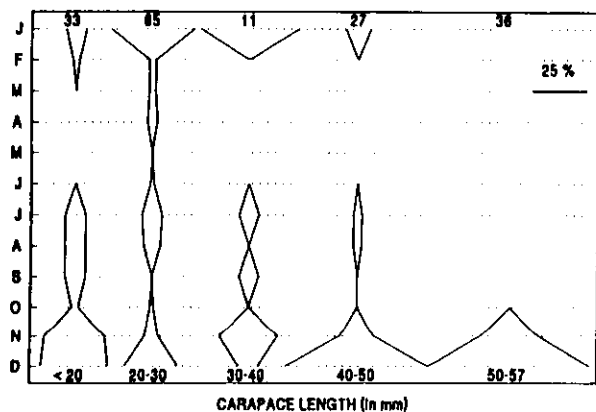


FIG. 4. – Monthly frequency of occurrence of moulting *Paralomis granulosa* expressed as the percentage of the total number of individuals in each size class during the year. The data include observations of moulting in the laboratory and in the pens, as well as recently molted individuals and exuviae sampled in the sea. Numbers at the top are the counts of individuals in each size class.

CL, ca. 18% of crabs 30–40 mm CL and less than 4% of crabs 40–50 mm CL, also moulted during the winter months of July and August. Crabs > 50 mm CL moulted exclusively during November to January.

Growth in injured crabs

Increment at moult and growth factor for injured crabs < 40 mm were more variable (CV: 59 and 56%, respectively) than those for injured crabs > 40 mm (CV: 15 and 18%, respectively; Figures 1A and 1B). The slope of the Hiatt function for injured crabs did not differ significantly from that of healthy crabs (Table 1). However, the Y-intercepts for the Hiatt function were significantly less for injured than for healthy crabs. The adjusted mean for premoult CL in injured crabs was 2.8% less than that of healthy crabs. The mean growth factor for injured crabs was independent of premoult CL ($r=0.14$; $N=31$). The mean growth factor was 9.06% (SD=4.7%) and significantly less than that of healthy crabs (t -test, $t=3.26$; $P<0.001$).

Moulting frequency for injured crabs followed the same seasonal pattern of that for healthy crabs (Figure 2B). In injured crabs, no significant difference was detected in moulting frequency between males and females ($G_{adj} = 0.102$; 5 d.f.; $P>0.99$) and between injured crabs and healthy crabs ($G_{adj} = 2.71$; 5 d.f.; $P=0.75$).

DISCUSSION

Missing or regenerated limbs reduced increments per moult in immature *Paralomis granulosa*. Moreover, we found that the difference in moult increments was more variable in crabs < 40 mm CL suggesting that it is energetically more costly for them to regenerate missing limbs. Regeneration implies that growth resources are diverted to regeneration of missing limb(s) and limb autotomy has been shown to reduce size increase at the moult in many brachyuran crabs (see SMITH, 1990 for references). The intermoult period may be affected in variable ways: it can be shortened or lengthened by loss of appendages, depending on the timing of the loss within the moult cycle (HARTNOLL, 1982) or there may be no effect on the moult frequency (ARY *et al.*, 1987). We did not detect any effect on intermoult period length. Limbs in *Paralithodes camtschaticus* can be fully regenerated in 4–7 moults (EDWARDS, 1972), i.e., limbs may be replaced within a year in immatures and within several years in adults. The same timing for regeneration may be expected in *P. granulosa*. Since small crabs moult twice a year, they would fully regenerate a limb in a shorter time than the large crabs that moult once a year (Figure 4).

We present here an approach that allowed us to compare growth in the laboratory and in nature. Although we had a limited number of crabs collected from the field ($N=781$), and the results of two sampling methods were combined, we were able to detect 14 modes in the size frequency distribution. By using our moult increment function for crabs that moulted in the laboratory to constrain the progression of modes in the size frequency distribution, 14 moult instars were required to explain this size distribution of *P. granulosa*. Moreover, no detectable effects on growth due to tagging or environment of captivity were found. This may be due to the non-injurious tagging method and the use of a pen in natural conditions. This allowed us to compare growth in the laboratory vs a more natural habitat. Therefore, our data suggest that growth in the laboratory may be representative of what occurs in nature.

We interpret the scarcity of crabs from 35 to 45 mm CL (Figure 2) to the change in the sampling method, from SCUBA (small crabs) to trapping (large crabs), rather than a natural bimodal size distribution observed in various species (see BOTSFORD *et al.* 1994). The sampling effort for small crabs

(<35 mm CL) was not the same as that for larger crabs (>45 mm CL). In the Malvinas (Falkland) Islands, HOGGARTH (1993) found that crabs 30–50 mm CL are relatively more abundant inside or at the edges of kelp beds. The absence of crabs of ca. 35–45 mm CL in our study and HOGGARTH's observations suggest that a shift in the use of the habitat occurs at these sizes.

The spatial distribution of crabs <35 mm CL limited the availability of samples to winter only. Thus, crabs in that size range were held captive for at least 8 weeks before moulting. This limitation did not allow us to evaluate the effect of confinement on crab growth as was suggested by TAKEUCHI (1960). However, we demonstrated that the growth of larger crabs kept in the pen (a more natural habitat) was not different from the growth of crabs of similar sizes from the laboratory.

Our results suggest that moulting frequency in *Paralomis granulosa* decreases with age. Crabs <40 mm CL moult twice a year, in late spring - early summer, and winter, whereas larger crabs, i.e. 40–57 mm CL, begin to moult once a year, in summer. After sexual maturity, the intermoult period lasts increasingly longer. In the Beagle Channel, mature females moult biennially (LOVRICH and VINUESA, 1993). In the Malvinas (Falkland) Islands and in the Beagle Channel, during the 2 or 3 years after morphometric maturity, males continue to moult annually (HOGGARTH, 1993; LOVRICH, personal observation). Thereafter, moulting may be less frequent and the intermoult period would last 2 or 3 years (HOGGARTH, 1993).

The omission of winter moulting in crabs >40 mm CL may be related to the development of sexual maturity. In the Beagle Channel, males reach gonadal maturity (defined as the presence of spermatophores in the vas deferens) at 50.2 mm CL (LOVRICH and VINUESA, 1993). Thus, moulting to instar 13 (50.5 ± 3.46 mm CL; Table 2) coincides with gonadal maturity. Gonadal maturity in females is attained at 60.6 mm CL (LOVRICH and VINUESA, 1993) which is similar with the size of instar 14 (56.77 ± 3.95 mm CL; Table 2). These observations suggest that the omission of winter moulting occurs first at instar 11, 2 and 3 years before attaining the gonadal maturity in males and females, respectively. In female *P. granulosa* the gametogenesis lasts at least 3 years (LOVRICH, 1991). Thus, in females, the omission of winter moulting 3 years before gonadal maturity coincides with ovarian development. In female *Lithodes santolla* the omission of winter

moulting one year before gonadal maturity was related to yolk accumulation in the oocytes (VINUESA *et al.*, 1991).

In males, we suggested that moulting to instar 13 (50.5 mm CL; Table 2) represents moulting to gonadal maturity and this may contradict our upper limit for immaturity, i.e. the size at morphometric maturity, 57 mm CL. However, we still consider reasonable the choice of this size as the upper limit of the immature phase for males for two reasons. First, in lithodid crabs, males copulate with females smaller than themselves (POWELL and NICKERSON, 1965 but see PAUL and PAUL, 1990). In *P. granulosa* size at gonadal maturity of the females is 60.6 mm CL and thus, mates should be larger. Second, the presence of spermatozooids does not insure that males are able to mate successfully. More information, such as size and maturity condition (either gonadal or morphometrical) of the males at mating should be obtained to precisely define the duration of the immature phase.

Our results suggest that the time required to growth from ca. 12 mm CL to ca. 57 mm CL is about 8 years. Moulting twice a year, once during summer and once during winter, crabs <40 mm take 5 years to grow from instar 1 to instar 11 (Figure 4; Table 2). Moulting once a year, gonadal maturity in females and morphometric maturity in males is attained 3 years later. The size of the first postlarval instar is unknown and crabs of <10 mm CL have not yet been found. Further effort must be devoted to study growth in the early crab stages to estimate age at maturity for this commercially valuable species.

We are aware that molt increment of ca. 12% in *Paralomis granulosa* is relatively small when compared to other lithodids. The percent increment in its sympatric *Lithodes santolla* for the 12 instars before maturity decreases from ca. 25% to 10% (VINUESA, *et al.*, 1990). Likewise, the percent increment in *Paralithodes camtschaticus* ranges between 23–27% (WEBER, 1968). We have suggested that *Paralomis granulosa* probably colonized the shallow waters of the Beagle Channel relatively recently and retained certain life history traits of its deep-water relatives (LOVRICH and VINUESA, 1993). Some deep-water crustaceans grow at slower rates than their shallow-water relatives, e.g. amphipods (*c.f.* INGRAM and HESSLER, 1987) or barnacles (LAMPITT, 1990). However, other deep-water species such as the brachyuran *Chaceon maritae* (MELVILLE-SMITH, 1989) or the mysid *Gnathophausia ingens* (CHILDRESS and PRICE, 1978) grow

at similar rates as their shallow-waters relatives. Since there is not a general rule on growth of deep-water versus shallow-water species (LAMPITT, 1990) we cannot assert whether growing at a slow rate is a feature of deep-water species that has been retained by *P. granulosa* in the colonization the shallow waters.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was partially supported by the CONICET (PID N° 3154700-88), by the American Museum of Natural History - Lerner Gray Memorial Fund for Marine Research and by a fund of the Concejo Deliberante de la Ciudad de Ushuaia. We are grateful to Rafael Pastorino for diving, and to Mar Frio S.A. and Pesquera del Beagle S.A for allowing us to sample aboard their boats. We thank Drs. B. Sainte-Marie and P. Ouellet for reviewing previous versions of the manuscript. Dr. Barry D. Smith provided helpful and patient advice in the appropriate application and computations of the size-frequency analysis, and assisted in revision of the manuscript.

REFERENCES

- ARY, R.D. Jr., C.K. BARTELL and M.A. POIRRIER. - 1987. The effects of chelotomy on moulting in the blue crab, *Callinectes sapidus*. *J. Shellfish Res.*, 6: 103-108.
- BOSCHI, E.E., D.A. BERTUCHE and J.G. WYNGAARD. - 1984. Estudio biológico pesquero de la centolla (*Lithodes antarcticus*) del Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. - *Contribución N° 441 INIDEP Mar del Plata*. Rep. Argentina, 72 pp.
- BOTSFORD, L.W., B.D. SMITH and J.F. QUINN. - 1994. Bimodality in size distributions: the red sea urchin *Strongylocentrotus franciscanus* as an example. *Ecol. Appl.*, 4(1): 42-50.
- CHILDRESS, J.J. and M.H. PRICE. - 1978. Growth rate of the bathypelagic crustacean *Gnatophausia ingens* (Mysidacea: Lophogastridae). I. Dimensional growth and population structure. *Mar. Biol.*, 50: 47-62.
- DONALDSON, W.E., S. BYERSDORFER, D. PENGILLY and S. FORREST BLAU. - 1992. Growth of red king crab, *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815), in artificial habitat collectors at Kodiak, Alaska. *J. Shellfish Res.*, 11(1): 85-89.
- EDWARDS, J.S. - 1972. Limb loss and regeneration in two crabs: The king crab *Paralithodes camtschaticus* and the Tanner crab *Chionoecetes bairdi*. *Acta Zool.*, 53:105-112.
- GEAGHAN, J. - 1973. Resultados de las investigaciones sobre la centolla *Lithodes antarctica* (Jacquinot) realizadas por el Instituto de Fomento Pesquero en la Provincia de Magallanes. *Publ. Inst. Fomento Pesq., Santiago*, 52: 70 pp.
- GRAY, G.W. - 1963. Growth of mature female king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius). *Inf. Leaflet N° 26, Alaska Dept. of Fish and Game*, 4pp.
- HARTNOLL, R.G. - 1982. Growth. In: D.E. BLISS (ed.): *The Biology of Crustacea*. Vol. 2: L.G. ABLE (ed.): *Embryology, morphology and Genetics*. pp. 111-196. Academic Press, New York.
- HIATT, T.W. - 1948. The biology of the lined shore crab, *Pachygrapsus crassipes* Randall. *Pac. Sci.*, 2: 135-213.
- HOGGARTH, D.D. 1993. - The life history of the lithodid crab, *Paralomis granulosa*, in the Falkland Islands. *ICES J. mar. Sci.*, 50: 405-424.
- INGRAM, C.L. and R.R. HESSLER. - 1987. Population biology of the deep-sea amphipod *Eurythenes gryllus*: inferences from instar analyses. *Deep-Sea Res.*, 34: 1889-1910.
- KOENEMAN, T.M. and D.V. BUCHANAN. - 1985. Growth of the golden king crab, *Lithodes acquispina*, in southeast Alaskan waters. In: B. MELTEFF (ed.) *Proceedings of the International king crab Symposium*, pp. 281-295. Alaska Sea Grant College Program Rep. AK-SG 85.
- KURATA, H. - 1961. Studies on the age and growth of Crustacea. *Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab.*, 24: 1-115.
- LAMPITT, R.S. - 1990. Directly measured rapid growth of a deep-sea barnacle. *Nature*, 345: 805-807.
- LOVRICH, G.A. 1991. - *Reproducción y crecimiento del centollón, Paralomis granulosa (Crustacea, Anomura, Lithodidae) en el Canal Beagle*. Tesis Doct., Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 160 pp.
- LOVRICH G.A. and J.H. VINUESA. - 1993. Reproductive biology of the false southern king crab, (*Paralomis granulosa*, Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina. *Fish. Bull. U.S.*, 91: 664-675.
- MELVILLE-SMITH, R. - 1989. A growth model for the deep-sea red crab (*Geryon maritae*) off South West Africa/Namibia (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, 56(3): 279-292.
- MCCAUGHIRAN, D.A. and G.C. POWELL. -1977. Growth model for Alaska king crab *Paralithodes camtschatica*. *J. Fish. Res. Board Can.*, 34: 984-995.
- OTTO, R.S. and P.A. CUMMISKEY. -1990. Growth of adult male blue crab (*Paralithodes platypus*). - In: B. MELTEFF (ed.): *Proceedings of the International Symposium on King and Tanner Crabs, Alaska*. pp. 245-257. Alaska Sea Grant College Program Rep. AK-SG 90-04.
- PAUL, J.M. and A.J. PAUL. -1990. Reproductive success of sublegal size male red king crab with access to multiple mates. In: B. MELTEFF (ed.) *Proceedings of the International Symposium on King and Tanner Crabs, Alaska*. pp. 37-50. Alaska Sea Grant College Program Rep. AK-SG 90-04.
- POWELL, G. -1967. Growth of king crabs in the vicinity of Kodiak Island, Alaska. - *Inf. Leaflet. Dept. Fish Game, Alaska*, 92, 106 pp.
- POWELL, G. and NICKERSON R. -1965. Reproduction of king crabs, *Paralithodes camtschatica* (Tilesius). *J. Fish. Res. Board Can.*, 22: 101-111.
- SERNAP, - 1993. *Estadísticas pesqueras*. Servicio Nacional de Pesca, Chile.
- SMITH, B.D. and G.S. JAMIESON. - 1989. Growth of male and female Dungeness crabs near Tofino, British Columbia. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 118:556-563.
- SMITH, D.L. -1990. Patterns of limb loss in the blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun, and the effects of autotomy on growth. *Bull. Mar. Sci.*, 46(1): 23-36.
- SOKAL, R.R. and F.J. ROHLF. -1981. *Biometry, the principles and practice of statistics in biological research*. W.H. Freeman & Co., N.Y., New York, 859 pp.
- TAKEUCHI, I. -1960. On the rearing experiment of young king crabs *Paralithodes camtschatica* in the eastern Bering Sea. Observations on moulting and growth. *Hokkaido Pref. Fish. Exp. St. Mo. Rpt.*, 17(2)45: 453-60.
- VINUESA J.H. and R. LOMBARDO. -1982. Observaciones sobre el crecimiento en la muda de hembras adultas de centolla *Lithodes antarcticus* Jacquinot. *Physis, sec "A"*, 40(99): 59-74.
- VINUESA, J.H., L.I. COMOGLIO and G.A. LOVRICH. -1990. Growth of immature southern king crab *Lithodes santolla* in the Beagle Channel. In: B. MELTEFF (ed.) *Proceedings of the International Symposium on King and Tanner Crabs, Alaska*. pp. 259-271. Alaska Sea Grant College Program Rep. AK-SG 90-04.
- VINUESA, J.H., G.A. LOVRICH and L.I. COMOGLIO. -1991. Maduración sexual y crecimiento de las hembras de centolla *Lithodes santolla* (Molina, 1782) en el Canal Beagle. *Biota* 7, in press.
- WEBER, D.D. -1967. Growth of the immature king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius). - *Bur. Comm. Fish. U.S. Fish. Wild. Serv. Washington DC*, 860: 21-53.

Scient. ed.: E. Naylor



Scientific Excellence • Resource Protection & Conservation • Benefits for Canadians
Excellence scientifique • Protection et conservation des ressources • Bénéfices aux Canadiens



The Development of Underutilized Invertebrate Fisheries in Eastern Canada

Workshop Proceedings
Moncton, New Brunswick
November 23-25 1993

Editors

Louise Gendron and Shawn Robinson

Fisheries Science Branch
Department of Fisheries and Oceans
Maurice Lamontagne Institute
P.O. Box 1000, 850, route de la Mer
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

1994

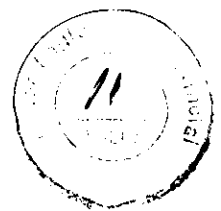
**Canadian Manuscript Report of Fisheries
and Aquatic Sciences 2247**



Fisheries
and Oceans

Pêches
et Océans

Canada



**Evolution of an Unmanaged Crab Resource in South America:
the False Southern King Crab *Paralomis granulosa***

Gustavo A. Lovrich

Department of Fisheries and Oceans
Maurice Lamontagne Institute
C.P. 1000, Mont-Joli, QC
G5H 3Z4

In southern South America, two lithodid species constitute a mixed crab trap fishery on both the Pacific and Atlantic coasts. The Chilean fishery is located on the Pacific coast, mainly in Magellan Strait, near Punta Arenas ($53^{\circ} 10' S$; $70^{\circ} 54' W$), whereas the Argentinean fishery is more restricted geographically, occurring mainly to the South of Tierra del Fuego, in the Beagle Channel, near Ushuaia ($54^{\circ} 50' S$; $68^{\circ} 15' W$). The fishery for the false southern king crab (FSKC, *Paralomis granulosa*) is the more recent of the two fisheries, having started in the late 1970s when landings of the southern king crab (*Lithodes santolla*) began to decline. The data for the FSKC fishery are few and discontinuous. Consequently, in Argentina, the regulations for the FSKC fishery were put in place based on *L. santolla* biology.

The biology of *Paralomis granulosa*

During October, the reproductive cycle begins with the courtship and mating between an old-shelled male and a recent molted female (Figure 1). The fecundation is external and the female keeps the embryos in her incubation chamber (space between the cephalothorax and the folded abdomen) between 18 to 22 mo. Fecundity varies between 800 to 8500 eggs, depending on female size. Larval hatching occurs mainly during winter (June to August), after almost two years since mating (Lovrich and Vinuesa 1993). For each individual, the whole larval development (through two zoeae and one megalopa stages) lasts approximately 40 days (Campodónico and Guzmán 1981). However, there is no information about the larval duration in the natural environment.

There is no information on growth from the first crab stage (of about 3 mm carapace length, CL) to the stage of 10 mm CL (figure 1). In the laboratory (conditions similar to those of the natural environment), growth is slow during the immature phase. The relatively smaller crabs (< 40 mm CL) moult twice a year: in winter and summer. Crabs > 40 mm CL moult only in summer. During the immature phase, percentage of growth per molt is constant and of 12.4 % (Lovrich 1991). If the same pattern of growth would occur in nature, gonadal maturity would be reached after 7-10 years.



In males, gonadal maturity (defined as presence of spermatozooids in the vasa deferentia) is reached at 50.2 mm CL and in females (defined as the presence of embryos in the abdomen) is reached at 60.6 mm CL (Figure 1). Morphometrical maturity (defined as the change in the allometric relationship between carapace and claw size) is reached at 57 mm CL in males and at 66.5 mm CL in females (Lovrich and Vinuesa 1993). Males attain morphometric maturity one molt after they have reached gonadal maturity. Male molting is supposed to be annual and probably biennial when males are older. However, there is no information about growth rates in mature crabs, thus the time required to attain legal size (80 mm CL) remains unknown. Moreover, at mating, crab size and maturity condition is unknown, thus it is difficult to evaluate the role of each category of crabs (gonadically or morphometrically mature, commercial) in the reproductive process and recruitment.

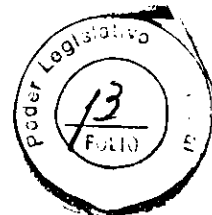
The fishery of *Paralomis granulosa*

From 1976 to 1986 total landings of FSKC by Argentina and Chile oscillated from 300 to 1,000 t/yr (Figure 2a). After 1986 landings increased to about 2,000 t/yr and reached a maximum of 3,500 t in 1991. Of the total landings, Chile has harvested about 91% and Argentina about 9%. Thus, the pattern of landings reflects mainly the Chilean fishery. In the Beagle Channel, Argentinean landings were rather stable between 1985 and 1991, at about 150t (Figure 2b). During the last four years of the Argentinean fishery only larger males were kept (Lovrich, unpublished data).

Despite having few data, we have enough information to present the Magellan Strait and the Beagle Channel fisheries as examples of a heavily exploited "managed" fishery and a lightly exploited "unmanaged" fishery, respectively. From the analysis of data presented by Campodónico et al. (1983) and Diaz and Alvarado (1986), the Magellan Strait fishery is characterized by: (1) a decrease in CPUE from ~9.5 kg/trap in 1979 to ~4 kg/trap in 1984-86 (Figure 3), (2) a decrease of ~60% in the biomass of legal sized-crabs from 1979 to 1983 (Figure 3), (3) a slight decrease in the mode of female size distributions from 68 mm carapace length (CL) in 1980 to 64 mm CL in 1982 (Figure 4), and (4) a decrease in the mode of male size distributions from 92 mm CL to 74 mm CL from 1979 to 1982 (Figure 4). In contrast, the Beagle Channel fishery is characterized by: (1) a lower CPUE that decreased from ~4 kg/trap in 1981 to ~2 kg/trap in 1983 and then remained almost constant (Figure 5), (2) a stable mode of female size distributions (Figure 6), and (3) a relatively stable mode in male size distributions (Figure 6).

How to regulate a fishery without enough fishery data ?

We know that heavy fishing rates can lead to important and undesirable changes in the FSKC population over a short time, as occurred in Magellan Strait as soon as the fishery started. With an apparently long generational time (~10 yr), and uncertainty about recruitment patterns and stock abundance in Beagle Channel, we suggest some management regulations based on



reproductive features. These regulations are designed to preserve the reproductive potential of the FSKC population in Beagle Channel until reliable fishery data can be acquired. These are:

- (1) prohibition against landing females,
- (2) setting a minimum size limit of 80 mm CL for males that will allow them to reproduce at least once,
- (3) establishing a legal fishing season from January to August, that avoids the periods when crabs are molting and reproducing and,
- (4) mandatory detailed fishing logs that allow a detailed following of the fishery.

We also suggest that management regulations should be frequently updated on the basis of the future biological studies and the fishery monitoring.

REFERENCES

- Campodónico I. and I. Guzmán. 1981. Larval development of *Paralomis granulosa* (Jacquinot) under laboratory conditions (Decapoda, Anomura, Lithodidae). *Crustaceana* 40: 272-285.
- Campodónico, I.M., M.B. Hernández and E. Riveros. 1983. Investigación, manejo y control de las pesquerías de centolla y centollón de la XIIª región. Informe consolidado: recurso centollón. *Inf. Inst. Patagonia* 25, 97 pp.
- Diaz, P. and S. Alvarado. 1986. Diagnóstico bio-pesquero del recurso centollón. Informe instituto de fomento pesquero, Chile. 46 pp.
- Lovrich, G.A. 1991. Reproducción y crecimiento del centollón, *Paralomis granulosa* (Crustacea, Anomura, Lithodidae) en el Canal Beagle. Doctorate thesis. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 160 pp.
- Lovrich, G.A. and J.H. Vinuesa. 1993. Reproductive biology of the false southern king crab (*Paralomis granulosa*, Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina. *Fish. Bull. U.S.* 91: 664-675.

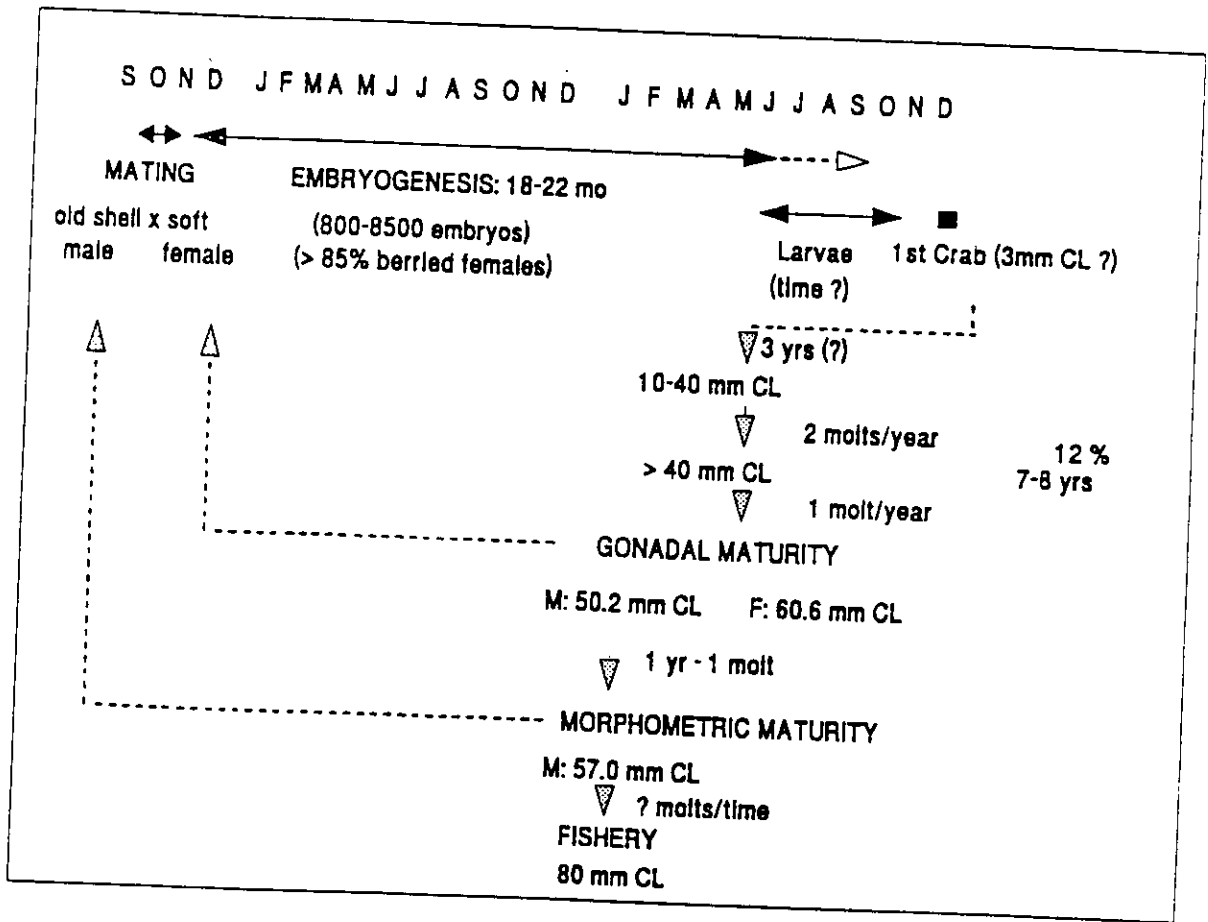


Figure 1. Main features of the life cycle of *Paralomis granulosa* in the Beagle Channel. The first line is a time scale in months. CL: carapace length. ? and dotted lines: unknown.

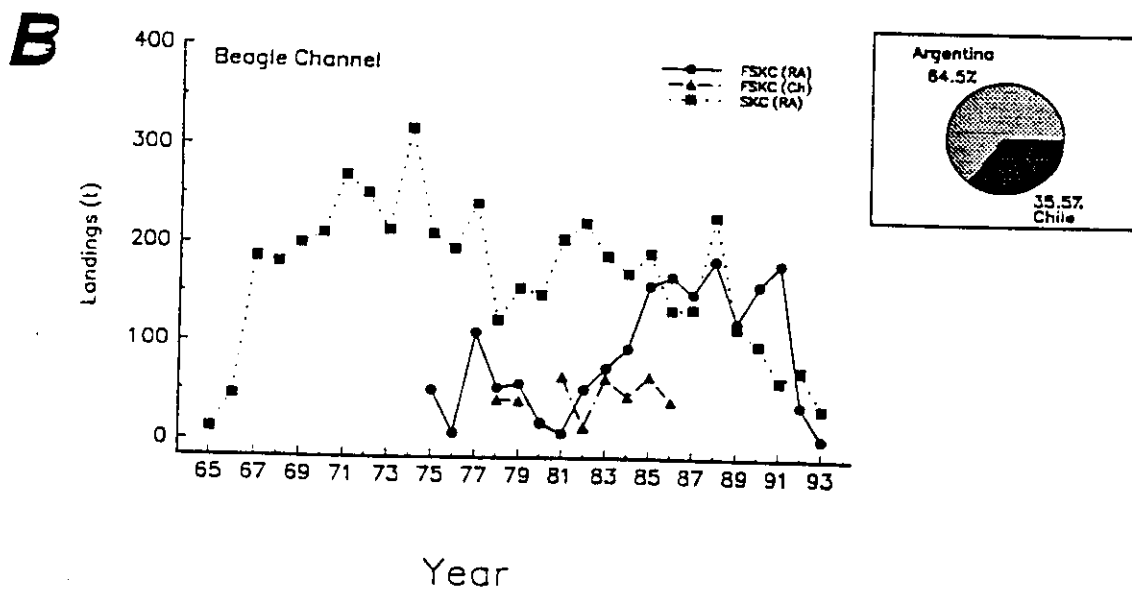
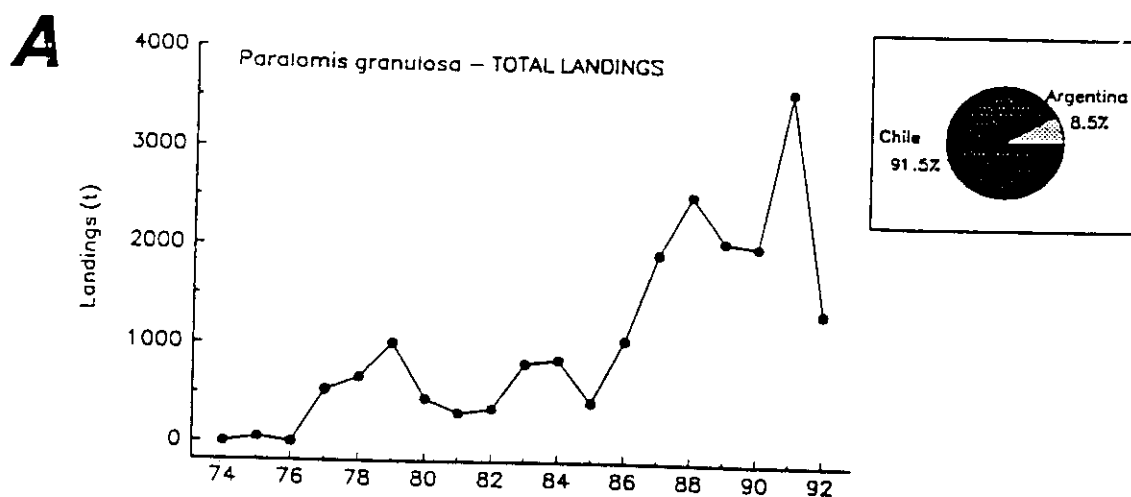
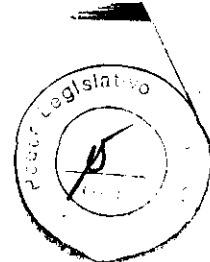


Figure 2. A) Total landings of *Paralomis granulosa* for Chile and Argentina. The pie-graph represents the proportions of the total landings that correspond to each country over the time period. B) Landings of *Paralomis granulosa* (FSKC) and *Lithodes santolla* (SKC) in the Beagle Channel, from the Argentinean fishery (RA) and of *P. granulosa* in the same area, from Chilean fishery (CH). The pie-graph represents the proportions of landings for each country for the period 1977-1986.

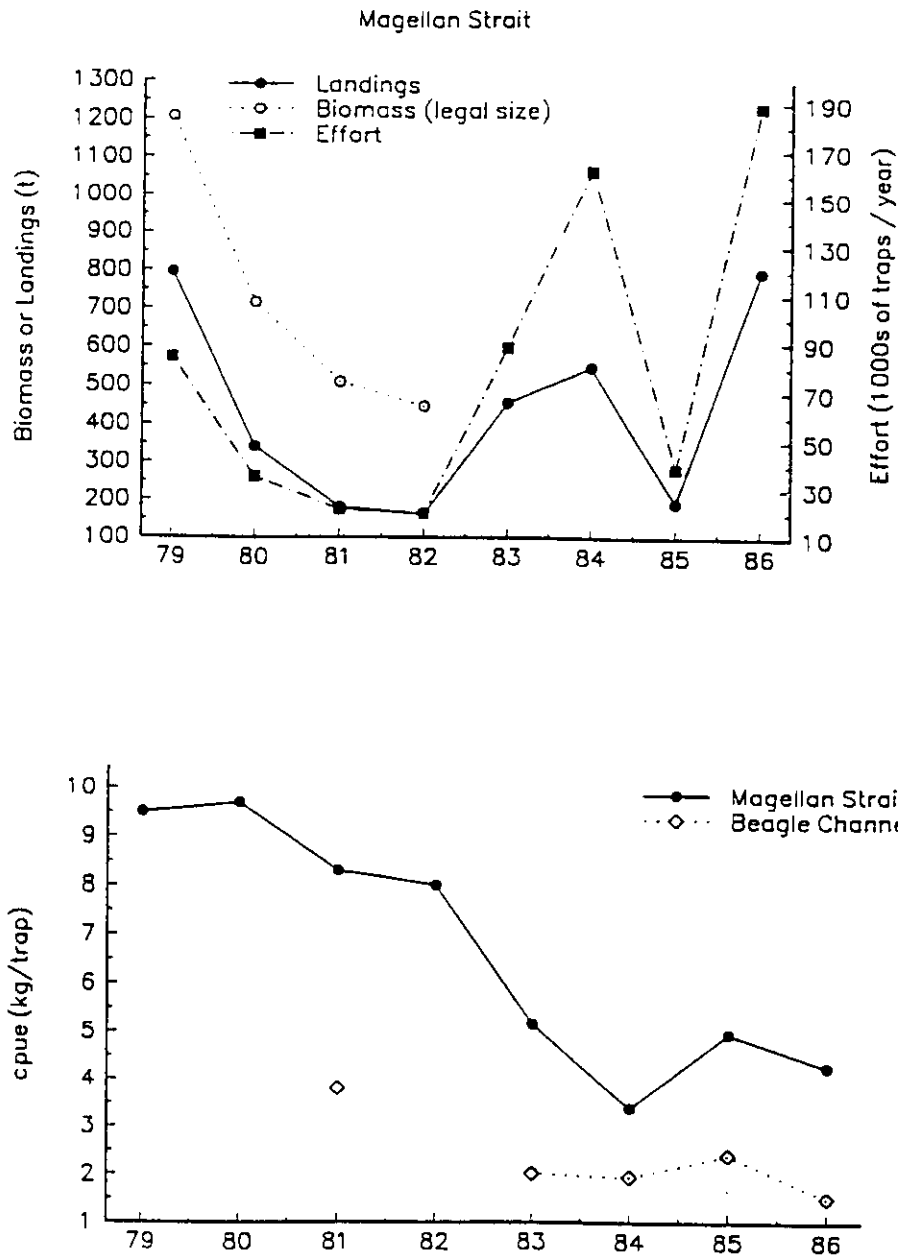
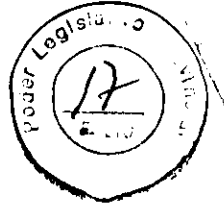


Figure 3. Landings, biomass of legal-sized crabs, total effort for the fishery of Magellan Strait (above) and catch per unit effort (CPUE) for both fisheries: Magellan Strait and Beagle Channel (below). Data are from Campodónico et al. (1983) and Diaz and Alvarado (1986).



Magellan Strait

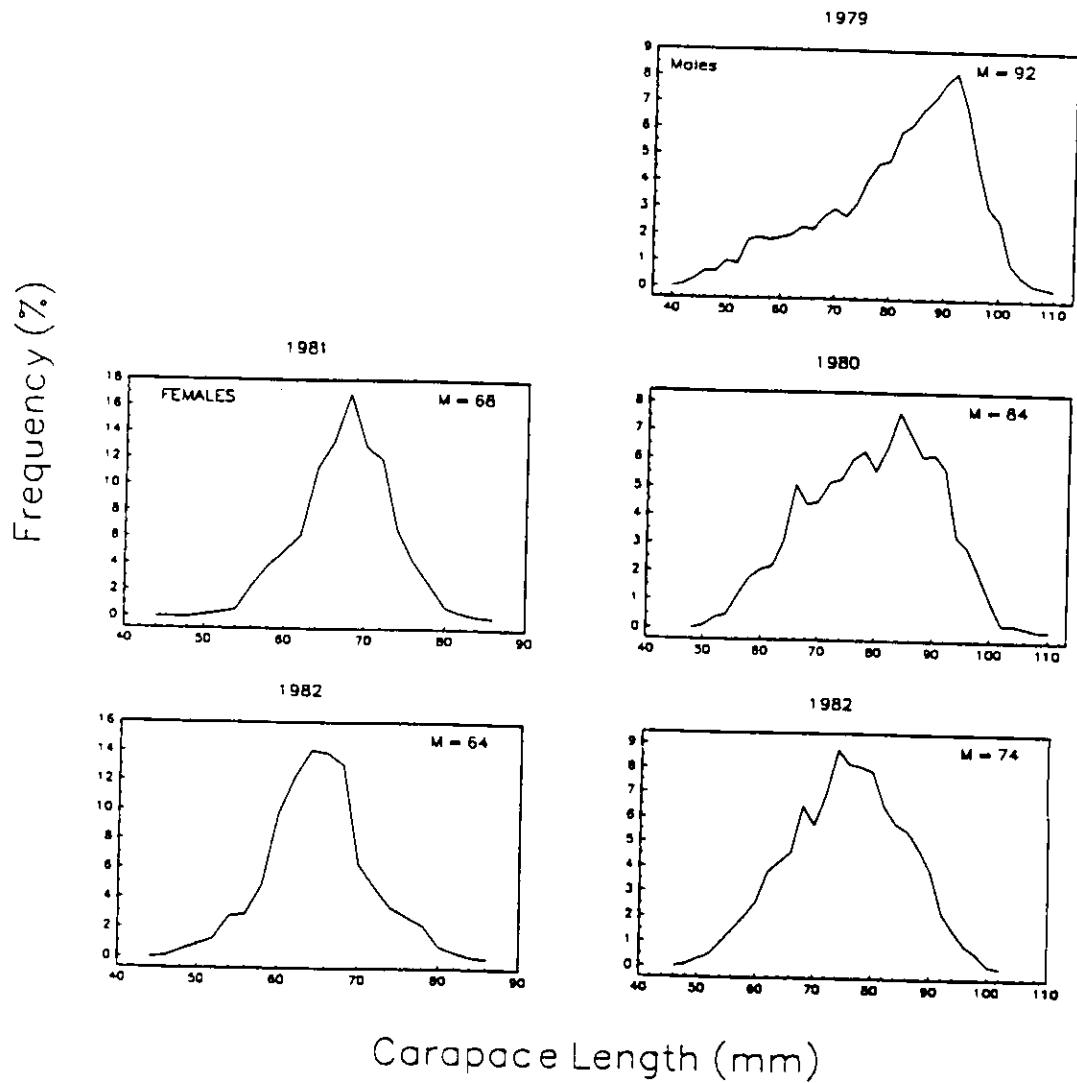


Figure 4. Population structure in Magellan Strait from trap surveys. The year of survey is indicated at the top of each figure. M: modal size. Data from Campodónico et al. (1983).

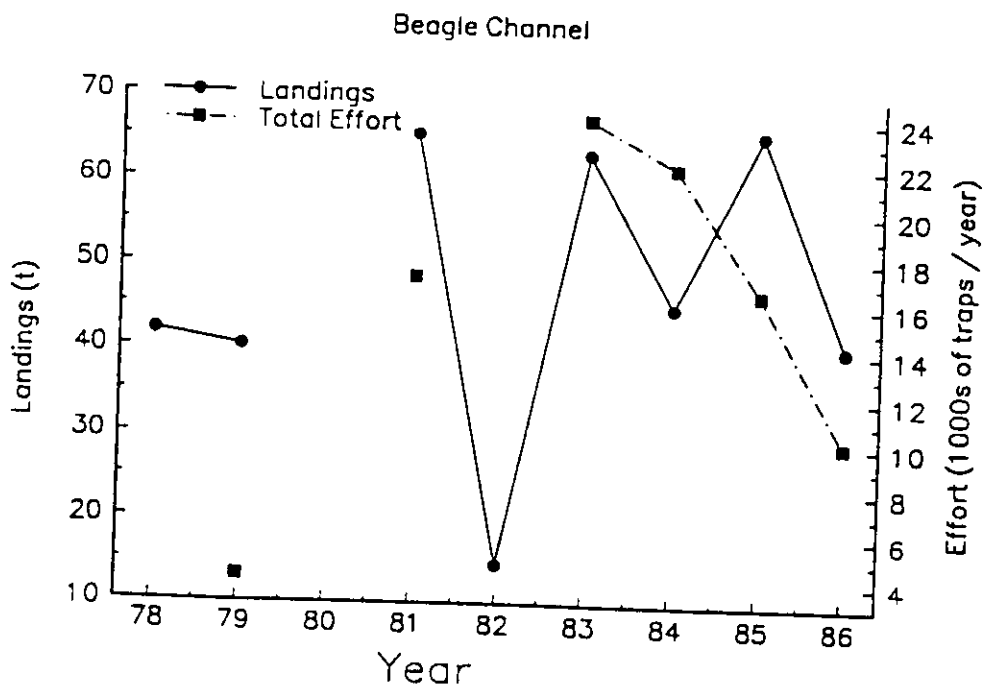
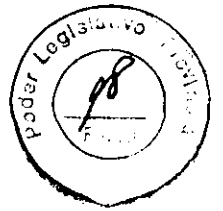
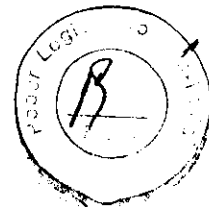


Figure 5. Landings and total effort for the fishery of Beagle Channel. Data from Campodónico et al. (1983) and Diaz and Alvarado (1986).



Beagle Channel

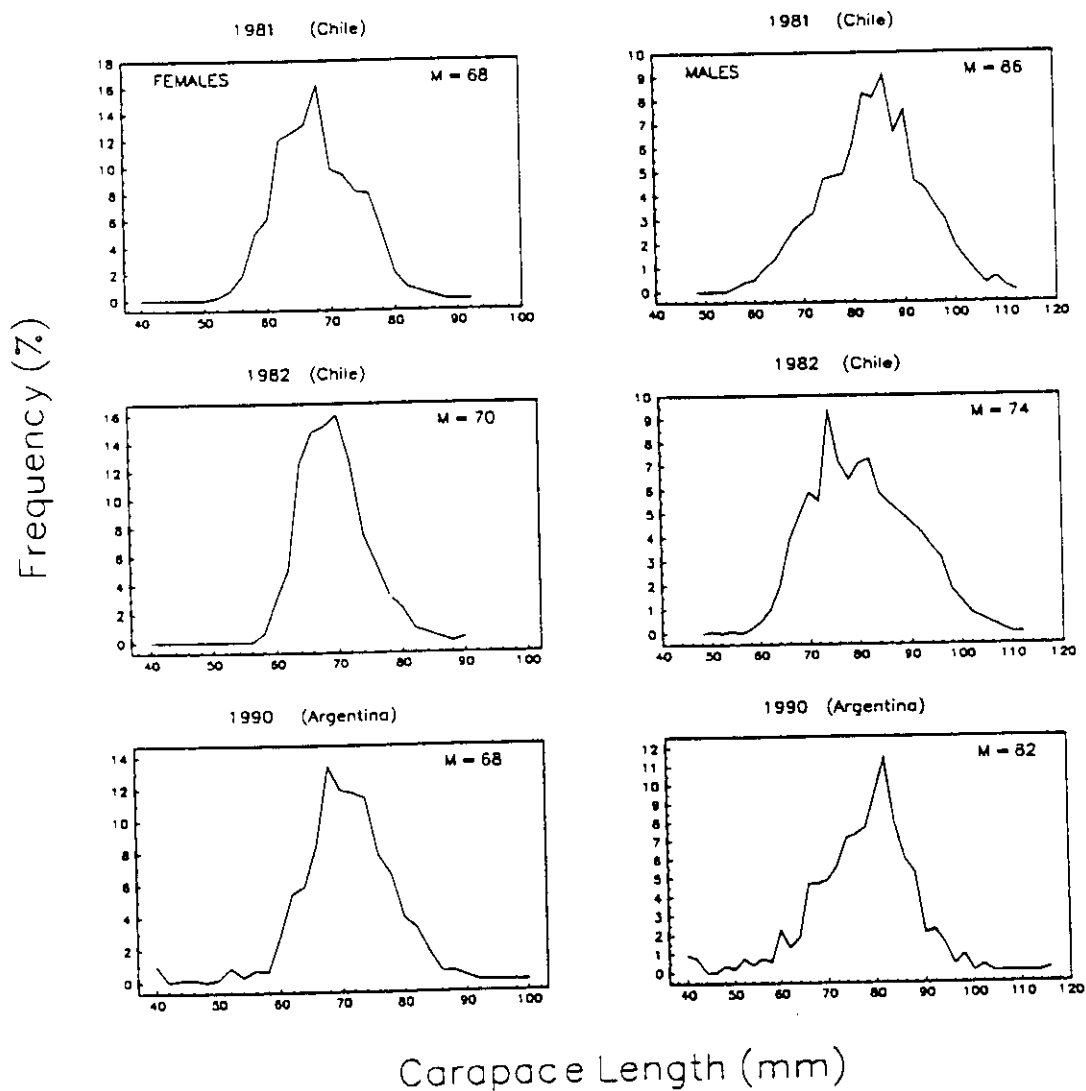


Figure 6.

Population structure in Beagle Channel from trap surveys. The year of survey is indicated at the top of each figure. M: modal size. Chilean data from Campodónico et al. (1983). Argentinean data from Lovrich (1991).



Reproductive Strategies of Two Lithodids in the Beagle Channel, Argentina: A Complementary Management Tool in a Changing Fishery

Gustavo A. Lovrich and Julio H. Vinuesa

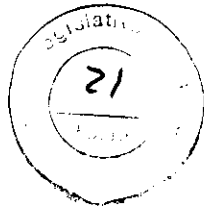
*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Centro Austral de Investigaciones Científicas
Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina*

Abstract

Two sympatric species occur simultaneously in the Argentinean fishery of the Beagle Channel: *Lithodes santolla* and *Paralomis granulosa*. The species differ markedly in their reproductive potential. The rate of replacement of new individuals to the population is higher in *Lithodes santolla* than in *P. granulosa* because the former grows to maturity faster and its fecundity is greater. Moreover, in male *P. granulosa* recruitment to the fishery is additionally delayed because males probably molt biennially before they enter the fishery. In the last 3 years, the scenario of the fishery changed. Currently, two types of fishers coexist in the area: "industrial" fishers, who have larger boats, more mobility, more traps to fish, and thus develop heavier fishing effort than "artisan" fishers. Moreover, conclusive data from the fishery are very difficult to obtain. Therefore, we suggest a complementary management tool for king crabs in the Beagle Channel based on the reproductive potential of each species, and on the fishing effort that each fraction of the fleet can develop. Industrial fishers should be encouraged to fish *L. santolla*, while artisan fishers should fish the less productive *P. granulosa*.

Introduction

In the Beagle Channel, southern South America, two sympatric species of lithodids occur in coastal waters: *Lithodes santolla* (Molina 1782) and *Paralomis granulosa* (Jacquinot 1847). They are known as southern



king crab or "centolla" and false southern king crab or "centollón," respectively. They are markedly different in their morphology. Maximum size of *L. santolla* is 190 mm carapace length (CL), and it has a maximum weight of 8-9 kg. By contrast, *P. granulosa* maximum size and weight are 110 mm CL and 1.5 kg respectively. Therefore, *L. santolla* has been commercially preferred because of its greater meat yield and higher quality. Consequently, its market value is three times that of *P. granulosa*.

Since the 1930s, the Argentinean fishery for king crabs has occurred almost exclusively in an area of the Beagle Channel near the city of Ushuaia. This is a mixed fishery, since frequently both species appear simultaneously in traps used for fishing. Until the late 1970s, the fishing was concentrated on *L. santolla* while *P. granulosa* was considered as by-catch and discarded. In the early 1980s, landings of *P. granulosa* began to increase as a response to declining captures of *L. santolla*. This is a modest fishery: so far, less than 10 small boats (10-15 m length) have fished jointly in the area. This scenario changed in the last 3 years: in 1992, smaller boats (5 m length) began to fish for king crabs and in 1994, attained 17% of the total landings of *L. santolla*. Landings of *L. santolla* and of *P. granulosa* have varied around 250 mt/yr and 150 mt/yr, respectively. Maximum landings of about 350 mt were attained in 1974 for *L. santolla* and in 1995 for *P. granulosa*.

In 1994, the area that had been fished for more than 6 decades was closed because of symptoms of over-exploitation of the stock. The density of *L. santolla* had decreased 80% since 1981, average sizes of males and females decreased significantly, and the proportion of ovigerous females was 35% (Wyngaard and Iorio 1996). Thus, the fishery has developed eastward, about 70 km away from Ushuaia. Unfortunately, fishery data are difficult to obtain, scarce for *L. santolla* and null for *P. granulosa*. Thus, it is difficult to predict when the fishery will recover, or to state precise rules to protect the stock. In this paper we suggest an alternative and complementary management tool for the fishery, strictly based on the reproductive strategies of both lithodid species and on the fishing effort of each fraction of the fleet.

Biology of Lithodids in the Beagle Channel

Biology of Lithodes santolla

In late November-early December, the reproductive cycle of *L. santolla* begins with female molting. The precopulatory embrace and mating occur between an oldshell male and a smaller female recently molted. In the population, mating pairs can be found during approximately one month. As in other lithodids, fertilization is external and occurs immediately after female oviposition. Eggs are carried by females and embryogenesis lasts approximately 9-10 months. Fecundity (number of eggs per brood) varies with female size, between 5,500 and 60,000 eggs



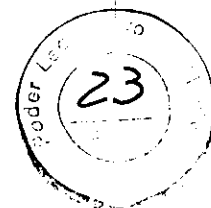
(Table 1). In some areas intensively harvested, females carry fewer eggs and total fecundity is reduced. Larval hatching occurs between mid-September and October, without significant annual variation. However, in other areas of the distribution of *L. santolla*, larval hatching is dependent on seawater temperature and varies considerably (Hernández 1985, Vinuesa 1985). Larvae pass through three zoeal and one glaucothoe stage, and metamorphose to the first benthic crab stage, which is about 3 mm CL.

During the first year, crab molt 6-7 times, during the second year, 4-5 times, and during the third year, 3 times. Crabs of 3 years old are about 50 mm CL. Thereafter, males molt twice a year until they reach morphometric maturity (defined as the change in the allometric relationship between carapace and claw size), i.e., at 5 years old, at 90-99 mm CL. In the fourth year, females begin ovary maturation and thus, to molt annually. Gonadal maturity (defined in males as the presence of spermatozoa in the testicles, and in females as the presence of embryos in the incubation chamber) is reached at 60-75 mm CL in males, and at 66-87 mm CL in females. In females, oogenesis lasts 24 months (Vinuesa and Labal, unpublished results). After gonadal maturity and after morphometric maturity, respectively, females and males continue to molt annually. Males enter the fishery at 110 mm CL and it is suspected that males > 150 mm CL molt biennially (Geaghan 1973).

Biology of Paralomis granulosa

During November, the reproductive cycle begins with courtship and mating, supposedly between an oldshell male and a recently molted female. Fertilization is external and the female keeps the embryos in her incubation chamber between 18 and 22 months (Table 1). Fecundity varies between 800 and 10,000 eggs, depending on female size. However, about 50% of the females > 80 mm CL do not carry eggs though their ovaries are well developed (Hoggarth 1993, Lovrich and Vinuesa 1993). Larval hatching occurs mainly during winter (June to August), almost two years after mating. For each individual, larval development (through zoeal and one megalopa stages) lasts approximately 40 days (Campodónico and Guzmán 1982). However, there is no information about larval duration in the natural environment. There is also no information on growth from the first crab stage (of about 3 mm CL) to the stage of about 10 mm CL. During the immature phase, growth is slow. The smaller crabs (< 40 mm CL) molt twice a year, in winter and summer, while crabs > 40 mm CL molt only in summer. During the immature phase, percentage of growth per molt is constant and of 12.4%. At this rate of growth, we suspect that gonadal maturity would be reached at about 10 yrs old.

Males attain gonadal maturity at 50.2 mm CL, and females at 60.6 mm CL (Table 1). Morphometric maturity is reached at 57 mm CL in



males and at 66.5 mm CL in females. By molting once after gonadal maturity, males attain morphometric maturity. Males enter the fishery attaining a commercial size of 80 mm CL. Male molting is assumed to be annual, and biennial when males are older (Hoggarth 1993, Lovrich personal observations). However, there is no information about growth rates in mature crabs; the time required to attain legal size remains unknown. Moreover, at mating, crab size and maturity condition is unknown; thus it is difficult to evaluate the role of each category of crabs (gonadal or morphometric maturity, commercial size) in the reproductive process and recruitment.

Discussion

For other crustaceans, the reproductive potential has been previously quantified in terms of fecundity, age at maturity, fishing mortality, proportion of females in each size class, and growth of individuals in a population (Campbell and Robinson 1983, Shields 1991). Evidently, both sympatric species of the Beagle Channel markedly differ in their reproductive potential, thus in the time of replacement of the final "product": crabs of commercial size. Data at hand provide evidence that reproductive potential of *P. granulosa* is constrained morphometrically. As in brachyurans, female body size of anomurans is the determinant of the reproductive output (Hines 1982, Jensen and Armstrong 1989, Lovrich 1991). For the two species, the volumes of developing oocytes in the ovary and extruded eggs are similar (Table 1). Hence, the body size constrains the volume of the ovary, and thus the number of eggs that a female can carry. Size range of mature females in *P. granulosa* is between 60 and 90 mm CL, and in *L. santolla* between 75 and 160 mm CL. This difference in size determines the number of eggs per brood. For example, female *L. santolla* and *P. granulosa* carry similar quantities of eggs, 5,300, at 78 mm CL (Vinuesa 1982, Lovrich and Vinuesa 1993).

Except for the number of zoeal stages, the other larval features are very similar in both species (Table 1). Larvae of both species are lecithotrophic with ability to feed at some time during development (Cologlio and Vinuesa 1991). Therefore, we assume that larval survival in the natural environment is similar in the two species, and does not cause major variations in recruitment to the benthic fraction of each population.

Due to very slow growth of the immature phase, the age at gonadal maturity, and thus the generational time of *P. granulosa*, duplicate those of *L. santolla*. Therefore, two generations of *L. santolla* pass through the fishery while only one of *P. granulosa* does. Slow growth of *P. granulosa* is evidenced also in mature phases. Females molt biennially and their gonadic development lasts about 3 years. Male *P. granulosa* begin to skip the annual molt before reaching commercial size at 75-80 mm CL, while male *L. santolla* smaller than legal size molt annually (Boschi et al.

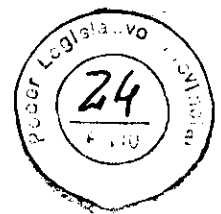


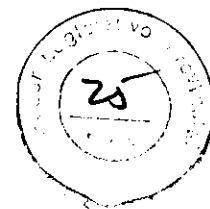
Table 1. Life-history traits of sympatric species *Lithodes santolla* and *Paralomis granulosa* in the Beagle Channel, Argentina.

Trait	<i>Lithodes santolla</i>	<i>Paralomis granulosa</i>
Mating frequency	Annual, December ¹	Biennial, November ²
Fecundity (eggs/female)	5,500-60,000 ^{3,4}	800-10,000 ²
Embryogenesis	9-10 mo. ⁵	18-22 mo. ²
Maximum egg size (diameter)	2.1 mm ⁵	1.9 mm ²
Zoeal size at hatching	2.0 mm CL ⁶	2.1 mm CL ⁷
Number of zoeal stages	3 ⁶	2 ⁷
Larval development	23-26 d ⁸	17-22 d ⁹
Larval hatching	September-October ¹	June-August ²
Age at gonadal maturity	5 yrs ^{10, 11}	9-10 yrs (?) ¹²
Size at gonadal maturity	75 mm CL ¹	50-60 mm CL ²
Duration of gametogenesis, female	2 yrs ¹	> 3 yrs. (?) ¹³
Duration of gametogenesis, male	60-90 d ¹	various/year (?) ¹³
Legal size	110 mm CL	80 mm CL

1. Vinuesa 1984; 2. Lovrich and Vinuesa 1993; 3. Vinuesa 1982; 4. Lovrich unpublished data; 5. Vinuesa 1987; 6. Campodónico 1971; 7. Campodónico and Guzmán 1981; 8-11. Vinuesa et al. 1985, 1989, 1991, 1990, respectively; 12. Lovrich and Vinuesa 1995; 13. Lovrich 1991. (?) indicates uncertain information. CL: carapace length.

1984, Lovrich unpublished data). This implies that in *P. granulosa*, recruitment to the fishery may be retarded by the molting frequency of adult males. Hence, in fishery terms, *P. granulosa* is much less productive than *L. santolla*. *Lithodes santolla* grows faster and has half the generational time of *P. granulosa*. Female *Lithodes santolla* reach a larger size and spawn annually. Therefore, overall fecundity of *L. santolla*, and thus the rate of replacement of new individuals to the population (if larval survival is similar) is higher than in *P. granulosa*.

Regulations to the fishery were put in place based on the biology of *L. santolla*. They were designed to preserve the reproductive potential of the species. These are: (1) exclusively male landing. (2) Minimum size limit of 110 mm CL for *L. santolla* and 80 mm CL for *P. granulosa* (the latter in force since 1993). (3) Fishing season between January and October (this effectively preserves the mating season of *L. santolla*). (4) Maximum of 1,000 traps in the zone near the city of Ushuaia. The fishery was characterized by frequent violations of the regulations. Moreover, violations of the first two rules made the fishery for *L. santolla* collapse



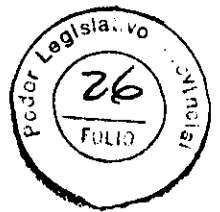
because of overfishing of the reproductive stock (Wyngaard and Iorio 1996). Consequently, in 1994 the area near Ushuaia was closed to fishing for both king crab species. However, for this area, there is no data which support that *P. granulosa* stock is overexploited. Detailed fishing logs have never been required, and will be difficult to obtain because of fishers' reluctance. Scientific surveys are scarce, discontinuous, and exclusive for *L. santolla* (Boschi et al. 1984, Bertuche et al. 1990). Therefore, the fishery does not have data that allow prediction of its evolution.

The scenario of the fishery in the Beagle Channel has changed in the last 3 years. Formerly, only medium-size boats (12-15 m length; crew of 3) fished in the area. They can manage about 120-150 traps/day and navigate 100 km off Ushuaia. Thus, they easily move out of the closed fishing area. Their owners are the fishing companies who also own the factories that process crab landings. This part of the fleet is called "industrial." In 1995, they concentrated their fishing effort on *P. granulosa* and reached a record of 350 mt landings. Three years ago, artisan fishers began to appear in the area near Ushuaia. They have smaller boats (5 m length; crew of 1) which can manage only 20-30 traps/day. Their movements are restricted to near the port, i.e., the closed fishing area, and thus their fishing is impeded.

Given the difficulty of obtaining conclusive data from the fishery, the difficulty of effectively controlling the regulations of the fishery, and the reproductive biology of the species we suggest a new, preventive and complementary tool of management for the fishery of the Beagle Channel. We suggest ruling the fishing based on the productivity of each species and to the fishing effort that each fraction of the fleet can develop. Industrial fishers, who can apply heavy fishing efforts and are more able to expand geographically, should be encouraged to fish for *L. santolla*, preferably in areas never exploited. As occurred so far, *Lithodes santolla* will probably support a heavier, but still modest, rate of fishing than *P. granulosa*. Artisan fishers, who are restricted to operate near the city, are less capable of managing several gear types, and thus less capable of applying a heavy fishing effort, should be encouraged to exploit *P. granulosa* at very low rates.

Acknowledgments

All our investigations concerning the species of the Beagle Channel were done with the support of the Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) via several grants to Julio H. Vinuesa, and with the collaboration of many people and institutions in Tierra del Fuego. Additional support by a reentry grant of the Fundación Antorchas, Argentina, to Gustavo A. Lovrich is acknowledged.



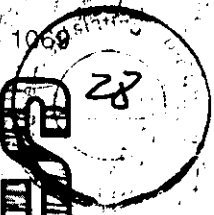
References

- Bertuche, D.A., J.G. Wyngaard, C.E. Fischbach, and E.E. Boschi. 1990. Population structural variation of the southern king crab, *Lithodes santolla*, of the Beagle Channel, Argentina, from 1975 to 1989. In: Proceedings of the International Symposium on King and Tanner Crabs. Univ. Alaska Sea Grant Rpt. 90-04, Fairbanks, pp. 411-426.
- Boschi, E.E., D.A. Bertuche, and J.G. Wyngaard. 1984. Estudio biológico pesquero de la centolla (*Lithodes antarcticus*) del Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. Contribución N-441 INIDEP Mar del Plata. Republica Argentina. 72 pp.
- Campbell, A., and D.G. Robinson. 1983. Reproductive potential of three American lobster (*Homarus americanus*) stocks in the Canadian Maritimes. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40:1958-1967.
- Campodónico, I. 1971. Desarrollo larval de la centolla *Lithodes antarcticus* Jacquinet, en condiciones de laboratorio (Crustacea, Decapoda, Anomura, Lithodidae). An. Inst. Pat., Punta Arenas (Chile) 2:181-190.
- Campodónico, I., and L. Guzmán. 1981. Larval development of *Paralomis granulosa* (Jacquinot) under laboratory conditions (Decapoda, Anomura, Lithodidae). Crustaceana 40 (3):272-285.
- Comoglio, L.I., and J.H. Vinuesa. 1991. Larval culture of southern king crab *Lithodes santolla* and false king crab *Paralomis granulosa* under laboratory conditions. In: P. Lavens, P. Sorgeloos, E. Jaspers, and F. Ollevier (eds.), European Aquaculture Society, Special Publication 15, Gent, Belgium, pp. 349-351.
- Hines, A.H. 1982. Allometric constraints and variables of reproductive effort in brachyuran crabs. Mar. Biol. 69:309-320.
- Hoggarth, D.D. 1993. The life history of the lithodid crab, *Paralomis granulosa*, in the Falkland Islands. ICES J. Mar. Sci. 50:405-424.
- Jensen, G.C., and D.A. Armstrong. 1989. Biennial reproductive cycle of blue king crab, *Paralithodes platypus*, at the Pribilof Islands, Alaska, and comparison to a congener, *P. camtschatica*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46(6):932-940.
- Geaghan. 1973. Resultados de las investigaciones sobre centolla *Lithodes antarcticus* (Jacquinot), realizadas por el Instituto de Fomento Pesquero en la provincia de Magallanes. Publicaciones del Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile, 52:1-70.
- Hernández, M.B. 1985. Southern king crab, *Lithodes antarcticus*, of the Magellan Region, Chile. In: Proceedings of the International King Crab Symposium. Univ. Alaska Sea Grant Report 85-12, Fairbanks, pp. 231-248.
- Lovrich, G.A. 1991. Reproducción y crecimiento del centollón, *Paralomis granulosa* (Crustacea, Anomura, Lithodidae), en el Canal Beagle. Doctoral thesis, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. 160 pp.

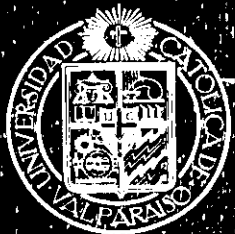


- Lovrich, G.A., and J.H. Vinuesa. 1993. Reproductive biology of the false southern king crab (*Paralomis granulosa* Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina. U.S. Fish. Bull. 91:664-675.
- Lovrich, G.A., and J.H. Vinuesa. 1995. Growth of juvenile false southern king crab *Paralomis granulosa* (Anomura, Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina. Scientia Marina 59(1):87-94.
- Shields, J.D. 1991. The reproductive ecology and fecundity of *Cancer* crabs. In: A. Wenner and A. Kuris (eds.), Crustacean egg production. A.A. Balkema, Rotterdam, pp. 193-213.
- Vinuesa, J.H. 1982. Biología de la reproducción y el desarrollo embrionario y larval de la centolla, *Lithodes antarcticus* Jacquinet, en el Canal Beagle, Tierra del Fuego. Doctoral thesis. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. 144 pp.
- Vinuesa, J.H. 1984. Sistema reproductor, ciclo y madurez gonadal de la centolla (*Lithodes antarcticus*) del Canal Beagle. Contribución N-441 INIDEP, pp. 75-95.
- Vinuesa, J.H. 1985. Differential aspects of the southern king crab (*Lithodes antarcticus*) in two latitudinally separated locations. In: Proceedings of the International King Crab Symposium. Univ. Alaska Sea Grant Report 85-12, Fairbanks, pp. 267-280.
- Vinuesa, J.H. 1987. Embryonary development of *Lithodes antarcticus* Jacquinet (Crustacea, Decapoda, Lithodidae) developmental stages, growth and mortality. Physis Secc. A, 45 (108):21-29.
- Vinuesa, J.H., L. Ferrari, and R.J. Lombardo. 1985. Effects of temperature and salinity on larval development of southern king crab (*Lithodes antarcticus*). Mar. Biol. 85(1):83-88.
- Vinuesa, J.H., G.A. Lovrich, and L.I. Comoglio. 1989. Temperature-salinity effects on the development of false southern king crab (*Paralomis granulosa*). Thalassas 7:51-56.
- Vinuesa, J.H., L.I. Comoglio, and G.A. Lovrich. 1990. Growth of immature southern king crab *Lithodes santolla* in the Beagle Channel. In: Proceedings of the International Symposium on King and Tanner Crabs. Univ. Alaska Sea Grant Rpt. 90-04, Fairbanks, pp. 259-271.
- Vinuesa, J.H., G.A. Lovrich, and L.I. Comoglio. 1991. Maduración sexual y crecimiento de las hembras de centolla *Lithodes santolla* (Molina, 1782) en el Canal Beagle. Biota 7:7-13.
- Wyngaard, J., and M.I. Iorio. 1996. Present state of the southern king crab (*Lithodes santolla*) fishery of the Beagle Channel, Argentina. In: High Latitude Crabs: Biology, Management, and Economics. Univ. Alaska Sea Grant Rpt. 96-02, Fairbanks (this volume).

ISSN 0716 - 1069



INVESTIGACIONES MARINAS



UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

VOLUMEN 25 - 1997

INVESTIGACIONES MARINAS
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

VOLUMEN 25

1997

EDITOR

Dr. Elceterio Yáñez R.
Universidad Católica de Valparaíso

EDITOR ALTERNO

Dr. Sergio Palma G.
Universidad Católica de Valparaíso

COMITE EDITOR

M.Sc. Patricio Arana E.
Universidad Católica de Valparaíso

Dr. Dagoberto Arcos R.
Instituto de Investigación Pesquera

Dra. María Angela Barbieri B.
Instituto de Fomento Pesquero

Dr. Patricio Bernal P.
Comisión Nacional del Medio Ambiente

Dr. Juan Carlos Castilla Z.
Pontificia Universidad Católica de Chile

Dr. Nelson M. Ehrhardt
Universidad de Miami, USA

Dr. Pierre Fréon
ORSTOM, Francia

Dr. Víctor Marín B.
Universidad de Chile

Dr. Germán Pequeño R.
Universidad Austral de Chile

Dr. Renato Quiñones B.
Universidad de Concepción

M.Sc. Nelson Silva S.
Universidad Católica de Valparaíso

Dr. Ingo Wehrtmann
Alfred Wegener Institut, Alemania

CORRESPONDENCIA, CANJE Y SUSCRIPCIONES

Centro de Documentación
Biblioteca Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso
Casilla 1020, Valparaíso, Chile
Fax: (56-32) 274206
Volumen anual nacional \$10.000.-
Volumen anual extranjero US\$40.00.-

PRODUCCION Y DISEÑO GRAFICO

Ediciones Universitarias de Valparaíso S.A.
Doce de Febrero 187 - Casilla 1415 - Valparaíso - Chile
Fax: (56-32) 273429



La pesquería mixta de las centollas *Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa* (Anomura: Lithodidae) en Tierra del Fuego, Argentina

Gustavo A. Lovrich

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Centro Austral de Investigaciones Científicas
Av. Malvinas e H. Yrigoyen, CC 92, 9410 Ushuaia
Tierra del Fuego, Argentina

RESUMEN: En el Canal Beagle (55°S; 66°W), los individuos de dos especies simpátricas de litódidos, la centolla *Lithodes santolla* y el centollón *Paralomis granulosa* aparecen frecuentemente juntos en las trampas y por ello su pesquería se denomina mixta. Las dos especies difieren en su potencial reproductivo y por tanto en la tasa de reposición de individuos a la población. *L. santolla* es de mayor tamaño (máximo 180 mm de largo de caparazón, Lc y hasta 6 kg de peso), tiene un tiempo generacional de 6 años, se reproduce en forma anual y las hembras producen entre 5.000 y 32.000 huevos por puesta. En cambio, *P. granulosa* es de menor tamaño (máximo 115 mm Lc y 1,5 kg de peso), con tiempo de generación de 12 años, se reproduce en forma bienal, y las hembras producen entre 800 y 10.000 huevos por puesta. Cerca de Ushuaia, donde históricamente se ha desarrollado la pesca de litódidos, la población de *L. santolla* fue sobre-explotada, principalmente debido a haberse extraído los animales más grandes encontrados en el momento, independientemente del sexo. Durante el período 1975-1994, las disminuciones de: los rendimientos por trampa, la talla media de los individuos capturados, la frecuencia de hembras ovígeras, y la proporción sexual constante durante 14 años de estudio evidencian la extracción de la población de todos los animales comercialmente aptos. Estas observaciones promovieron en 1994 el cierre de la pesquería de la centolla en esta área, a la espera de su recuperación a niveles comercial y biológicamente aptos. Además, se sugiere que las características poblacionales de *P. granulosa* no permitirían tasas de extracción muy elevadas, ya que su potencial de recuperación es bajo.

Palabras claves: crecimiento, reproducción, Atlántico sudoccidental, potencial reproductivo, productividad pesquera.

The mixed fishery for the king crabs *Lithodes santolla* and *Paralomis granulosa* (Anomura: Lithodidae) in Tierra del Fuego, Argentina

ABSTRACT: In the Beagle Channel, Argentina (55°S; 66°W) the individuals of two sympatric species of lithodids occur simultaneously in commercial traps: the southern king crab, *Lithodes santolla* and the false southern king crab, *Paralomis granulosa*. Hence, this is a mixed fishery. Both species differ markedly in their reproductive potential and therefore, if overexploited, time for stock rebuilding also differs between the species. *L. santolla* is large (maximum size of 180 mm carapace length, Cl, and 6 kg weight), has a generation time of 6 y, the reproductive cycle is annual and females carry between 5,000-32,000 eggs per female per clutch. *P. granulosa* is smaller than its cogener (maximum 115 mm Cl and 1.5 kg weight), has a generation time of 12 y, the reproductive cycle is biennial and females carry between 800-10,000 eggs per female per clutch. In the Beagle Channel near the city of Ushuaia, *L. santolla* population was over-exploited, mainly due to the extraction of larger animals, irrespective of the sex. In the period 1975-1994, the decrease of: the yield per trap, the average mean size of trapped individuals, the frequency of ovigerous females, and the constant sex-ratio, evidenced the extraction of all marketable animals from the population. Therefore, in 1994, the fishing for *L. santolla* was closed to allow the population to recover to acceptable commercial and biological levels. For *P. granulosa*, it is suggested that its life-history traits constrains fishing to low rates, since its recuperation potential is lower than that of *L. santolla*.

Key words: growth, reproduction, king crab, SW Atlantic, reproductive potential, fishery productivity.

INTRODUCCION

En las aguas templado-frías de ambos hemisferios, las centollas o cangrejos litódidos constituyen recursos naturales de alto valor comercial. En el Pacífico Norte, varias especies son explotadas desde principios de siglo: la centolla de Alaska o «red king crab» (*Paralithodes camtschaticus*), la centolla azul (*P. platypus*), y la dorada (*Lithodes aequispina*). La explotación comercial de estas especies fue realizada por Estados Unidos, la antigua Unión Soviética y la actual Rusia. Durante la década 1983-1992, estos países han sido responsables del 90% del total de los desembarques mundiales de centollas, que variaron entre 40 y 62 mil toneladas por año (FAO, 1994).

Al sur del paralelo 40°S, en las costas Pacífica y Atlántica de América del Sur, la centolla *Lithodes santolla* y el centollón o falsa centolla, *Paralomis granulosa*, son explotados comercialmente por Argentina y Chile. En las costas de Tierra del Fuego, especialmente en el Estrecho de Magallanes y Canal Beagle, ambas especies son frecuentemente capturadas juntas, en la misma trampa o en trampas dispuestas en sitios muy cercanos entre sí, razón por la cual se denomina mixta a esta pesquería. La pesca de la centolla comenzó durante la década de 1930 por medio de redes de enmalle, pero en la Argentina, recién en 1975 se establecieron algunas normas para su regulación (Boschi *et al.*, 1984). El centollón era entonces un subproducto descartable de la pesca de la centolla, aunque a veces llegó a ser vendido en Buenos Aires como ésta. La pesca del centollón comenzó hacia fines de la década de 1970 como respuesta al descenso en las capturas de centolla. En los últimos 20 años, las pesquerías chilenas y argentinas han sido responsables de alrededor del 8% de los desembarques mundiales de litódidos (FAO, 1994).

La centolla es de mayor tamaño y alcanza unos 180 mm de largo de caparazón (Lc) de talla máxima, y a partir de los 110 mm Lc pesa más de 1 kg (Boschi *et al.*, 1984). El tamaño máximo del centollón es de 115 mm Lc y un macho de 100 mm Lc pesa aproximadamente 700 g (Lovrich, 1991). La centolla ha sido siempre considerada de mejor calidad que el centollón y su precio en el mercado al menos ha duplicado al del centollón. Esto hizo que la centolla haya sido siempre la preferida en la explotación comercial. No obstante, actualmente la actividad pesquera se basa en el centollón, principalmente por tener una buena demanda en el mer-

cado. Además, su abundancia actual permite extracciones que compensan su precio relativamente más bajo.

En el Atlántico sudoccidental, al sur del paralelo 40°S, existen otras pesquerías de litódidos en diferente grado de desarrollo. En el golfo de San Jorge, cerca de Comodoro Rivadavia (46°S; 66°30'W) la pesquería es de arrastre y mixta, compuesta por peces: principalmente merluza *Merluccius hubsii* y abadejo *Genypterus blacodes* y crustáceos: langostino *Pleoticus muelleri* y centolla *L. santolla* (Boschi, 1997). Los desembarques de *L. santolla* pueden provenir del descarte de la pesca de la merluza o bien ser la centolla misma el objetivo. Desde 1965, los desembarques de *L. santolla* han variado mucho, pero alcanzaron un máximo de 236 t en 1994, un valor similar a los desembarques más altos registrados en Ushuaia en la década de 1970 (Vinuesa *et al.*, 1996). Más al sur, en la costa Atlántica de Tierra del Fuego cerca de Río Grande (53°40'S; 67°30'W), desde 1993, se pesca *L. santolla* por medio de trampas. Allí, los desembarques son muy variables y alcanzaron un máximo de 32 t en 1994. Actualmente, la pesquería del Atlántico fueguino aporta entre el 25 y 50% de los desembarques provinciales de centolla. En las Islas Malvinas (52°S, 59°W), entre 1985 y 1988, hubo un intento de desarrollar la pesquería de *Paralomis granulosa*. En cuatro temporadas de pesca, se desembarcaron en total 53 t, se juzgó que no era económicamente rentable, y no se continuó la pesca (FAO, 1994; D. Hoggarth, com. pers.). Cerca de la Isla Georgia del Sur (54°S; 37°W), otras dos especies de litódidos *Paralomis spinosissima* y *P. formosa* son objeto de pesca exploratoria con trampas desde 1992. Desde entonces y en dos temporadas de pesca, se capturaron aproximadamente 280 t. Los resultados preliminares indican que el rendimiento es de aproximadamente 13 kg · trampa⁻¹ (CCAMLR, 1995). Sin embargo, la pesca estaría limitada a *P. spinosissima* porque es de mayor tamaño (90 mm Lc) y comercialmente más apta, aunque su viabilidad económica está aún en duda (Otto y MacIntosh, 1996).

En este artículo se presenta una integración de los aspectos biológicos de la centolla *L. santolla* y del centollón *P. granulosa* a partir de los estudios realizados en el Canal Beagle, Argentina (55°S; 67°W). Además, se presentan datos recientes y novedosos para la biología de ambas especies. A partir de estas observaciones, se propone la hipótesis que en el Canal Beagle el potencial reproductivo de la población de *L. santolla* es más alto que el de



P. granulosa, afectando la productividad de la pesquería, y en consecuencia, cada población requiere de pautas diferentes de conservación pesquera.

BIOLOGÍA DE LA CENTOLLA Y CENTOLLÓN EN EL CANAL BEAGLE

Larvas y primeros estadios bentónicos

La biología larval y de los primeros estadios bentónicos es el aspecto más desconocido de ambas especies. De la ocurrencia de hembras portadoras de huevos en proceso de eclosión y de hembras post-ovígeras, se deduce que la eclosión de los huevos en *P. granulosa* ocurre principalmente durante el invierno, entre junio y agosto (Lovrich y Vinuesa, 1993), mientras que en *L. santolla* es durante septiembre y octubre (Boschi *et al.*, 1984; Vinuesa, 1984). El desarrollo larval abarca dos estadios zoea en *P. granulosa* y tres en *L. santolla*, y un estadio megalopa en ambas especies (Campodonico, 1971; Campodonico y Guzmán, 1981). La ausencia de larvas en los muestreos realizados en el Canal Beagle con redes planctónicas durante 2 años consecutivos y la disposición de las larvas en el fondo de los acuarios cuando son mantenidas en el laboratorio, hacen suponer que las larvas de estas especies tienen hábitos bentónico-demersales (observaciones personales), tal como se supone que también sucede con las larvas de *Lithodes aequispina* (R. Otto, com. pers.). Se desconoce la duración de la etapa larval en el medio natural. En el laboratorio, el desarrollo larval de *L. santolla* depende fuertemente de la temperatura, y en condiciones ambientales semejantes a las del Canal Beagle, se completa en 40-60 días (S. Oyarzún, com. pers.; Vinuesa *et al.*, 1985). También en el laboratorio, los dos estadios zoea de *P. granulosa* se completan en 17-20 días (Vinuesa *et al.*, 1989).

El habitat de los primeros estadios bentónicos es desconocido, pero existen algunas evidencias de que es diferente al de la población adulta, y generalmente se los encuentra a bajas profundidades (<15 m). Los juveniles de *P. granulosa* de 5-50 mm Lc viven asociados a los «bosques» de *Macrocystis pyrifera* (Castilla, 1985), en sus grampones de fijación y en grietas de afloramientos rocosos submarinos (observaciones personales). Progresivamente al aumento de la talla, los animales se desplazan fuera de sus refugios y hacia aguas más profundas (Hoggarth, 1993; Lovrich y Vinuesa, 1995). Los juveniles de *L. santolla* (<75 mm Lc)

junto a hembras infecundas (>75 mm Lc) y a machos morfométricamente inmaduros (75-95 mm Lc), se disponen en agrupaciones discretas. Por ejemplo, en agosto de 1995, por el método de captura-recaptura por buceo se estimó que el número de animales en una de estas agrupaciones era de 2.000 individuos, a razón de aproximadamente 28 individuos · 10 m⁻², en una proporción sexual 1:1, presentes entre 12-27 m de profundidad, en los fondos entre islotes rocosos rodeados por «bosques» de *M. pyrifera*.

Crecimiento de individuos inmaduros y madurez sexual

El final de la etapa juvenil, no reproductiva, está determinada por la adquisición de la capacidad de reproducción. El término «madurez sexual» en los braquiuros y litódidos es confuso, en la literatura ha sido interpretado en forma ambigua, pero recientemente ha sido definido claramente por Sainte-Marie *et al.* (1995). Por tanto, se han empleado diferentes términos para describir las diferentes etapas de madurez por las que pasa un individuo. Se considera que un individuo adquiere la madurez gonadal cuando posee gametas en su aparato reproductor: en las hembras es evidente externamente, cuando portan huevos, y en los machos cuando poseen espermatóforos con espermatozoides en sus conductos deferentes. Sin embargo, los machos, a pesar de tener las gametas podrían ser incapaces de acoplarse efectivamente. En los machos, se denomina madurez funcional a la capacidad de poder acoplarse (Conan y Comeau, 1986). Según algunos autores, para tal aptitud es indispensable adquirir ciertos caracteres secundarios, como el crecimiento desproporcionado del quelípodo o pinza (Conan *et al.*, 1990; Comeau y Conan, 1992; Sainte-Marie y Lovrich, 1994). Al igual que en los braquiuros (Comeau y Conan, 1992), en los litódidos al tamaño al cual se evidencia un cambio el ritmo de crecimiento del quelípodo derecho respecto del tamaño del animal, se lo puede denominar madurez morfológica. En este artículo y debido a la falta de información sobre el apareamiento de ambas especies, se utiliza la nomenclatura «juvenil» para los animales con gónadas inmaduras y «adultos» para aquellos con gametas en sus aparatos reproductores, independientemente de cuando ocurra la madurez funcional.

Durante la etapa juvenil, la tasa de crecimiento, determinada por el incremento por muda y la extensión del período intermuda, es diferente en las dos especies en cuestión (Fig. 1). La frecuencia de muda

de *L. santolla* disminuye con la edad: ocurre entre 6 y 7 veces durante su primer año de vida, entre 4 y 5 veces durante el segundo, y 3 veces durante el tercero (Vinuesa *et al.*, 1990). A partir del cuarto año, las hembras mudan anualmente debido a que comienzan a derivar energía en el desarrollo gonadal (Vinuesa *et al.*, 1991). Las hembras alcanzan la madurez gonadal a los 5 años de edad o entre los 65 y 75 mm Lc, y los machos a los 4 años, cuando alcanzan los 75 mm Lc (Vinuesa, 1984). Sin embargo, los machos seguirían mudando dos veces al año hasta llegar a la madurez morfométrica, y probablemente funcional, a los 92,6 mm Lc en su 5-6° año de vida (Boschi *et al.*, 1984; Vinuesa *et al.*, 1990; Lovrich y Vinuesa, datos sin publicar) (Fig. 1).

Durante la etapa juvenil, *P. granulosa* crece a un ritmo más lento que *L. santolla* (Lovrich y Vinuesa, 1995). Se estudió el crecimiento en individuos de *P.*

granulosa entre 12 y 60 mm Lc. En este rango de tallas, el incremento por muda es independiente de la talla, del 13% de la talla previa a la muda, y ocurren 14 mudas que abarcan 8 años de vida. Los individuos <40 mm Lc mudan dos veces al año, a fines de la primavera-principios del verano y en el invierno, mientras que los individuos entre 40-57 mm Lc lo hacen anualmente. Las hembras omiten la muda invernal al menos 3 años antes de su madurez gonadal, que se alcanza, en promedio, a los 60,6 mm Lc. Los machos alcanzan la madurez gonadal al llegar, en promedio, a los 50,5 mm Lc y por medio de una muda más, a los aproximadamente 57 mm Lc, alcanzan la madurez morfométrica (Lovrich y Vinuesa, 1993, 1995). Como se desconoce la tasa de crecimiento de los individuos <12 mm Lc, se especula que la madurez gonadal de las hembras y la madurez morfométrica de los machos se alcanzarían a los 10 años de edad (Fig. 1).

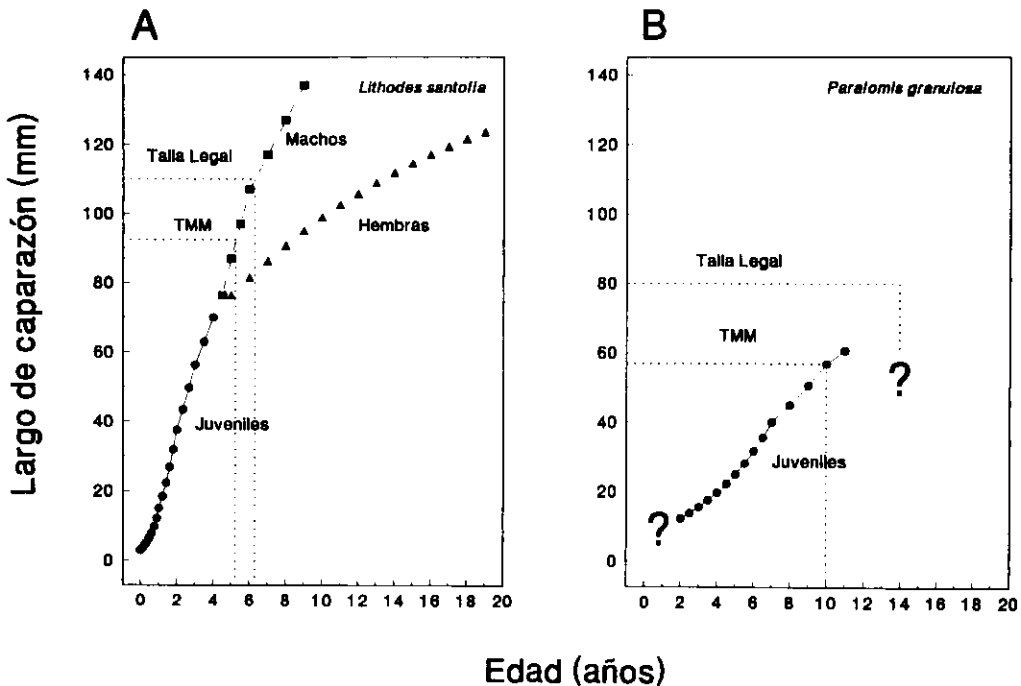
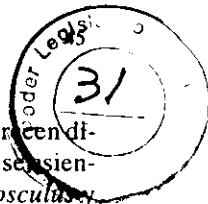


Figura 1. *Lithodes santolla* (A) y *Paralomis granulosa* (B). Modelos de crecimiento: etapa juvenil (l), machos (n) hembras (y), Referencias: TMM talla de madurez morfométrica; ?: datos desconocidos.

Figure 1. *Lithodes santolla* (A) and *Paralomis granulosa* (B). Growth models: juvenile stage (l), males (n) females (y), References: TMM morphometric length at maturity; ?: unknown data.



Crecimiento de adultos y reclutamiento a la pesquería

Durante la etapa adulta, el crecimiento de *L. santolla* es mejor conocido que el de *P. granulosa*. En la Fig. 1A se presenta un modelo teórico de crecimiento de *L. santolla* en el que se integra el crecimiento de la etapa juvenil (<75 mm Lc) y adulta de los machos y hembras. En la etapa juvenil, la talla de cada estadio de muda, $L_{c_{i+1}}$, fue calculada al sumar sucesivamente el incremento por muda a partir de la función del factor de crecimiento: $I=28,7 \cdot e^{-0,0157L_{ci}}$ (Vinuesa *et al.*, 1990). Para la aplicación de este modelo se supone que en el medio natural, la talla del primer cangrejo y punto de partida del cálculo, es de 3 mm Lc. La talla de los estadios de muda de hembras adultas fue calculada a partir de la función de Hiatt: $L_{c_{i+1}}=10,52+0,93 L_c$ (Vinuesa y Lombardo, 1982). La talla de los estadios de muda de los machos fue calculada a partir de la matriz de crecimiento de machos calculada por Boschi *et al.* (1984), que a su vez integra datos del Canal Beagle y del Estrecho de Magallanes (Geaghan, 1973). En promedio, el valor de incremento por muda de los machos es de 10 mm Lc. Según este modelo de crecimiento, los individuos machos de *L. santolla* alcanzan la talla de madurez morfométrica de 92,5 mm Lc (Boschi *et al.*, 1984) a los 5 años de edad y la talla legal de 110 mm Lc a partir de los 6 años de edad. En los litódidos, los dos componentes del crecimiento, frecuencia e incremento por muda son dependientes de la temperatura (Stevens, 1990). Por esta razón, el modelo para los machos adultos se debe interpretar con cautela ya que incluye animales del Estrecho de Magallanes, donde la temperatura media anual del agua de mar es de aproximadamente 1°C más alta que la del Canal Beagle y por tanto la tasa de crecimiento puede ser diferente.

En *P. granulosa* la frecuencia de muda probablemente disminuye con el aumento en la talla. Los machos juveniles <40 mm Lc mudan dos veces por año, y aquellos >40 mm Lc mudan anualmente antes de alcanzar la madurez (Lovrich y Vinuesa, 1995). Es de esperar, entonces, que en los adultos la frecuencia de muda sea anual, aunque en los más grandes pueda ser bienal (Hoggarth, 1993). Si el crecimiento de los machos se ve retardado por omitir alguna muda anual, aumentará el tiempo requerido para reclutarlos a la pesquería. Entonces, uno de los elementos biológicos importantes para el manejo de la pesquería es conocer la duración del período intermuda en los machos adultos.

Sobre el exoesqueleto de *P. granulosa* crecen diferentes tipos de organismos. En particular se encuentran dos especies de cirripedios *Balanus flosculus* y *B. psittacus*, que pueden brindar la información necesaria sobre la duración del período de intermuda (Gili *et al.*, 1993; Paul, 1986). En cada muda, *P. granulosa* cambia el caparazón, y ofrece una superficie limpia para el asentamiento de epibiontes. Los machos de *P. granulosa* probablemente mudan inmediatamente después del apareamiento, entre diciembre y marzo (observaciones personales). En el Canal Beagle, durante noviembre ocurre el asentamiento de los cirripedios *B. flosculus* (Silva, R., com. pers.). En ese caso, su caparazón sería colonizado por cirripedios recién en noviembre siguiente, unos 8-10 meses después de haber mudado. Entonces, la presencia de cirripedios de tamaño conspicuo indicará que el individuo en cuestión ha omitido la muda correspondiente al verano y probablemente lo haga en el verano siguiente. El mismo fenómeno se verifica en las hembras que omiten una muda por estar portando los embriones en desarrollo, que perderían si mudaran (Lovrich y Vinuesa, 1993).

En los machos de *P. granulosa* la presencia de cirripedios epibiontes aumenta con el tamaño (Fig. 2). En promedio, el 13% de los centollones machos presenta cirripedios sobre sus caparazones, que al discriminarlos por tallas esta frecuencia varía entre 1,7 y 21,5%. En los animales ≥ 80 mm Lc la frecuencia varía alrededor del 20%. Como se señaló antes, éste puede ser un indicador de la omisión de muda y es razonable pensar que, al menos, un 20% de los animales ≥ 80 mm Lc muda cada dos años. Es decir, el reclutamiento a las tallas mayores, de interés comercial, cuyo rendimiento en carne es más alto, es más lento que en los juveniles y los adultos <80 mm Lc.

Potencial reproductivo

En otros crustáceos, el potencial reproductivo ha sido cuantificado en función de la fecundidad, edad de madurez sexual, mortalidad por pesca, proporción de hembras en cada clase de talla, y crecimiento de los individuos en la población (Campbell y Robinson, 1983; Shields, 1991). El ciclo reproductivo en los litódidos del Canal Beagle comienza con el apareamiento, que ocurre durante la primavera. En *L. santolla* y *P. granulosa*, en noviembre-diciembre, ocurre el abrazo precopulatorio y posterior apareamiento probablemente entre un individuo macho con el exoesqueleto endurecido,

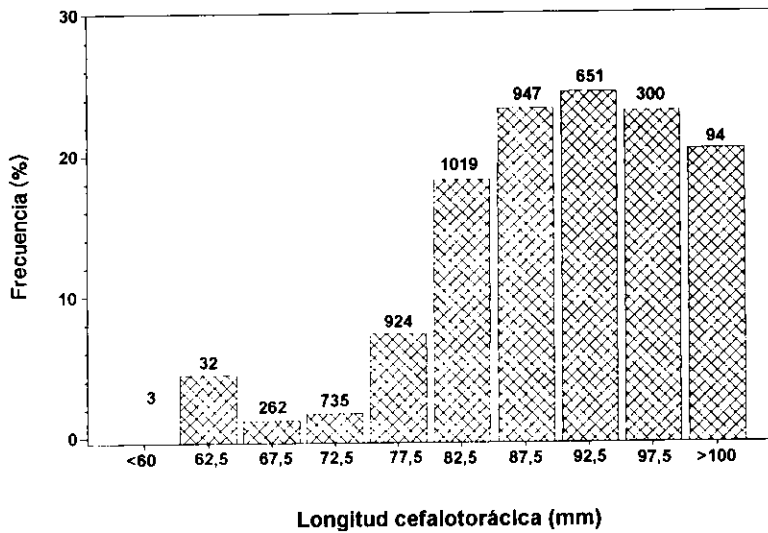


Figura 2. *Paralomis granulosa*. Frecuencia de ocurrencia de cirripedios *Balanus flosculus* y/o *B. psittacus* epibiontes sobre el exoesqueleto de los machos. Los números sobre cada columna indican el tamaño de la muestra.

Figure 2. *Paralomis granulosa*. Frequency of occurrence of cirripeds *Balanus flosculus* and/or *B. psittacus* epibionts on the male exoskeleton. The numbers over each column indicate the sample size.

que ha mudado al menos 8-12 meses antes y una hembra a punto de mudar o recién mudada. Se supone que en la población, las parejas en acoplamiento pueden ser encontradas durante aproximadamente un mes, pero no se conoce la duración individual de una pareja en apareamiento. Si bien no ha sido comprobado para las especies en cuestión, probablemente la fecundación es externa y ocurre inmediatamente después de la oviposición, tal como lo describieron Powell y Nickerson (1965) para *Paralithodes camtschaticus*. Las hembras portan los huevos en la cámara incubatriz (espacio formado por el pleon replegado debajo del cefalotorax), donde se desarrollan hasta su eclosión. En *L. santolla* la embriogénesis dura aproximadamente 10 meses (Vinuesa, 1984) y en *P. granulosa* entre 18 y 22 meses (Lovrich y Vinuesa, 1993). Es decir que, una hembra de *L. santolla* se apareará y producirá huevos una vez al año, mientras que una hembra de *P. granulosa* lo hará en forma bienal.

No se conocen los mecanismos de conformación de la pareja, el tamaño de sus integrantes y si la hembra necesita de la presencia de un macho en cortejo para poder mudar. Desde el punto de vista pesquero, esta última observación es particularmente importante para la productividad de la pesquería. Si la hembra es capaz de mudar sin la compañía de un macho, la receptividad de la hembra disminuiría con

el tiempo transcurrido luego de la muda, tal como sucede en *Paralithodes camtschaticus* (McMullen, 1969). Si coincidentemente, los machos fueran cada vez menos frecuentes en la población por efecto de la mortalidad producida por la pesca, las probabilidades de encuentros macho-hembra, la fecundación y reposición de nuevos individuos serían bajas (Smith y Jamieson, 1991). Los machos de los litódidos son polígamos (Powell *et al.*, 1973) y por ello, otro aspecto a explorar es la cantidad de hembras que es capaz de fecundar un sólo macho durante el período de reproducción. Desde el punto de vista del manejo de la pesquería, permitiría establecer reglas que regulen una proporción de sexos óptima en la población, tal que por debajo de ella se comprometería la frecuencia de apareamiento.

La fecundidad (número de huevos portados por hembra) varía acorde al tamaño de las hembras y sigue una función potencial similar en ambas especies (Fig. 3A). Las hembras de *L. santolla* pueden llevar entre 5.000-32.000 huevos, 59.000 en algunos casos (Guzmán y Ríos, 1986; Vinuesa, 1982), mientras que las de *P. granulosa* portan entre 800-11.000 huevos (Campodonico *et al.*, 1983; Lovrich y Vinuesa, 1993). Estas diferencias en la fecundidad estarían dadas por limitaciones morfométricas de las hembras. Como en los braquiuros, en los litódidos el tamaño corporal de las hembras es uno

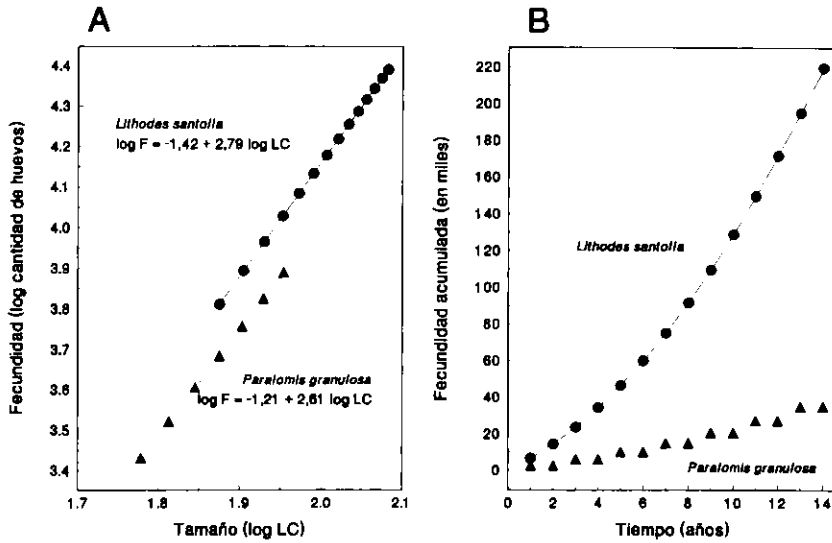


Figura 3. Potencial reproductivo de *Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa*. (A) Fecundidad para ambas especies. (B) Fecundidad acumulada a lo largo de la vida de una hembra adulta.

Figure 3. Reproductive potential of *Lithodes santolla* and *Paralomis granulosa*. (A) Fecundity for both species. (B) Accumulated fecundity along the life span of an adult female.

de los determinantes del potencial reproductivo (Hines, 1982; Jensen y Armstrong, 1989; Lovrich, 1991). En ambas especies, el volumen de los oocitos en desarrollo en el ovario y el de los huevos durante la embriogénesis es similar. En consecuencia, sólo el tamaño corporal limita el volumen del ovario y por tanto, el número de huevos que una hembra puede llevar en cada puesta (Lovrich y Vinuesa, 1996).

A lo largo de su vida reproductiva, una hembra de *L. santolla* puede producir 6 veces más huevos que una hembra de *P. granulosa* (Fig. 3B). Desde el punto de vista individual, esta productividad más alta está determinada por dos factores conjuntos. Primero, *L. santolla* alcanza un mayor tamaño corporal y por tanto, puede portar más cantidad de huevos. Segundo, el ciclo reproductivo es de un año, lo que permite a cada hembra aumentar de tamaño al mudar todos los años y así aumentar su productividad total. En cambio, el ciclo reproductivo bienal de las hembras de *P. granulosa*, las obliga a mudar cada dos años, limitando su aumento de tamaño corporal, y por tanto la posibilidad de aumentar su productividad. Desde el punto de vista poblacional, la tasa de reposición de individuos también es más alta en *L. santolla*. El tiempo generacional, entendido como el tiempo que transcurre entre dos generaciones sucesivas, i.e., que un huevo genere otro huevo, es de aproximadamente 12 años en *P. granulosa*

(10 años para alcanzar la madurez gonadal de una hembra y 2 años más para que los embriones de esa misma hembra nazcan) y de 6 años en *L. santolla* (5+1 años). Dicho de otro modo, mientras una hembra de *P. granulosa* cumple su tiempo generacional, dos generaciones completas de hembras de *L. santolla* habrán pasado por la población.

El potencial reproductivo de *Paralomis granulosa* está también limitado porque entre las hembras más grandes de la población existe una proporción importante que no porta embriones, o que el tamaño de la puesta es notablemente más pequeño (Fig. 4) (Campodonico *et al.*, 1983; Hoggarth, 1993; Lovrich y Vinuesa, 1993), aunque sus ovarios estén desarrollados normalmente, i.e., produzcan oocitos aparentemente viables (Lovrich, 1991). Estas observaciones se repiten en poblaciones con diferentes grados de explotación pesquera, como por ejemplo en las Islas Malvinas (tasa de extracción baja), en el estrecho de Magallanes (alta) y en el Canal Beagle (intermedia), lo que hace suponer que es un fenómeno natural. Los estudios realizados en *Paralithodes camtschaticus* revelan que las hembras encontradas en las parejas en acoplamiento son notablemente más pequeñas que los machos (Powell y Nickerson, 1965). Si el mismo patrón sucediera en *P. granulosa*, las hembras más grandes, i.e., >80 mm Lc, deben ser fecundadas por machos más grandes

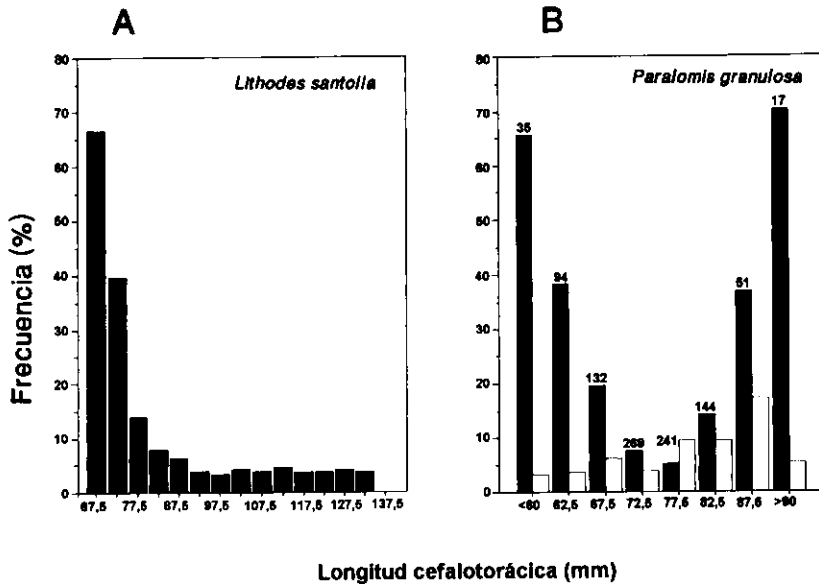


Figura 4. *Lithodes santolla* (A) y *Paralomis granulosa* (B). Frecuencia de ocurrencia de hembras con sedas virginales (barras negras) o con puestas de tamaño significativamente menor (barras blancas). Datos de Bertuche *et al.* (1990) y Lovrich (1995). Los números sobre cada columna indican el tamaño de la muestra.

Figure 4. *Lithodes santolla* (A) and *Paralomis granulosa* (B). Frequency of occurrence of females with virginal setae (black bars) or with significantly lesser egg-laid sizes (white bars). Data from Bertuche *et al.* (1990) and Lovrich (1995). Numbers over each column indicate the sample size.

que ellas, que son escasos en la población. Consecuentemente, estas hembras más grandes tendrán dificultades para encontrar la pareja adecuada y producir nuevos individuos, que se evidenciará en la población encontrando hembras de gran tamaño con sedas virginales o puestas incompletas (Fig. 4B). Este fenómeno debe diferenciarse del producido por la escasez de machos ≥ 80 mm Lc en la población debido a la mortalidad por la pesca. En este caso, los efectos de la falta de acoplamiento se extenderá también sobre las hembras más chicas. Contrariamente, las hembras de *L. santolla* no evidencian signos de infecundidad al aumentar la talla (Fig. 4A).

LA PESQUERIA DE LA CENTOLLA Y CENTOLLON EN EL CANAL BEAGLE

La pesca de centollas del Canal Beagle se realiza en forma artesanal. Las embarcaciones con menos de 15 m de eslora, están limitadas en su equipamiento y movilidad. La pesca se realiza por medio de trampas tronco-cónicas, dispuestas en líneas de 10 tram-

pas, en las que se usa carne de consumo humano de descarte como cebo. Las trampas son fondeadas al menos 2-3 días, se revisan, se retira la captura, se seleccionan los animales a desembarcar, y las trampas se vuelven a calar (Boschi *et al.*, 1984). Al final del día, las capturas de centolla y centollón son desembarcadas en el puerto y trasladadas inmediatamente a la planta, donde los animales se matan, cocinan y extrae la carne de las patas. El producto final son bloques congelados compuestos por la masa muscular proveniente de las patas. Actualmente, gran parte de la producción es destinada a exportación, hacia Europa y América del Norte.

Históricamente, las lanchas de pesca pertenecían a las compañías pesqueras instaladas en Ushuaia y los 2-3 tripulantes por embarcación eran sus empleados. Al conjunto de estas lanchas se las ha denominado «flota industrial» por estar ligadas a las plantas de procesamiento. Actualmente, esta fracción de la flota dispone de 800 trampas, posee lanchas más grandes, mejor equipadas, y consecuentemente pueden aplicar un esfuerzo de captura mayor y más eficiente. En contraposición, la «flota artesanal» está compuesta por pequeñas embarcaciones que pertenecen

a los propios pescadores que en conjunto, disponen de 100-150 trampas. A partir de 1991, comenzaron a pescar centolla y centollón que abastecen al mercado local y, eventualmente, venden la captura a las plantas procesadoras. En 1994, la flota artesanal fue responsable del 17 y 6% de los desembarques de centolla y centollón, respectivamente (Anónimo, 1995).

Localización geográfica

La pesquería de centolla y centollón de Tierra del Fuego se ha desarrollado en el sector argentino del Canal Beagle, y en la costa austral de la Isla Grande de Tierra del Fuego (Fig. 5). El Canal tiene un ancho promedio de 5 km, y está delimitado al norte

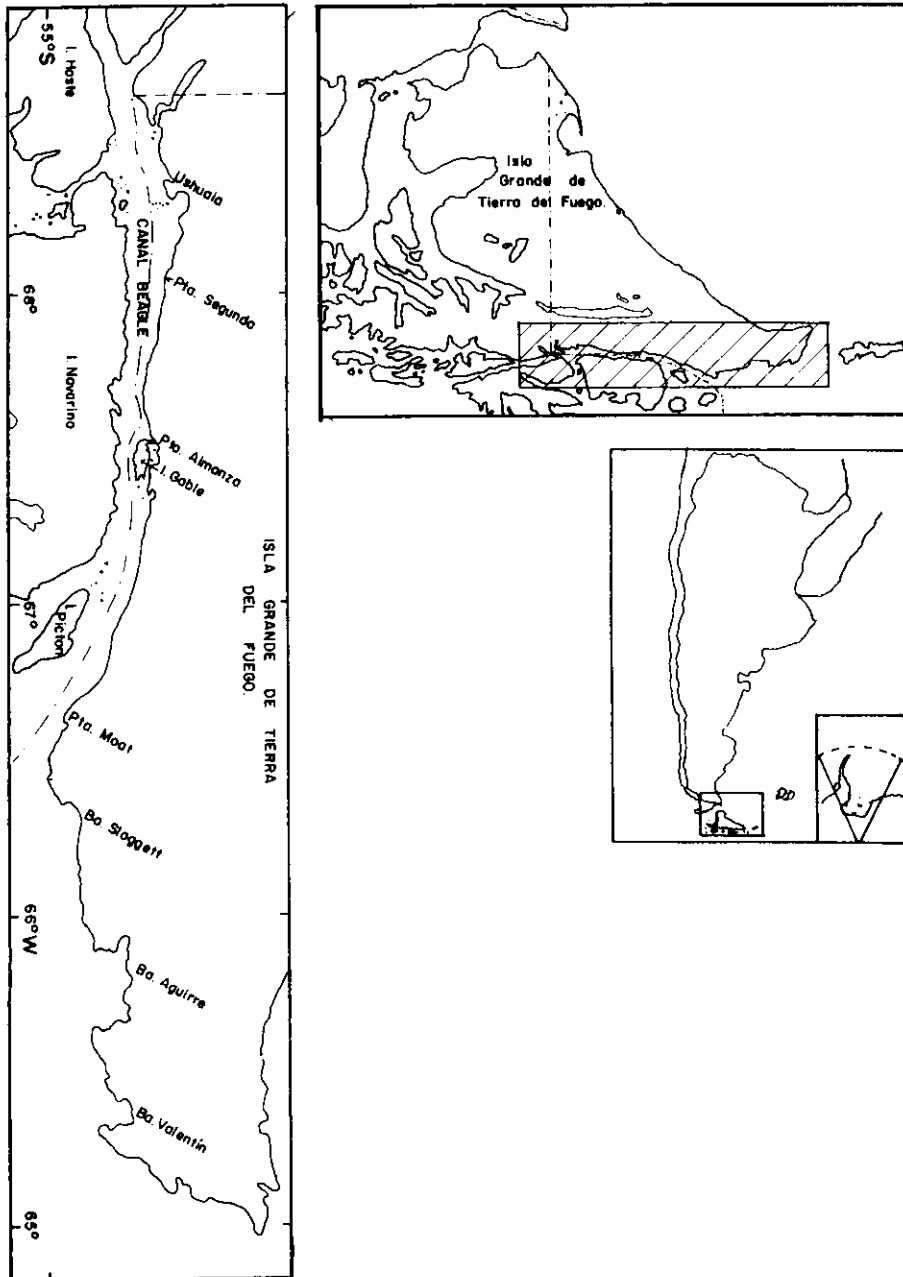


Figura 5. Canal Beagle, localización geográfica.
Figure 5. Channel Beagle, geographic location.

por la Isla Grande, y al sur por las islas Hoste, Navarino, Picton y Nueva.

Actualmente, se pueden definir tres áreas con diferente intensidad de explotación. La primera es el área del Canal cercana a la ciudad de Ushuaia comprendida entre el límite occidental con Chile hasta la Isla Gable, de aproximadamente 114 km² de superficie. Desde la década de 1930 hasta fines de 1980, los desembarques provinieron casi exclusivamente de esta área (Boschi *et al.*, 1984). Los descensos en los rendimientos de captura, principalmente de centolla, promovieron la expansión de la pesquería hacia el este. Sin embargo, a partir de 1994 el área comprendida entre el límite occidental y Punta Segunda ha sido vedada y sólo se permite la pesca de centollón a los pescadores artesanales en la Bahía Ushuaia, hecho que obligó a la flota industrial a operar entre Puerto Almanza y Punta Moat. La segunda es el área al este de la Isla Gable, entre Puerto Almanza y Punta Moat, de aproximadamente 120 km² de superficie, que actualmente es explotada por la flota industrial y parte de la flota artesanal, donde se extrae principalmente centollón. Es probable que a las tasas actuales de extracción la densidad de población de centollón disminuya al punto de no ser rentable, y la pesca se desplace más aún hacia el este. La tercera es la que comprende las bahías del este de la Isla Grande que están actualmente sin explotar. En muestreos de prospección allí realizados, se han encontrado ejemplares de centolla

de talla promedio de 120 mm Lc, que comparados a las tallas promedio del área de Ushuaia (Tabla 1), sugiere excelentes rendimientos para el desarrollo de una nueva pesquería, alternativa a las dos áreas de explotación actuales (Lovrich, 1995).

Desembarques

En los últimos 25 años y anualmente, la pesquería mixta argentina de centolla y centollón del Canal Beagle ha sido responsable de alrededor del 10% de los desembarques conjuntos de las pesquerías argentina y chilenas de Tierra del Fuego. Los desembarques de ambas especies han sido generalmente dependientes de las fluctuaciones en los rendimientos y de las vedas de las pesquerías de los cangrejos del Mar de Bering, principalmente de la centolla de Alaska *Paralithodes camtschaticus* (Montero, 1985). Los desembarques máximos de centolla en Chile han sido de 2.755 t durante 1983, mientras que en el Canal Beagle, Argentina fueron 320 t en 1974 (Fig. 6). Durante el período 1967-1982, los desembarques de centolla oscilaron alrededor de las 200 t anuales, y han experimentado un descenso más o menos constante a partir de 1982. Este descenso en los rendimientos de centolla promovió la pesca del centollón. Su desembarque máximo se registró en Chile en 1991 con aproximadamente 3.400 t (Vinuesa *et al.*, 1996), mientras que en el Canal Beagle, Argentina los desembarques han oscilado alrededor de 160 t entre 1985 y 1991. Sin embargo, en el período 1992-

Tabla 1: *Lithodes santolla*. Evolución temporal de los principales parámetros poblacionales de la centolla del Canal Beagle (límite occidental-Gable). Todos los datos provienen de muestreos realizados con trampas comerciales.

Table 1: *Lithodes santolla*. Temporal evolution of available main population parameters, for the antarctic king crab population of Canal Beagle's are, between the west limit and Gable Island. All data comes from samples taken with commercial traps.

Año	Fuente	CPUE (ejemplares/ trampa)	Machos Lc medio (mm)	Machos >110 mm Lc (%)	Hembras Lc medio (mm)	Hembras ovígeras (%)
1975	Bertuche <i>et al.</i> (1990)	11,6	108,2	–	93,2	–
1981	Bertuche <i>et al.</i> (1990)	9,3	102,3	24,1	90,1	86,3
1988	Bertuche <i>et al.</i> (1990)	–	94,9	13,5	84,2	7 ^(1,2) – 76,5
1989	Bertuche <i>et al.</i> (1990)	5,2	94,3	12,6	83,6	80,0
1994	Anómimo (1995)	1,3	–	–	90,1	38,0
1996	Datos autor	1,8 ⁽³⁾	95,4	22,4	93,9	66,7 ⁽²⁾

(1) datos de Vinuesa y Lovrich (1992)

(2) sólo se consideran las hembras >75 mm Lc

(3) datos corregidos a 48 h de pesca

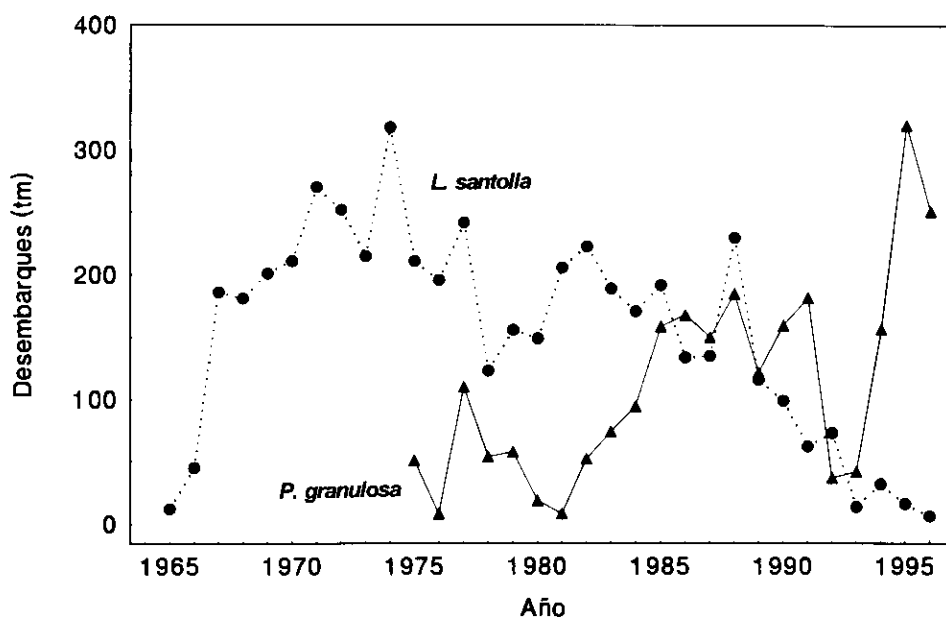


Figura 6. Desembarques de *Lithodes santolla* (l) y *Paralomis granulosa* (Y) en el puerto de Ushuaia. Los valores de 1996 corresponden al periodo enero-julio (Fuentes: Anuarios estadísticos de Tierra del Fuego y Dirección Provincial de Recursos Naturales).

Figure 6. *Lithodes santolla* (l) and *Paralomis granulosa* (Y) landings in Ushuaia port. Values for 1996 belong to the January-July period (Sources: Statistical annual reports of Tierra del Fuego and Dirección Provincial de Recursos Naturales).

1995 los abruptos descensos e incrementos en los desembarques de centollón se deben, principalmente, a la variación en la demanda del producto en el mercado internacional.

Estructura poblacional

La evolución de algunos parámetros poblacionales de la centolla entre 1975 y 1996 demuestra claramente el efecto de la pesca sobre la población. El descenso de las tallas promedio de los machos y de las hembras capturados por las trampas, de la proporción de machos de tamaño legal, de la frecuencia de hembras ovígeras, de la abundancia relativa y los desembarques, sugieren que la pesca extrajo de la población los animales más grandes encontrados en la población, independientemente de su sexo (Tabla 1, Fig. 6). La extracción de hembras se ve confirmada por una proporción sexual constante de 0,8 machos: 1,2 hembras entre 1979 y 1989 (Bertuche *et al.*, 1990), que en una situación extractiva de machos exclusivamente, como se prevee legalmente, debería estar progresivamente sesgada hacia las hembras. Consecuentemente, en 1994, se vedó la pesca de centolla en el área cercana a Ushuaia (límite oc-

cidental-Punta Segunda) principalmente con el fin de permitir la recuperación del stock comercial de la población.

La primera etapa de recuperación consiste en restablecer el potencial reproductivo de la población, que se estima lograr al permitir que los machos alcancen un tamaño adecuado para acoplarse eficientemente, que se evidenciará por el aumento de la proporción de hembras ovígeras. Los resultados obtenidos a principios de 1996, dos períodos reproductivos después del establecimiento de la veda de pesca, demostraron que la proporción de hembras ovígeras >75mm está efectivamente en restablecimiento (Tabla 1). La segunda será la recuperación del stock comercial, que se logrará al haber proporciones adecuadas de machos >110 mm Lc en la población, y dependerá de la abundancia actual de juveniles, de su tasa de crecimiento y del nuevo aporte que realicen las hembras a la población en recuperación. En 1996, la abundancia relativa medida como captura por unidad de esfuerzo (CPUE) sigue siendo baja, aunque aumentó el 40% respecto de 1994 (Tabla 1). Asimismo, el 95% de los machos capturados por las trampas fueron ≤ 120 mm Lc y el

78% sublegales (<110 mm Lc), pertenecientes a 3 clases de talla: 75,90 y 105 mm Lc. Los últimos probablemente reclutaron a la talla legal >110 mm Lc durante el período de muda de abril de 1996, mientras que los de la talla de 90 mm Lc alcanzarán la talla legal mudando en el invierno de 1996 y en abril de 1997. Siguiendo el mismo razonamiento, la talla de 75 mm Lc se reclutará a la pesquería en dos años (cf. Fig. 2). En una situación óptima de explotación comercial y para lograr la estabilidad de los desembarques, se debería extraer machos de varias clases >110 mm Lc (Otto, 1992). Por tanto, será necesario esperar también a que los animales que se vayan reclutando al stock comercial crezcan a tamaños mayores. Restaría conocer la abundancia y la estructura de tallas poblacional de la centolla en el área vedada para, junto a la función de crecimiento, poder predecir la fecha posible de la apertura a la pesca.

En el centollón, el conocimiento de parámetros poblacionales útiles para el manejo de la pesquería es escaso. Las CPUEs son muy variables: en enero-marzo de 1996 fueron, en promedio, de 65 ± 52 animales por trampa, de los cuales el $30 \pm 15\%$ fue de tamaño legal (>80 mm Lc). Esto equivale, a aproximadamente $8 \text{ kg} \cdot \text{trampa}^{-1}$ de animales de talla legal (desembarcados). Para esta población no existen aún estimaciones de la abundancia absoluta. Las estructuras de tallas de las hembras muestreadas a bordo de las embarcaciones de pesca y de los machos desembarcados en 1990, 1995 y 1996 son relativamente estables (Fig. 7). La moda de la distribución de tallas de las hembras varía entre 68 y 76 mm Lc, mientras la de los machos es 82 mm Lc en todos los períodos estudiados. En contraposición, en un período de pesca relativamente corto de 2-3 años, al aplicar un esfuerzo pesquero elevado en un área pequeña del sector chileno del Canal Beagle o del Estrecho de Magallanes, se registró una disminución en la moda de la distribución de los machos, de 86 a 74 mm Lc y de 92 a 74 mm Lc, acompañado con un descenso en la CPUE a la mitad de los valores originales de aproximadamente 4 o $9 \text{ kg} \cdot \text{trampa}^{-1}$ de animales desembarcados, respectivamente (Campodonico *et al.*, 1983). La experiencia chilena demuestra que la población de *P. granulosa* es muy sensible a las tasas de extracción elevadas, probablemente debido a la baja tasa de reposición de individuos a la población, como se ha discutido antes.

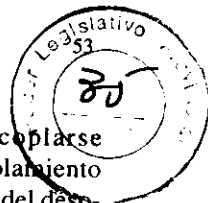
En el Canal Beagle, Argentina, el esfuerzo pesquero dedicado al centollón ha sido muy variable, aunque no existe cuantificación al respecto. Entre

1985 y 1991 las empresas pesqueras se autoimpusieron un cupo máximo mensual de desembarque para esta especie a causa de su nivel de comercialización. Consecuentemente en ese período, los desembarques variaron alrededor de 150 t (Fig. 6). En 1995, los desembarques duplicaron los del período antes mencionado, luego de dos años de desembarques inferiores a 45 t. De estas observaciones surge que el esfuerzo desplegado durante 1995 no ha tenido impacto en la estructura de la población. Sin embargo, es necesario monitorear en forma regular la estructura poblacional, i.e., estructura de tallas, proporción de hembras ovígeras y de machos de talla legal, para detectar preventivamente cualquier signo de sobrepesca. El desembarque de las hembras o de machos <75 mm Lc no es de cuidado, porque no son comercialmente aptos por tener patas relativamente más pequeñas y su rendimiento en carne es más bajo (Campodonico *et al.*, 1983). No obstante, al extraer en forma intensiva y sistemática los machos más grandes de la población, se restarán posibilidades de fecundación y reposición de nuevos individuos.

Reglamentaciones

En Argentina, la reglamentación vigente en la pesquería mixta de centolla y centollón tiene como objetivo primario la preservación del potencial reproductivo de la especie, i.e., se protegen las hembras, los períodos de muda de las hembras y de reproducción, y se permite que los machos se apareen al menos una vez antes de alcanzar la talla legal. La reglamentación está impuesta mediante una ley provincial y se basa en tres aspectos: (i) En noviembre y diciembre existe una veda a la pesca de ambas especies. (ii) Sólo se permite el desembarque de ejemplares machos de tamaño ≥ 110 mm Lc para la centolla y ≥ 80 mm Lc para el centollón. Se prohíbe expresamente el desembarque de hembras de ambas especies. (iii) El conjunto de la flota pesquera del Canal Beagle está limitada a pescar con un máximo de 1.000 trampas por temporada de pesca, que cada embarcación puede calar con la frecuencia deseada.

Sin embargo, la explotación de la pesquería de la centolla ha incurrido permanentemente en la violación de las reglamentaciones, promovida en parte por la falta de controles pesqueros adecuados. El desembarque de centollas sublegales, i.e., hembras y machos <110 mm Lc, ha sido una práctica habitual, y los efectos son evidentes en la población en el área cercana a Ushuaia que derivó en la veda impuesta en 1994 (Tabla 1).



Se considera que la determinación de los valores de 110 ó 80 mm Lc para la talla mínima de desembarque de los machos de cada especie es algo arbitraria y no protege eficazmente el potencial reproductivo de la población. Particularmente en la centolla, es necesario validar la utilidad de esta herramienta de manejo de la pesquería, estimando si realmente los machos <110 mm Lc son funcional-

mente maduros, i.e., capaces de acoplarse exitosamente. La evaluación de un acoplamiento exitoso no está solo dada por la inducción del desove en la hembra, sino que los embriones deben ser viables y llegar a producir individuos que recluten a la población. En *Paralithodes camtschaticus* del Mar de Bering, los machos morfométricamente inmaduros y los maduros más chicos son capaces

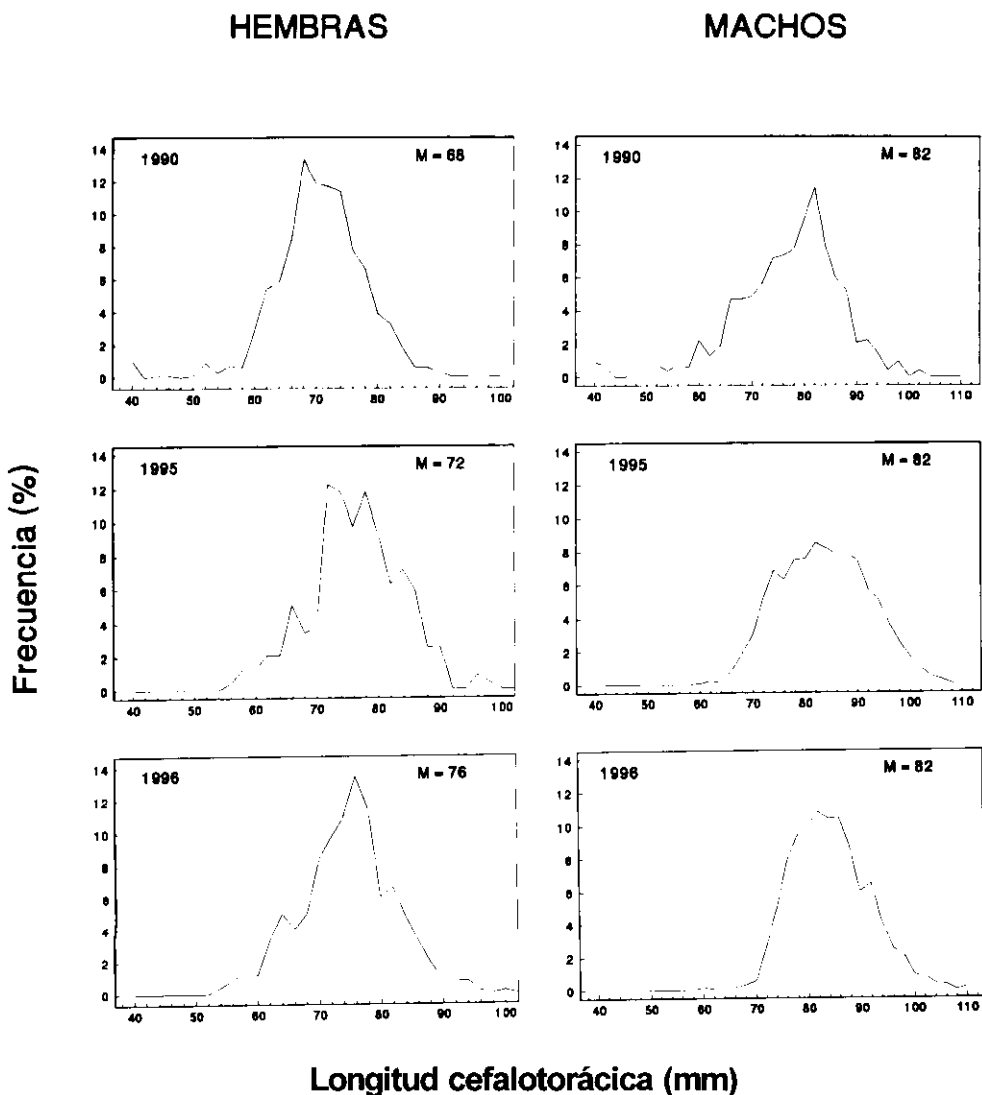


Figura 7. *Paralomis granulosa*. Estructura de tallas de la fracción de hembras de la población muestreada a bordo de las embarcaciones de pesca y estructura de tallas de la fracción de machos seleccionados para el desembarque. M: moda de la distribución.

Figure 7. *Paralomis granulosa*. Length structure of the female fraction of the population sampled on-board the fishing vessels and length structure of the male fraction selected for landing. M: mode of the distribution.

de acoplarse. No obstante, la viabilidad de los huevos producidos es menor cuando los machos participantes del acoplamiento son más chicos, y además disminuye en los acoplamientos sucesivos que ocurren en la época reproductiva (Paul y Paul, 1990). Por otra parte, en *L. santolla*, la brecha entre la madurez morfométrica de 92,5 mm Lc y la talla legal es muy estrecha, de casi 20 mm Lc, que se alcanza en dos estadios de muda. Por efecto de la pesca, por negligencia o confusión, existe el riesgo de extraer machos de los estadios de muda presumiblemente reproductores y así comprometer seriamente la reposición de nuevos individuos en la población. Por ejemplo, en *P. camtschaticus* la talla de madurez morfométrica es de 103 mm Lc, los machos que participan del acoplamiento son >120 mm Lc y la talla legal mínima impuesta es de 140 mm Lc (Paul, 1992). Este mismo razonamiento es válido para el centollón. Sin embargo, si se juzga necesario un aumento en la talla legal, se debe anticipar que el reclutamiento a la fracción comercial será más lento por la probable omisión de la muda anual (Fig. 2).

La imposición de un número fijo y máximo de trampas debe ser también revisada. La cantidad limitada de 1.000 trampas por temporada de pesca da la impresión que el esfuerzo de captura está siendo controlado. Sin embargo, este tipo de normas de regulación es efectiva cuando las temporadas de pesca son cortas, de aproximadamente 1-2 meses (Greenbergh y Herrmann, 1993). Al tener una temporada de pesca que se extiende durante 10 meses, la frecuencia con que se revisan las trampas puede ser muy variable e impactar directamente sobre el esfuerzo total de pesca. Por ejemplo, los sitios con rendimientos más altos podrán ser visitados más frecuentemente, e.g. 2-3 veces por semana, y así aumentar el esfuerzo pesquero manteniendo el mismo número de trampas.

Acorde al desarrollo actual de la pesquería y a la biología de las especies que la componen, se ha sugerido una herramienta de control y manejo, complementaria a las actualmente en vigencia (Lovrich y Vinuesa, 1996). Se ha planteado reglamentar la pesca sobre la base de la productividad de cada especie y al esfuerzo pesquero que cada fracción de la flota pesquera puede desarrollar. Así, la flota industrial, que puede aplicar un esfuerzo de pesca más alto y puede acceder a expandirse geográficamente, debería ser estimulada a pescar proporcionalmente más centolla que centollón, y preferentemente en áreas sin explotar. Como ha ocurrido entre 1967 y

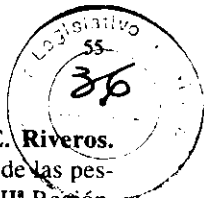
1982, esta población probablemente soporte esfuerzos pesqueros más altos, aunque moderados, comparada a la población de centollón. La flota artesanal, que está restringida a operar cerca de la ciudad de Ushuaia, debería ser alentada a explotar el centollón a tasas de extracción tales que no afecten su potencial reproductivo.

La conservación de la pesquería a nivel internacional debe merecer atención prioritaria. Es altamente probable que los animales a cada lado del límite internacional entre Argentina y Chile pertenezcan a la misma población, cuya explotación se comparte por embarcaciones de las dos naciones. Aunque en ciertas áreas el intercambio de los estadios bentónicos parezca estar restringido por la barrera que impedirían las profundidades de hasta 200 m, en otros sectores poco profundos del Canal Beagle el intercambio es posible (Bertuche *et al.*, 1990). No obstante, *P. granulosa* fue encontrado a 336 m de profundidad (Gorny *et al.*, 1996), lo que indica que no existirían restricciones para las migraciones en sentido norte-sur.

Desde 1983 no existen datos pesqueros ni poblacionales sobre la pesquería en el sector chileno del Canal Beagle, y sólo se supone que en la actualidad el esfuerzo pesquero allí es 4-5 veces más alto que en el sector argentino. Desde el punto de vista administrativo, no existen canales formales de cooperación e intercambio de información entre los entes que regulan la pesca. Entonces, es absolutamente necesario que el manejo de la pesquería del Canal Beagle tenga características internacionales y se tomen decisiones conjuntas. Por ejemplo, en el actual esquema de manejo de la pesquería se debería acordar en forma binacional las tallas legales para cada especie, las temporadas y la distribución del esfuerzo de pesca, para lograr rendimientos sostenidos en el tiempo, y por tanto la explotación continua.

AGRADECIMIENTOS

El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas ha financiado gran parte de los estudios del Canal Beagle mediante varios subsidios de investigación al Dr. Julio H. Vinuesa. El autor obtuvo financiamiento adicional del American Museum of Natural History-Lerner Gray Memorial Fund for Marine Research, y para 1995-1996, un subsidio de reinstalación de becarios argentinos en el exterior de la Fundación Antorchas. Pesquera del Beagle S.A.

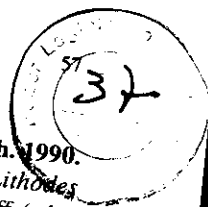


ha colaborado permanentemente permitiendo el embarque en sus lanchas y la visita a su planta procesadora. Javier A. Calcagno de la Universidad de Buenos Aires determinó las especies de cirripedios epibiontes y Alberto Villarreal realizó la cartografía. Los comentarios sobre el manuscrito de Julio H. Vinuesa, Miguel Casalnuovo y de los tres árbitros han servido para mejorar su presentación.

REFERENCIAS

- Anónimo. 1995.** Estado actual de la legislación y manejo de los recursos centolla (*Lithodes santolla*) y centollón (*Paralomis granulosa*) en el Canal Beagle. Dirección General de Recursos Naturales, Provincia de Tierra del Fuego, 19 pp.
- Bertuche, D.A., J.G. Wyngaard, C.E. Fischbach y E.E. Boschi. 1990.** Population structural variation of the southern king crab, *Lithodes santolla*, of the Canal Beagle, Argentina, from 1975 to 1989. In: B. Melteff (ed.). Proc. Int. Symp. King and Tanner crabs, Nov. 1989, Anchorage, AK, Alaska Sea Grant College Program, University of Alaska, AK-SG 90-04. pp. 411-426.
- Boschi, E.E. 1997.** Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de la República Argentina. Invest. Mar., Valparaíso, 25: 19-40.
- Boschi, E.E., D.A. Bertuche y J.G. Wyngaard. 1984.** Estudio biológico pesquero de la centolla (*Lithodes antarcticus*) del Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. Contribución N° 441 INIDEP Mar del Plata. República Argentina, 1-74.
- Campbell, A. y D.G. Robinson. 1983.** Reproductive potential of three American lobster (*Homarus americanus*) stocks in the Canadian maritimes. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 40: 1958-1967.
- Campodonico, I. 1971.** Desarrollo larval de la centolla *Lithodes antarcticus* Jacquinet, en condiciones de laboratorio. (Crustacea, Decapoda, Anomura, Lithodidae). An. Inst. Pat., Punta Arenas, 2: 181-190.
- Campodonico, I. y L. Guzmán. 1981.** Larval development of *Paralomis granulosa* (Jacquinot) under laboratory conditions. (Decapoda, Anomura, Lithodidae). Crustaceana, 40: 272-285.
- Campodonico, I., M.B. Hernández y E. Riveros. 1983.** Investigación, manejo y control de las pesquerías de centolla y centollón de la XIIª Región. Informe consolidado: Recurso Centollón. Inf. Inst. Pat., 25: 97 pp.
- Castilla, J.C. 1985.** Food webs and functional aspects of the kelp, *Macrocystis pyrifera*, community in the Beagle Channel, Chile. In: W.R. Siegfried, P.R. Condy and R.M. Laws (eds.). Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs. Springer-Verlag, Berlin, pp. 407-414.
- Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR). 1995.** Report of the fourteenth meeting of the scientific committee. SC-CAMLR-XIV, pp. 309-312.
- Comeau, M. y G.Y. Conan. 1992.** Morphometry and gonad maturity of male snow crab, *Chionoecetes opilio*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49: 2460-2468.
- Conan, G.Y. y M. Comeau. 1986.** Functional maturity and terminal molt of male snow crab, *Chionoecetes opilio*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 43: 1710-1719.
- Conan, G.Y., R.W. Elnor y M. Moriyasu. 1990.** Review of literature on life histories in the genus *Chionoecetes* in light of the recent findings on growth and maturity of *C. opilio* in Eastern Canada. In: B. Melteff (ed.). Proc. Int. Symp. King and Tanner Crabs, Alaska. Alaska Sea Grant College Program Rep. AK-SG 90-04. pp. 163-179.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1994.** Estadísticas de pesca: capturas y desembarques, 1992. Vol. 74: 678 pp.
- Geaghan, J. 1973.** Resultados de las investigaciones sobre la centolla *Lithodes antarctica* (Jacquinot) realizadas por el Instituto de Fomento Pesquero en la Provincia de Magallanes. Pubs. Inst. Fom. Pesq., Santiago, 52: 70 pp.
- Gili, J.M., P. Abello y R. Villanueva. 1993.** Epibionts and intermoult duration in the crab *Bathynectes piperitus*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 98: 107-113.
- Greenberg, J.A. y M. Herrmann. 1993.** Some economic impacts of pot limits in the Bristol Bay red king crab fishery. In: G. Kruse, D.M. Eggers, R.J. Marasco, C. Pustzke and T.J. Quinn II (eds.). Proc. Symp. Management of Exploited Fish. Lowell Wakefield Fisheries Symposium, pp. 705-721.

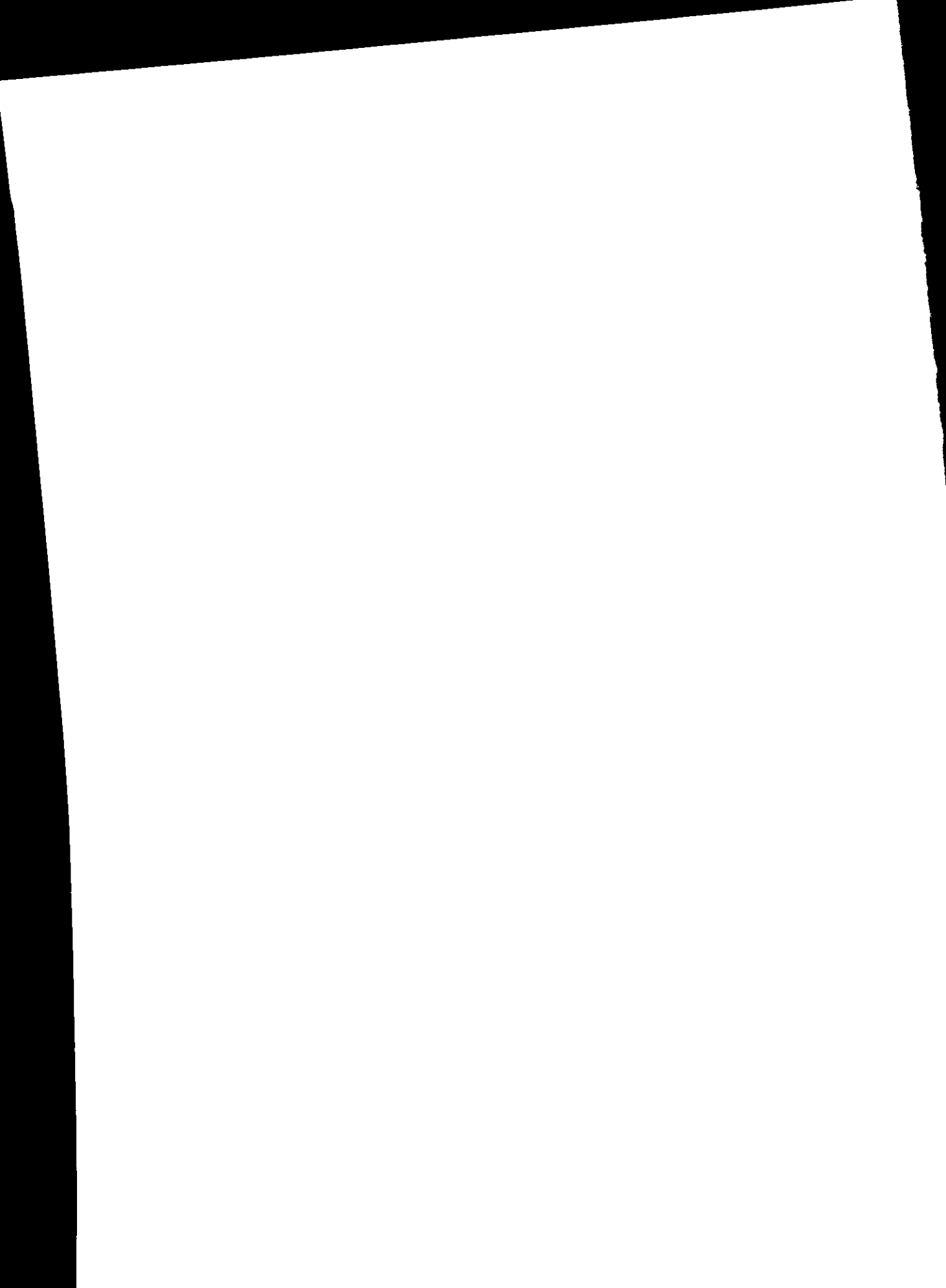
- Gorny, M., W.E. Arntz y R. Soto. 1996.** Crustacea Decapoda: Report on the anomuran and brachyuran crabs. In: W. Arntz y M. Gorny (Eds). Cruise report of the joint Chilean-German-Italian Magellan «Victor Hensen» Campaign in 1994. Ber. Polarforsch., 190: 60-63.
- Guzmán, L. y C. Ríos. 1986.** La doble exponencial potencial, una nueva función para describir la relación talla/fecundidad en la centolla (*Lithodes antarcticus* Jacquinot). In: P. Arana. (ed.), La Pesca en Chile. Escuela de Ciencias del Mar. Valparaíso, pp. 103-112.
- Hines, A.H. 1982.** Allometric constraints and variables of reproductive effort in brachyuran crabs. Mar. Biol., 69: 309-320.
- Hoggarth, D.D. 1993.** The life history of the lithodid crab, *Paralomis granulosa*, in the Falkland Islands. ICES J. Mar. Sci., 50: 405-424.
- Jensen, G.C. y D.A. Armstrong. 1989.** Biennial reproductive cycle of blue king crab, *Paralithodes platypus*, at the Pribilof Islands, Alaska and comparison to a congener, *Pcamtschatica*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 46: 932-940.
- Lovrich, G.A. 1991.** Reproducción y crecimiento del centollón, *Paralomis granulosa* (Crustacea, Anomura, Lithodidae) en el Canal Beagle. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 160 pp.
- Lovrich, G.A. 1995.** Prospección pesquera de centolla y centollón en Puerto Español y Bahía Aguirre, Tierra del Fuego, 1995. Contribución Científica CADIC, 19: 11 pp.
- Lovrich, G.A. y J.H. Vinuesa. 1993.** Reproductive biology of the false southern king crab (*Paralomis granulosa*, Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina. US Fish. Bull., 91: 664-675.
- Lovrich, G.A. y J.H. Vinuesa. 1995.** Growth of juvenile false southern king crab *Paralomis granulosa* (Anomura, Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina. Sci. Mar., 59: 87-94.
- Lovrich G.A. y J.H. Vinuesa. 1996.** Reproductive strategies of the two lithodids in Tierra del Fuego. A complementary management tool in a changing fishery. In: B. Baxter (ed.). Proc Int. Symp. biology, management, and economics of crabs from high latitude habitats. Alaska Sea Grant College Program. (en prensa).
- McMullen, J. 1969.** Effects of delayed mating on the reproduction of king crab *Paralithodes camtschatica*. J. Fish. Res. Bd. Can., 26: 2337-2740.
- Montero, G.A. 1985.** Chilean king crab exports in international markets. In: B. Melteff (ed.). Proc. Int. King Crab. Symp. Anchorage, AK, University of Alaska, Alaska Sea Grant Report N° 85-12, pp. 419-445.
- Otto, R.S. 1992.** Management and assessment of Eastern Bering Sea king crab stocks. In: G.S. Jamieson and N. Bourne (eds.). North Pacific Workshop on stock assessment and management of invertebrates. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 92: 93-106.
- Otto, R.S. y R.A. MacIntosh. 1996.** Observations on the biology of the lithodid crab *Paralomis spinosissima* from the Southern Ocean near South Georgia. In: B. Baxter (ed.). Proc. Int. Symp. biology, management, and economics of crabs from high latitude habitats. Alaska Sea Grant College Program. (en prensa).
- Paul, A.J. 1986.** Encrusting barnacles as ageable tags on Gulf of Alaska. Alaska Sea Grant Reports, 68-02. 28 pp.
- Paul, A.J. 1992.** A review of size at maturity in male tanner (*Chionoecetes bairdi*) and king (*Paralithodes camtschaticus*) crabs and the methods used to determine maturity. Amer. Zool., 32: 534-540.
- Paul, J.M. y A.J. Paul. 1990.** Breeding success of sublegal size male red king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius, 1815) (Decapoda, Lithodidae). J. Shellfish Res., 9: 29-32.
- Powell, G.C., K.E. James y C.L. Hurd. 1973.** Ability of male king crab *Paralithodes camtschatica* to mate repeatedly. US Fish Bull., 72: 171-179.
- Powell, G.C. y R.B. Nickerson. 1965.** Reproduction of king crabs. *Paralithodes camtschatica* (Tilesius). J. Fish. Res. Bd. Can., 22: 101-111.
- Sainte-Marie, B. y G.A. Lovrich. 1994.** Delivery and storage of sperm at first mating of female *Chionoecetes opilio* (Brachyura, Majidae) in relation to size and morphometric maturity of male parent. J. Crustacean Biol., 14: 508-521.



- Sainte-Marie, B. S. Raymond y J.-C. Brêthes. 1995.** Growth and maturation of the benthic stages of male snow crab *Chionoecetes opilio* (Brachyura: Majidae). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 52: 903-924.
- Shields, J.D. 1991.** The reproductive ecology and fecundity of *Cancer* crabs. In: Wenner and A. Kuris (eds.). *Crustacean egg production*. A.A. Balkema. Rotterdam, pp. 193-213.
- Smith, B.D. y G. Jamieson. 1991.** Possible consequences of intensive fishing for males on the mating opportunities of Dungeness Crabs. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 120:650-653.
- Stevens, B.G. 1990.** Temperature-dependent growth of juvenile red king crab (*Paralithodes camtschatica*) and its effects on size-at-age and subsequent recruitment in the Eastern Bering Sea. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 47: 1307-1317.
- Vinuesa, J.H. 1982.** Biología de la reproducción y el desarrollo embrionario y larval de la centolla, *Lithodes antarcticus* Jacquinot, en el Canal Beagle, Tierra del Fuego. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 144 pp.
- Vinuesa, J.H. 1984.** Sistema reproductor, ciclo y madurez gonadal de la centolla (*Lithodes antarcticus*) del Canal Beagle. Contribución N° 441 INIDEP, Mar del Plata, Republica Argentina, 75-95.
- Vinuesa, J.H. y R. Lombardo. 1982.** Observaciones sobre el crecimiento en la muda de hembras adultas de centolla *Lithodes antarcticus* Jacquinot. *Physis*, sec A, 40(99): 59-74.
- Vinuesa, J.H., L.I. Comoglio y G.A. Lovrich. 1990.** Growth of immature southern king crab *Lithodes santolla* in the Beagle Channel. In: B. Melteff (ed.). *Proc. Int. Symp. King and Tanner Crabs, Alaska*. Alaska Sea Grant College Program Rep. AK-SG 90-04, pp. 259-271.
- Vinuesa, J.H., L. Ferrari y R.J. Lombardo. 1985.** Effects of temperature and salinity on larval development of southern king crab (*Lithodes antarcticus*). *Mar. Biol.*, 85: 83-88.
- Vinuesa, J.H., L. Guzmán y R. González. 1996.** Overview of southern king crab and false king crab fisheries in the Magellanic Region. In: B. Baxter (ed.). *Proc. Int. Symp. biology and management, and economics of crabs from high latitude habitats*. Alaska Sea Grant College Program. AK-SG (en prensa).
- Vinuesa, J.H., G.A. Lovrich y L.I. Comoglio, 1989.** Temperature-salinity effects on the development of false southern king crab (*Paralomis granulosa*) *Thalassas*, 7: 51-56.
- Vinuesa, J.H., G.A. Lovrich y L.I. Comoglio. 1991.** Maduración sexual y crecimiento de las hembras de centolla *Lithodes santolla* (Molina, 1782) en el Canal Beagle. *Biota*, 7: 7-13.

Recibido el 13 de mayo de 1996.

Aceptado el 24 de septiembre de 1996.



(continuación)



Pedro Báez

Key to the families of decapod crustacean larvae collected off northern Chile during an El Niño event. Clave de larvas de crustáceos decápodos recolectadas frente al norte de Chile durante un evento de El Niño. 167

Marcelo A. Scelzo

Toxicidad del cobre en larvas nauplii del camarón comercial *Artemesia longinaris* Bate (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). Copper toxicity in nauplii larvae of the commercial shrimp *Artemesia longinaris* Bate (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). 177

Mauricio Gálvez

Remoción del potencial reproductivo por efecto de la pesca: el caso del camarón nailon (*Heterocarpus reedi* Bahamonde, 1955). Remove of the reproductive potential by fishing: the case of Chilean shrimp (*Heterocarpus reedi* Bahamonde, 1955). 187

Sergio Palma y Patricio Arana

Aspectos reproductivos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837), frente a la costa de Concepción, Chile. Reproductive aspects of the squat lobster (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837), off Concepción, Chile. 203

Enrique E. Boschi

Las carcinología argentina: una reseña histórica. Carcinology in Argentine: an historical review. 223

Carlos G. Jara

Antecedentes sobre el desarrollo de la carcinología en Chile. Background of carcinology in Chile. 245

Luis M. Pardo, David Véliz, Ingo S. Wehrtmann y Klaus Anger

Efecto de períodos de ayuno en el crecimiento de la zoea I de *Petrolisthes violaceus* (Guérin, 1831) (Decapoda: Anomura: Porcellanidae). Effects of starvation periods on growth of zoea I in *Petrolisthes violaceus* (Guérin, 1831) (Decapoda: Anomura: Porcellanidae). 255

Notas científicas

Ingo S. Wehrtmann y Pedro Báez

Larvas y estadios tempranos de desarrollo de crustáceos decápodos de Chile: descripciones publicadas. Larvae and early developmental stages of decapod crustaceans from Chile: published descriptions. 263

Pedro Báez y Raúl Soto

***Paracrangon areolata* Faxon, 1893, un camarón nuevo para Chile (Decapoda, Crangonidae).** *Paracrangon areolata* Faxon, 1893 a new shrimp from Chile (Decapoda, Crangonidae). 277

Eduardo Quiroga y Raúl Soto

Relaciones biométricas y fecundidad de *Glyphocrangon alata* (Faxon, 1893) en la zona norte de Chile (21°19'S; 70°20'W). Biometrics relationship and fecundity of *Glyphocrangon alata* (Faxon, 1893) in northern Chile (21°19'S; 70°20'W). 281

CONTENIDO

Erich H. Rudolph

Intersexualidad en el camarón excavador *Parastacus pugnax* (Poëppig, 1835) (Decapoda, Parastacidae). Intersexuality in the burrowing crayfish *Parastacus pugnax* (Poëppig, 1835) (Decapoda, Parastacidae). 7

Enrique E. Boschi

Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de la República Argentina. Fisheries of marine decapod crustaceans in Argentina. 19

Gustavo A. Lovrich

La pesquería mixta de las centollas *Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa* (Anomura: Lithodidae) en Tierra del Fuego, Argentina. The mixed fishery for the king crabs *Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa* (Anomura: Lithodidae) in Tierra del Fuego, Argentina. 41

Shijie Zhou y Thomas C. Shirley

Distribution of red king crabs and Tanner crabs in the summer by habitat and depth in an Alaskan fjord. Distribución de la centolla y del cangrejo Tanner en verano, de acuerdo al habitat y a la profundidad, en un fiordo de Alaska. 69

Eduardo D. Spivak

Los crustáceos decápodos del Atlántico sudoccidental (25°-55°S): distribución y ciclos de vida. The crustacea decapoda in the southwestern Atlantic (25°-55°S): distribution and life cycles. 73

Cluney Stagg and Marguerite Whilden

The history of Chesapeake Bay's blue crab (*Callinectes sapidus*): fisheries and management. Perspectiva histórica de la pesquería y del manejo del cangrejo azul (*Callinectes sapidus*) en la Bahía de Chesapeake. 93

Eduardo D. Spivak

Cangrejos estuariales del Atlántico sudoccidental (25°-41°S) (Crustacea: Decapoda: Brachyura). Crabs of coastal lagoons in the southwestern Atlantic (25°-41°S) (Crustacea: Decapoda: Brachyura). 105

Luis Albornoz e Ingo S. Wehrtmann

Descripción y clave para los primeros estadios larvales de camarones carídeos (Decapoda: Hippolytidae, Alpheidae, Rhynchocinetidae) de aguas costeras de Chile. Description and key to the first larval stages of caridean shrimps (Decapoda: Hippolytidae, Alpheidae, Rhynchocinetidae) from Chilean coastal waters. 121

Ana M. Petriella y Enrique E. Boschi

Crecimiento de crustáceos decápodos: resultados de investigaciones realizadas en Argentina. Growth of decapod crustaceans: results of research made on Argentine species. 135

Laura López, Teresa Jeri, Claudio González y Sergio Rodríguez

Fecundidad y esfuerzo reproductivo de *Petrolisthes granulatus* (Guérin, 1835) en Iquique, Chile (Decapoda, Anomura, Porcellanidae). Fecundity and reproductive output of *Petrolisthes granulatus* (Guérin, 1835) in Iquique, Chile (Decapoda, Anomura, Porcellanidae). 159

(continúa al reverso)

(39

Seasonality of larvae of Brachyura and Anomura (Crustacea Decapoda) in the Beagle Channel, Argentina*

GUSTAVO A. LOVRICH

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC), CC 92 - (9410) Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina. E-mail: lovrich@satlink.com

SUMMARY: This is the first study in the Beagle Channel that reports the larval seasonal distribution, abundance and duration of the larval stages of Anomura and Brachyura, on the basis of a fortnightly sampling programme. An identification key to the specific level of zoeal stages is included. Between September 1987 and March 1989, 304 plankton samples were taken by means of oblique hauls from the bottom to the sea-surface. Eighty-five percent of the samples were taken shallower than 60 m depth. Decapod larvae occurred only in spring and summer. All but two taxa showed a single cohort of larvae which emerge at the beginning of the spring. A second cohort of *Munida* spp. and *Halicarcinus planatus* also occurred during summer. The most abundant taxa were *Munida* spp. (312 larvae · 10 m⁻³), *Peltarion spinosulum* (288 larvae · 10 m⁻³), *H. planatus* (143 larvae · 10 m⁻³) and *Pagurus* spp. (79 larvae · 10 m⁻³), which represented 97% of the total larvae collected. Larvae of Pinnotheridae, *Eurypodius latreillii*, *Libidoclaea granaria*, and *Paralomis granulosa* were about an order of magnitude less abundant. Relative abundances of larvae correspond to relative abundances of the respective benthic stages. The absence of certain larval stages or of certain species (*Acanthocyclus albatrossis* and *Lithodes santolla*) probably indicates their differential distribution within the Beagle Channel. Particularly, lithodid larvae may have benthic or epibenthic habits.

Key words: Crab, southwestern Atlantic, southeastern Pacific, Subantarctic, development, antiboreal.

RESUMEN: ESTACIONALIDAD DE LARVAS DE BRACHYURA Y ANOMURA (CRUSTACEA DECAPODA) EN EL CANAL DEL BEAGLE, ARGENTINA. – En este artículo se presenta la distribución estacional, abundancia y duración de los estadios larvales de los Anomura y Brachyura presentes en el plancton del Canal del Beagle, Argentina, sobre la base de muestreos quincenales. Se incluye además una clave para la identificación de los estadios zoea al nivel taxonómico de especie. Entre septiembre de 1987 y marzo de 1989, se tomaron 304 muestras de plancton, la mayoría provenientes de lances oblicuos desde el fondo hasta la superficie del mar. El 85% de las muestras se tomaron a <60 m de profundidad. Las larvas estuvieron presentes sólo en primavera y en verano. Todos los taxa excepto dos presentaron una cohorte que provino de la eclosión de los huevos que ocurrió a comienzos de la primavera. *Munida* spp. y *Halicarcinus planatus* presentaron también una segunda cohorte durante el verano. Los taxa más abundantes fueron *Munida* spp. (312 larvas · 10 m⁻³), *Peltarion spinosulum* (288 larvas · 10 m⁻³), *H. planatus* (143 larvas · 10 m⁻³) y *Pagurus* spp. (79 larvas · 10 m⁻³), y representaron el 97% de las larvas recolectadas. Las larvas de Pinnotheridae, *Eurypodius latreillii*, *Libidoclaea granaria*, y *Paralomis granulosa* fueron aproximadamente un orden de magnitud menos abundantes que las anteriores. La abundancia relativa de las larvas se corresponde aproximadamente con la abundancia relativa de los estadios bentónicos de los respectivos taxones. La ausencia de ciertos estadios larvales o de ciertas especies (*Acanthocyclus albatrossis* y *Lithodes santolla*) podría ser debida a una distribución diferencial de las larvas de anomuros y braquiuros dentro del Canal del Beagle. En particular, debido a la ausencia de las larvas de Lithodidae en el plancton se plantea la hipótesis de que sean bentónicas o epibentónicas.

Palabras clave: Cangrejo, Atlántico sudoccidental, Pacífico sudoriental, Subantártida, desarrollo, antiboreal.

*Accepted July 17, 1998.

INTRODUCTION

In the southwestern Atlantic, studies on larvae of Crustacea Decapoda have only addressed taxonomical and/or biogeographical aspects, and were conducted in the Argentinean continental shelf and slope, between 36°S and 55°S latitude (e.g., Boschi, 1981; Bacardit, 1986). The available information comes from oceanographic surveys, carried out primarily to evaluate commercial fishery resources (e.g. Angelescu, 1981).

From the zoogeographic perspective, the Fuegian district is unique because of two facts. First, this is the only area where Atlantic and Pacific species mingle. However, this connection is relatively recent, since the current paths of interchange, i.e., the Magellan Strait and the Beagle Channel were covered by glaciers and became marine environments only 9,000 years ago (Rabassa *et al.*, 1986). Second, despite increasing isolation leading to an independent evolution of South American and Antarctic faunas, exchange of marine species between these two areas remains more intense than between other southern continents. Furthermore, Anomura and Brachyura decapods are virtually absent from the Antarctic benthos (Arntz *et al.*,

1994). Notwithstanding the potential ability of the planktonic larvae to spread out from the Magellanic province to Antarctica, the reasons for their absence constitute a scientific challenge.

This article represents the first contribution on the seasonal distribution, abundance and duration of the Anomuran and Brachyuran larval stages in the plankton of the Beagle Channel, Argentina, on the basis of a fortnightly sampling programme. Furthermore, I provide a key for the identification of zoeal stages of brachyuran and anomuran crabs.

MATERIAL AND METHODS

Studied area

The studied area of the Beagle Channel is located south of the city of Ushuaia and includes Bahía Ushuaia, the surrounding waters of the Bridges Islands, and Bahía Golondrina (Fig. 1). The Channel has an irregular sea-bottom carved by glaciers (Rabassa *et al.*, 1986), which probably provides abundant microhabitats and shelters for the benthic organisms. The temperature at 25 m depth varies seasonally between 5.4°C in August and 9.8°C in

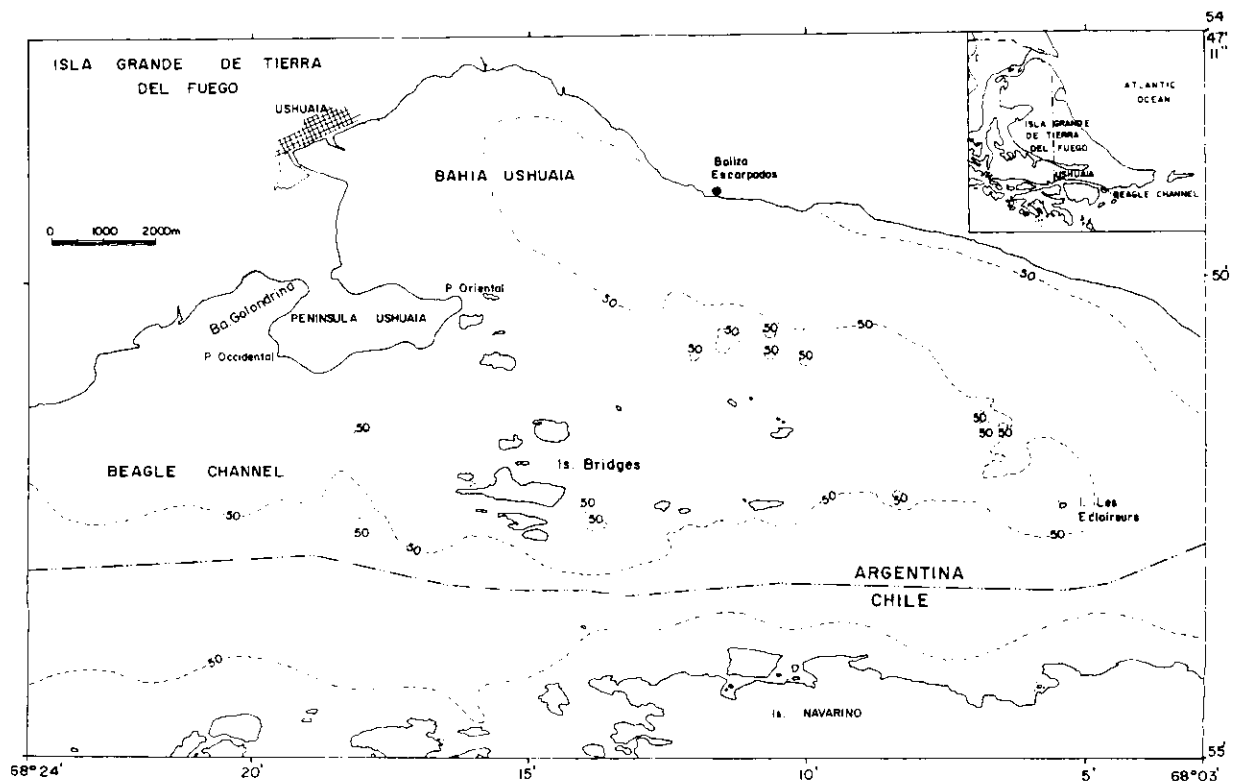


FIG. 1. Location of sampling. The dashed line indicates the 50 m isobath.



March, while the salinity at 25 m depth varies between and 27.0 g l⁻¹ in December and 31.2 g l⁻¹ in November (annual average salinity ± 1 SD at 25 m = 29.4 ± 1.1 g l⁻¹, own unpublished data). In the area of Bahía Golondrina and Bridges Islands, permanent currents are mainly from the southwest at a maximum of 2.6 and 15.6 cm s⁻¹ respectively (Balestrini *et al.*, 1990). In Bahía Ushuaia, a permanent current gyre moves westwards along the northern coast of the bay at 2.0 cm s⁻¹, and then progresses to the southeast along the southern coast at 16.3 cm s⁻¹.

Sampling procedures

Between September 1987 and March 1989 a total of 304 samples were taken roughly every two weeks at randomly selected sites, with a Hensen planktonic net of 0.4 m mouth-diameter with a mouth-reducing cone and a mesh of 200 µm. Between September 1987 and May 1988, vertical or oblique hauls were performed from the bottom to the sea-surface, so that the entire water column was sampled. Between June 1988 and March 1989, only oblique hauls of 10, 15 or 20 minutes of trawling (mainly 10 minutes) were performed at 3.7 km h⁻¹ from the sea-bottom to the surface. Later, tow time was converted into volume of filtered water by means of a calibration curve calculated from TSK-currentmeter data. On average, the volume of filtered water was 4.7 m³ haul⁻¹ (range: 1.1–6.7 m³ haul⁻¹). I am confident that estimations of densities were comparable since the filtration efficiency was very similar among all samples, e.g., trawling speed was precisely controlled and net clogging never occurred. Only hauls done after June 1988 were considered as quantitative, and only for these, density of larvae is presented.

Each sample was immediately fixed and preserved in 4% buffered formalin in sea-water. For each sample, all Anomura and Brachyura larvae were determined to the lowest taxonomic level and larval stage, and enumerated.

Larval identification

Three taxa could not be identified to the species level for lack of published descriptions. However, larvae were judged to be *Pagurus* spp. based on Scelzo (1976). Based on the absence/presence of uropods, *Pagurus* spp. zoeae were sorted into two stages of development: early (without uropods) and late (with uropods). The "early zoea" category probably includes the first two zoeal stages (*c.f.* Scelzo

and Boschi, 1969). Pinnotherid larvae were morphologically similar among themselves and were supposed to belong to a single taxon herein named Pinnotheridae. However, they did not concur with the available descriptions for *Pinnaxodes chilensis* (H. Milne Edwards, 1837) (see Schwabe, 1936; Gutierrez Martinez, 1971), which may be present in the Beagle Channel (Boschi, *et al.*, 1992). The taxonomy of *Munida subrugosa* Henderson, 1847 and *M. gregaria* (Fabricius, 1793) is a subject of controversy. The morphological features that distinguish adults of both species may depend on the habitat where individuals are found, i.e., pelagic vs. benthic (Williams, 1973; 1980). Adults of both species are present in the area (Vinueza, 1977; Rodriguez and Bahamonde, 1986; Boschi *et al.*, 1992; pers. obs.; but see Arntz *et al.*, 1996). Larvae of both species may be present simultaneously in the Beagle Channel (Bacardit, 1986), and they may be morphologically similar (Rayner, 1935). Hence, in the present study I decided to name the larvae *Munida* spp., although their characters coincided with those of *M. subrugosa* (Roberts, 1973).

RESULTS

A total of 304 plankton samples were obtained over the 18 months of sampling. Samples from depths shallower than 60 m represented 85% of the total number. Twenty-two samples were taken in Bahía Golondrina, 98 in Bahía Ushuaia (between Punta Oriental and Baliza Escarpados), and 184 at the Bridges Islands (Fig. 1). Of the 14 species of Anomura and Brachyura recorded for the Beagle Channel (*c.f.* Arntz *et al.*, 1996), at least 8 occurred in my samples. The following is a key for the identification of larvae expected to be found in the plankton samples of the Beagle Channel. This key is provided with the bibliographical references, in which the reader may find the original descriptions of larvae.

Key for identification of Anomura and Brachyura zoeae of the Beagle Channel

1. Dorsal spine on carapace 2
 - No dorsal spines on carapace 6
2. No lateral spines on carapace 3
 - One pair of lateral spines on carapace 4
3. One spine external to telson furca, rostral spine shorter than dorsal spine

- *Libidoclaea granaria* Milne Edwards and Lucas, 1842 (see Fagetti, 1969)
- No spines external to telson furca, rostral spine as long as dorsal spine
..... *Acanthocyclus albatrossis* Rathbun, 1898 (see Campodonico and Guzmán, 1973)
- 4. Lateral spines on the posterior margin of the carapace, directed postero-ventrally, as long as the rostral spine; last segment of pleon with lateral expansions; telson wide at base
..... Pinnotheridae
- Lateral spines at the mid-carapace, directed laterally, extending slightly past the margin of the carapace; telson narrow at base 5
- 5. Three spines external to telson furca.
..... *Eurypodius latreillii* Guérin, 1828 (see Bacardit, 1986)
- No spines external to telson furca
..... *Peltarion spinosulum* (White, 1843) (see Iorio, 1983)
- 6. Carapace globose with posterior projection covering one or two pleon somites, frontal spine directed ventrally, telson as typical furca
..... *Halicarcinus planatus* (Fabricius, 1775) (see Boschi *et al.*, 1969)
- Carapace oblong, frontal spine directed anteriorly, two posterior-lateral processes or spines; telson flat or concave 7
- 7. Rostrum wider at base, with serrations at tips; telson notably concave *Munida* spp. (see Roberts, 1973)
- Rostrum bare; telson flat or slightly concave . 8
- 8. Posterior carapace spines small. Telson slightly flat; 6 to 8 pairs of spinulose processes.

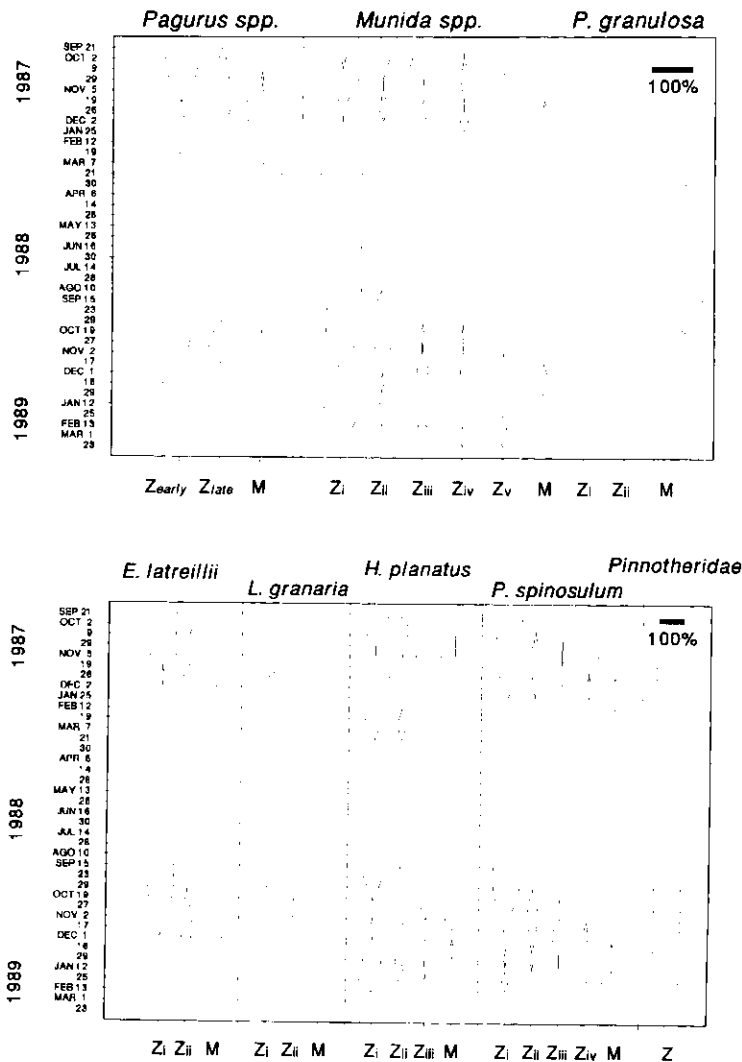


FIG. 2. - Percentage occurrence of larval stages of the anomuran (above) and brachyuran (below) larvae in the Beagle Channel, Argentina. The total of larvae of a given species on a given date of sampling represents 100%. References: Z: zoea; M: megalopa.

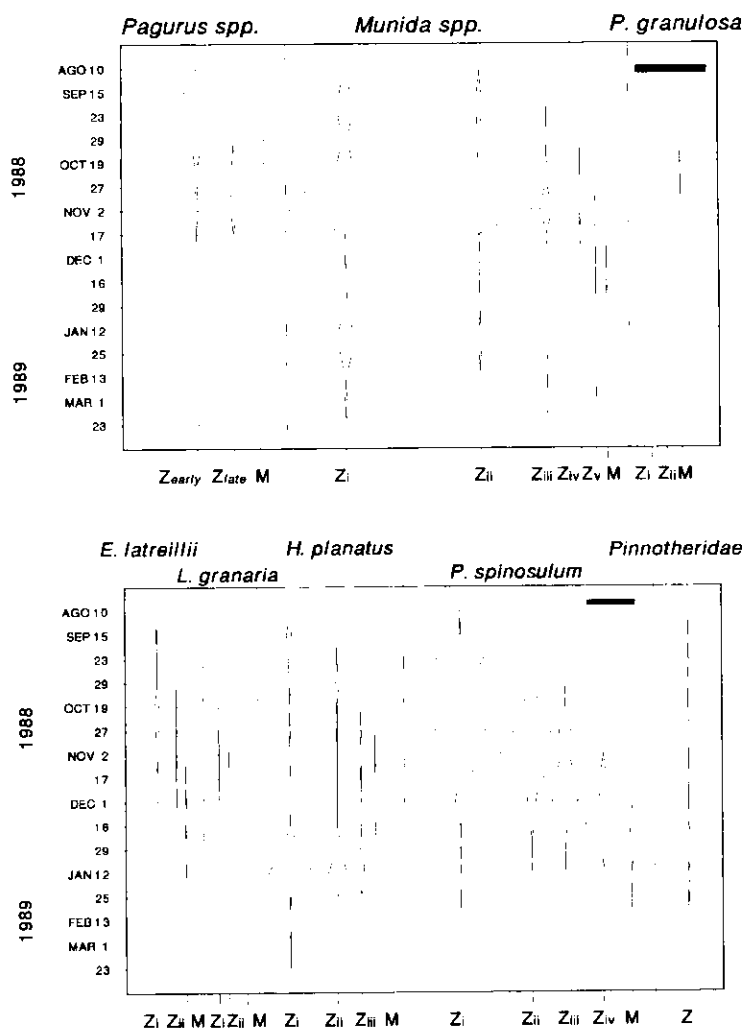


FIG. 3. - Average density of larval stages of the anomuran (above) and brachyuran (below) larvae in the Beagle Channel, Argentina. References: Z: zoea; M: megalopa. The scale bar represents 100 individuals · 10 m⁻³.

- *Pagurus* spp. (see Scelzo, 1976)
- Posterior carapace spines prominent. Telson concave with 9 to 11 pairs of spinulose processes. Small spines on abdominal somites 9
- 9. Posterior carapace spines wider and robust; dorsal spines on abdominal somites more developed; uropods in zoeae II and III
..... *Lithodes santolla* (Molina, 1782)
(see Campodonico, 1971)
- Posterior carapace spines and dorsal spines on abdominal somites less developed; no uropods.
..... *Paralomis granulosa* (Jacquinot, 1847)
(see Campodonico and Guzmán, 1981)

Seasonal Distribution

In the Beagle Channel, Anomura and Brachyura larvae exhibited a marked seasonal pattern of abun-

dance, and occur mainly in the spring and summer (Fig. 2). In 1987, eggs of the most common species had already hatched, when sampling was initiated in September 21. By the end of March 1988, no larvae were found in the Beagle Channel. In 1988, some zoeae I of *Munida* spp. appeared in June at a density of 0.2 individuals · 10 m⁻³, but larvae of other species were captured only starting in mid-September.

In terms of larval density, 4 of the 8 Anomura and Brachyura taxa together represented 97% of the total number of larvae collected in the 1988-1989 spring-summer (Fig. 3; Table 1). The average density for all species and stages combined was 5.4 larvae · 10 m⁻³ (range: 0.1-24.5 larvae · 10 m⁻³). The maximum density for all species combined was 625 larvae · 10 m⁻³ and occurred at the beginning of November 1988 (Fig. 3). Maximum densities for the

TABLE 1. - Total of larvae collected in 304 hauls between September 1987 and March 1989. The 100% of percentage frequency refers to the total of larval individuals caught per 1 m^3 . "Channel" refers to sampling done in the Channel system and West of Beagle and "S Beagle" to sampling done South of Beagle Channel in 1994 (see Gorny *et al.*, 1996). * refers to *L. smithii*.

Taxa	Total of larvae collected	Percentage frequency (N · 10 m ⁻³)	Percentage frequency of adults (Gorny <i>et al.</i> , 1996)	
			Channel	S Beagle
<i>Peltarion spinosulum</i>	4946	52	62	8
<i>Munida</i> spp.	3112	27	2	84
<i>Halicarcinus planatus</i>	764	11	-	<1
<i>Pagurus</i> spp.	1131	7	17	5
<i>Eurypodius latreillii</i>	191	2	16	5
Pinnotheridae	78	1	-	<1
<i>Libidoclaea granaria</i>	17	0.1	5*	-
Lithodidae	5	<0.1	-	<1
Total	10,244			

sampling period for larvae of all stages of *Munida* spp., *Peltarion spinosulum*, *Halicarcinus planatus*, and *Pagurus* spp. were 312, 288, 143, and 79 individuals · 10 m⁻³ respectively. Larvae of all stages of Pinnotheridae, *Eurypodius latreillii*, *Libidoclaea granaria* and *Paralomis granulosa* were about an order of magnitude less abundant, with maximum densities of 9.9, 9.5, 1.8 and 0.7 individuals · 10 m⁻³ respectively.

All but two taxa of Brachyura and Anomura hatch once a year in early spring, since complete larval cohorts were detected (Figs. 2 and 3). In summer 1987, only zoeae I of *Munida* spp. were caught, while in summer 1989 all zoeal stages were found. The spring 1988 cohort of *Munida* spp. was about an order of magnitude more abundant than the summer 1989 cohort (Fig. 3). Two cohorts of *Halicarcinus planatus* were detected: the first in spring and the other in summer (Fig. 2), and the summer cohort was at least one order of magnitude more abundant than the spring cohort (Fig. 3). The occurrence of *Pagurus* spp. larvae in the summer 1988 was occasional, since only one larva was caught in each of two hauls (Fig. 2).

DISCUSSION

In the Beagle Channel the time of larval hatching of Brachyura and Anomura taxa is clearly seasonal. Larvae occur at the beginning of the spring and the hatching frequency is annual, as occurs in the Argentinean continental slope south of 40°S (Bac-

ardit, 1986; Boschi, 1989). The exceptions to the annual hatching pattern are *Halicarcinus planatus* and *Munida* spp., which clearly exhibited two cohorts. Similarly, in the Kerguelen Islands (70°E; 50°S) larvae of *H. planatus* occur during November-March, but the seasonality of larval stages was not reported (Richer de Forges, 1977). By contrast, in the Argentinean continental shelf, *H. planatus* larvae occur only during spring (Bacardit, 1986). My results suggest that in the Beagle Channel larval development of *Munida* spp. is variable: the spring cohort is more abundant, develops normally and reaches the megalopal stage, while the summer cohort may fail to fully develop, as in the case near the Islas Malvinas (Falklands) (Rayner, 1935; Bacardit, 1986). Similarly, in the southwestern Pacific, *M. gregaria* zoeae I that emerge late in the season may not develop further (Zeldis, 1985). In the Beagle Channel, it is essential to resolve the differential pattern of distribution and reproductive cycles of *Munida subrugosa* and *M. gregaria* before positing any hypothesis about larval seasonality.

The percentage occurrence of the Anomura and Brachyura larvae showed in this study coincides roughly with the percentage occurrence of adults. *Peltarion spinosulum* is the dominant species since frequencies of occurrence of both larvae and adults are high (Table 1). Larvae of *Munida* spp. and *Halicarcinus planatus* represented together 38% of total larvae collected, although benthic stages of these species were not well represented in the 1994 samples from the Channel system and Beagle Channel (Gorny *et al.*, 1996). This was probably because *H. planatus* is more abundant in the inter- and subtidal environments, which were not sampled in 1994. Although *Munida subrugosa* was very scarce in the Channel System during the 1994 sampling (Gorny *et al.*, 1996), we have recently recorded that in spring and summer and in terms of numbers, *M. subrugosa* is the most important species in shallow waters (<50 m depth) of the Beagle Channel near Ushuaia (unpubl. results). Its seasonal abundance is also reflected in the diet of the omnivorous fish *Eleginops maclovinus* (Valenciennes, 1830) (see Isla and San Román, 1995). Therefore, the relative abundance of larvae of this species agrees with the relative abundance of benthic stages.

On average, decapod larvae were less abundant in the Beagle Channel than in the Antarctic. Average density in the Beagle Channel was about one order of magnitude lower than the average density of 41 individuals · 10 m⁻³ reported for the 4 Antarctic



Caridea (Piatkowski, 1987). However, maximum densities of $600 \text{ larvae} \cdot 10 \text{ m}^3$ of the Antarctic shrimp *Notocrangon antarcticus* (Pfeffer, 1887) are comparable with maximum average densities found in November 1988 in the Beagle Channel. Since Caridea larvae were not considered in the present study, no further comparison is feasible.

Certain larvae were difficult to identify to the specific level because larval development of some species is not known and/or the presence of certain species was only recently reported (c.f. Arntz and Gorny, 1996). Three species of *Pagurus* may occur in the Beagle Channel, and larvae caught during this study probably belong to any or all of them. *Pagurus comptus* White, 1847 is the most abundant species, while *P. gandichaudii* H. Milne Edwards, 1836 is a scarce one (Gorny *et al.*, 1996; pers. obs.). *Pagurus forceps* may also occur in the Beagle Channel, since it was reported off the Staten Island and south of the Navarino Island (Yaldwin, 1958). Larvae classified as *Libidoctaea granaria* agreed with the description presented by Fagetti (1969). However, *L. smithii* (Miers, 1886) also occurs in the Channel system and Beagle Channel (Gorny *et al.*, 1996). Its larval development is unknown, and morphological differences between larvae of the two species may be subtle. Therefore, a certain degree of uncertainty may be associated with the classification of *Libidoctaea* spp. larvae. Pinnotheridae species probably present in the Beagle Channel are *Pinnixa valdiviensis* Rathbun, 1907, *Pinnaxodes chilensis*, and *Pinnotherelia laevigata* Milne Edwards and Lucas, 1843 (see Boschi *et al.*, 1992; Gorny *et al.*, 1996). Larvae collected during the present study did not agree with the description of *P. chilensis* larvae (c.f. Gutierrez-Martinez, 1971), and the presence in the Beagle Channel of *P. laevigata* has not yet been confirmed. Hence, pinnotherid larvae collected during the present study probably belonged to *Pinnixa valdiviensis*. Moreover, despite their absence in an extensive sampling (Fenucci, 1975), the presence of *P. valdiviensis* south of the Beagle Channel was confirmed by Gorny *et al.* (1996), and my results support their occurrence in the Beagle Channel.

The absence of certain larval stages or larvae of certain species from the plankton probably indicates their differential distribution within the Beagle Channel. During this study, *Libidoctaea granaria* megalopae were not caught and zoeae II were caught only once during spring 1988 (Fig. 3). In the Beagle Channel, benthic stages of *Libidoctaea* spp. occur in waters $>200 \text{ m}$ deep (pers. obs.; Gorny *et*

al., 1996). As in other majid species, the bathymetric distribution of larvae may change with larval development, i.e., late stages close to settlement may have a depth-distribution similar to the benthic stages (e.g. Kon, 1980). Therefore, the occurrence of *Libidoctaea* spp. larvae may have been misjudged, since my sampling was conducted mainly in waters shallower than 60 m depth. Larvae of *Acanthocycclus albatrossis* were absent from my samples, although benthic stages occur at high densities ($\sim 50 \text{ individuals} \cdot \text{m}^2$) in some mussel beds in the eastern Beagle Channel ($67^\circ 18' \text{ W}$; $54^\circ 53' \text{ S}$; pers. obs.). Hence, I suggest that their absence near Ushuaia may be due to the dominant eastwards currents (Balestrini *et al.*, 1998), which prevent larvae from entering the western sector of the Beagle Channel through the Paso MacInlay.

Some *P. granulosa* larvae were found in October 1988 and none of *L. santolla* were caught. Larval absence markedly contrasts with the abundance of benthic stages in shallow waters $<50 \text{ m}$ deep, which have supported fishery since the 1960s. However, the 7% of ovigerous females of *L. santolla* reported for 1988 (Lovrich, 1997) may partially explain the absence of larvae from plankton samples. Lithodid larvae also were missing from plankton samplings conducted previously in the Beagle Channel and in the Argentinean continental shelf and slope (Boschi *et al.*, 1984; Bacardit, 1986), where about 90% of females were ovigerous (Vinuesa and Lovrich, unpubl. results). Similarly, in the eastern Bering Sea, *L. aequispinus* Benedict, 1894 larvae were absent from plankton samples since they are more benthic than planktonic in habit (Jewett *et al.*, 1985), while larvae of its sympatric *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) and *P. platypus* (Brandt, 1850) were present (Somerton and Otto, 1986). In laboratory cultures, larvae of *P. granulosa*, *L. santolla*, *L. aequispinus* and *L. maja* Linnaeus, 1758 have a marked demersal behavior (Vinuesa *et al.*, 1985; 1989; Shirley and Zhou, 1997; K. Anger, pers. comm.). Hence, I hypothesize that in the Beagle Channel lithodid larvae have benthic or epibenthic habits which make these larvae difficult to obtain by means of conventional methods of plankton sampling.

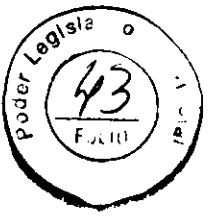
ACKNOWLEDGEMENTS

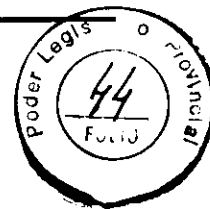
I am grateful to Claudio Mattenet, Pedro Medina and Carlos Cantú for their assistance in the field. This project was funded by the Consejo Nacional de Inves-

tigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) by PID N° 309900/85 granted to Dr. J. H. Vinuesa. Drs. D. Boltovskoy, E. Boschi, M. Gorny, B. Sainte-Marie, J.H. Vinuesa, and H. Zaixso provided helpful comments on different versions of the manuscript. The author is a Researcher of the Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

REFERENCES

- Angelescu, V. - 1981. Campañas de investigación pesquera realizadas en el Mar Argentino por los B/I "Shinkai Maru" y "Walther Herwig" y el B/P "Marburg", años 1978 y 1979. Resultados de la parte argentina. *Contrib. INIDEP*, 383: 1-339.
- Arntz, W. and M. Gorny. - 1996. Cruise report of the Joint Chilean-German-Italian Magellan "Victor Hensen" Campaign in 1994. *Ber. Polarforsch.*, 190: 1-113.
- Arntz, W.E., T. Brey and V.A. Gallardo. - 1994. Antarctic zoobenthos. *Oceanog. Mar. Biol.: Ann. Rev.*, 32: 241-304.
- Arntz, W.E., M. Gorny, I.S. Wehrmann, M. Lardies and R. Soto. - 1996. Crustacea Decapoda: Summary report. In: W.E. Arntz and M. Gorny (eds): *Cruise report of the Joint Chilean-German-Italian Magellan "Victor Hensen" Campaign in 1994*. *Ber. Polarforsch.*, 190: 57-60.
- Bacardit, R. - 1986. *Larvas de Crustacea Decapoda del mar patagónico argentino, incluyendo el talud continental, avances a la Tierra del Fuego e Islas Malvinas. Aspectos morfológicos, ecológicos y filogenéticos*. Ph. D. thesis, Univ. Buenos Aires.
- Balestrini, C.F., J.H. Vinuesa, G.A. Lovrich, C.E. Mattenet, C.E. Cantú and P.V. Medina. - 1990. Estudio de corrientes en los alrededores de la Península Ushuaia. *Contrib. Cienc. CADIC*, 10: 1-33.
- Balestrini, C.F., G. Manzella and G.A. Lovrich. - 1998. Simulación de corrientes en el Canal Beagle y Bahía Ushuaia, mediante un modelo bidimensional. *Serv. Hidrogr. Naval. Informes Téc.*, 98: 1-58.
- Boschi, E.E. - 1981. Larvas de Crustacea Decapoda. In: D. Boltovskoy (ed.): *Atlas del zooplancton del Atlántico suboccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. pp. 699-758. Publ. Espec. INIDEP, Mar del Plata.
- Boschi, E.E., D.A. Bertuche and J.G. Wyngaard. - 1984. Estudio biológico pesquero de la centolla (*Lithodes antarcticus*) del Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. *Contrib. INIDEP*, 441: 1-72.
- Boschi, E.E., C.E. Fischbach and M.J. Iorio. - 1992. Catálogo ilustrado de los crustáceos estomatópodos y decápodos marinos de Argentina. *Frete Marítimo*, 10 A: 7-94.
- Boschi, E.E., M.A. Scelzo and B. Goldstein. - 1969. Desarrollo larval del cangrejo *Halicarcinus planatus* (Fabricius) (Crustacea, Decapoda, Hymenosomidae), en el laboratorio, con observaciones sobre la distribución de la especie. *Bull. Mar. Sci.*, 19(1): 225-242.
- Campodonico, I. - 1971. Desarrollo larval de la centolla *Lithodes antarcticus* Jacquinet en condiciones de laboratorio. *Ans. Inst. Pat.*, 2: 181-190.
- Campodonico, I. and L. Guzmán. - 1973. Contribución a la biología de *Acanthocyclus albatrossis* Rathbun 1898. *Ans. Inst. Pat.*, 4: 374-416.
- Campodonico, I. and L. Guzmán. - 1981. Larval development of *Paralomis granulosa* under laboratory conditions. *Crustaceana*, 40(3): 278-285.
- Fagetti, E. - 1969. The larval development of the spider crab *Libinia clava granaria* H. Milne Edwards and Lucas under laboratory conditions (Decapoda Brachyura; Majidae; Pisinae). *Crustaceana*, 17: 131-140.
- Fenucci, J.L. - 1975. Los cangrejos de la familia Pinnotheridae del litoral argentino (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Physis Secc. A*, 34 (88): 165-184.
- Gorny, M., W.E. Arntz and R. Soto. - 1996. Crustacea Decapoda: Report on the anomuran and brachyuran crabs. In: W.E. Arntz and M. Gorny (eds): *Cruise report of the Joint Chilean-German-Italian Magellan "Victor Hensen" Campaign in 1994*. *Ber. Polarforsch.*, 190: 60-63.
- Gutiérrez-Martínez, J. - 1971. Notas biológicas sobre *Pinnaxodes chilensis* (M. Edwards) y descripción de su primera Zoca (Crustacea, Decapoda, Anomura). *Mus. Nac. Hist. Nat. Santiago (Chile)*, 176: 3-10.
- Iorio, I. - 1983. Estadios larvales del cangrejo *Peltarion spinosulum* (White) (Crustacea, Decapoda, Brachyura, Atelecyclidae). *Physis Secc. A*, 41 (101): 143-156.
- Isla, M.S. and N.A. San Román. - 1995. Alimentación de *Eleginops maclovinus* (Pisces, Notothenidae) en el Canal Beagle, Argentina. *Nat. Patag. C. Biol.*, 3: 107-127.
- Jewett, S.C., N.A. Sloan and D.A. Somerton. - 1985. Size at sexual maturity and fecundity of the fjord-dwelling golden king crab *Lithodes acquispina* Benedict from northern British Columbia. *J. Crust. Biol.*, 5: 377-385.
- Kon, T. - 1980. Studies on the life history of the zuwai crab, *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius). *Spec. Publ. Sado Mar. Biol. Stm., Niigata Univ. Ser.*, 2: 64 p. (in Japanese). *Can. Transl. Fish. Aquat. Sci.*, 5634: 1-125.
- Lovrich, G.A. - 1997. La pesquería mixta de centollas *Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa* (Anomura: Lithodidae) en Tierra del Fuego, Argentina. *Invest. Mar., Valparaíso*, 25: 41-57.
- Piatkowski, U. - 1987. Zoogeographische Untersuchungen und Gemeinschaftsanalysen an antarktischen Makroplankton. *Ber. Polarforsch.*, 34: 1-150.
- Rabassa, J.O., C. Heusser and R. Stuckenrath. - 1986. New data on Holocene sea transgression in the Beagle Channel: Tierra del Fuego, Argentina. *Quat. South Amer. Antarct. Peninsula*, 4: 291-309.
- Rayner, J.W. - 1935. The Falkland species of the crustacean genus *Munida*. *Discovery Rep.*, 10: 209-245.
- Richer de Forges, B. - 1977. Etude du crabe des Iles Kerguelen *Halicarcinus planatus* (Fabricius). *CNFRA*, 42: 71-133.
- Roberts, P.E. - 1973. Larvae of *Munida subrugosa* (White, 1847), from Perseverance Harbour, Campbell Island. *J. Royal Soc. New Zealand*, 3(3): 393-408.
- Rodríguez, L. and R. Bahamonde. - 1986. Contribución al conocimiento de *Munida subrugosa* (White, 1847) en la XII Región, Chile. In: P. Arana (ed.): *La pesca en Chile*, pp. 283-296. Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso.
- Scelzo, M.A. - 1976. Larvas de los crustáceos decápodos anomuros identificadas en las aguas marinas argentinas. *Physis Secc. A*, 35(90): 37-45.
- Scelzo, M.A. and E.E. Boschi. - 1969. Desarrollo larval del cangrejo crmitaño *Pagurus exilis* (Benedict) en laboratorio (Crustacea, Anomura, Paguridae). *Physis Secc. A*, 29 (78): 165-184.
- Schwabe, G.H. - 1936. Investigaciones sobre *Loxechinus albus* Mol. y *Pinnotheres chilensis* Edw. *Bol. Soc. Biol. Concepción (Chile)*, 10: 125-136.
- Shirley, T.C. and S. Zhou. - 1997. Lecithotrophic development of the golden king crab *Lithodes acquispinus* (Anomura: Lithodidae). *J. Crust. Biol.*, 17(2): 207-216.
- Somerton, D.A. and R.S. Otto. - 1986. Distribution and reproductive biology of the golden king crab *Lithodes acquispina*, in the eastern Bering Sea. *Fish. Bull. U.S.*, 84: 571-584.
- Vinuesa, J. H. - 1977. Aportes al conocimiento de los crustáceos decápodos de Tierra del Fuego con algunas observaciones zogeográficas. *Physis Secc. A*, 36 (92): 9-19.
- Vinuesa, J.H., L. Ferrari and R.J. Lombardo. - 1985. Effects of temperature and salinity on larval development of southern king crab (*Lithodes antarcticus*). *Mar. Biol.*, 85(1): 83-88.
- Vinuesa, J.H., G.A. Lovrich and L.I. Comoglio. - 1989. Temperature-salinity effects on the development of false southern King Crab (*Paralomis granulosa*). *Thalassas*, 7: 51-56.
- Williams, B.G. - 1973. The effect of the environment on the morphology of *Munida gregaria* (Fabricius). *Crustaceana*, 24: 197-210.
- Williams, B.G. - 1980. The pelagic and benthic phases of post-metamorphic *Munida gregaria* (Fabricius) (Decapoda, Anomura). *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 42: 125-141.
- Yaldwyn, J.C. - 1958. Decapod Crustacea from the subantarctic seal and shag stomachs. *Rec. Dom. Mus.*, 3: 121-127.
- Zeldis, J.R. - 1985. Ecology of *Munida gregaria* (Decapoda, Anomura): distribution and abundance, population dynamics and fisheries. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 22: 77-99.





Reproductive potential of the lithodids *Lithodes santolla* and *Paralomis granulosa* (Anomura, Decapoda) in the Beagle Channel, Argentina*

GUSTAVO A. LOVRICH and JULIO H. VINUESA

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC), CC 92, 19410 Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina. E-mail: lovrich@satlink.com

SUMMARY: Lithodidae is the only group of reptant decapods that occurs in Antarctic waters and has been particularly abundant in the Beagle Channel, Straits of Magellan and south to 50° S. Because of their abundance in coastal waters, the sympatric *Lithodes santolla* and *Paralomis granulosa* have constituted a mixed fishery since the 1930s. The two species differ markedly in their reproductive potential. *Lithodes santolla* is large (maximum size of 190 mm carapace length, CL, and 8 kg weight), has a generation time of 6 yrs., the reproductive cycle is annual and females carry between 5,000-60,000 eggs per female per clutch. In their life span, *L. santolla* females produce 6 times more eggs than *P. granulosa* females. *Paralomis granulosa* is smaller than its relative (maximum 115 mm CL and 1.5 kg weight), and has a slower growth rate, resulting in a generation time of 12 yrs. The reproductive cycle is biennial and females carry between 800-10,000 eggs per female per clutch. Moreover, the reproductive potential of *P. granulosa* is reduced because an important proportion of the largest and more prolific females of the population do not carry eggs. In other terms, in one generation time of *P. granulosa*, two complete generations of *L. santolla* are produced, and compared to other Subantarctic lithodids *L. santolla* is the most prolific species. The higher reproductive potential of *L. santolla* probably confers to this species the ability to recover more rapidly from an overfishing situation.

Key words: crab, fecundity, growth, life history traits, southwestern Atlantic, southeastern Pacific, Tierra del Fuego.

RESUMEN: POTENCIAL REPRODUCTIVO DE LOS LITODIDOS *LITHODES SANTOLLA* Y *PARALOMIS GRANULOSA* (ANOMURA, DECAPODA) EN EL CANAL DEL BEAGLE, ARGENTINA. Lithodidae es el único grupo de crustáceos reptantes presente en aguas antárticas y ha sido particularmente abundante en el Estrecho de Magallanes, Canal del Beagle y al sur de los 50° de latitud. Debido a su abundancia en aguas costeras, las especies simpátricas *Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa* han constituido una pesquería mixta desde la década de 1930. Ambas especies difieren en su potencial reproductivo. *Lithodes santolla* es más grande (tamaño máximo de 190 mm de largo de caparazón, LC, y 8 kg de peso), su tiempo de generación es de 6 años, el ciclo reproductivo es anual y las hembras llevan entre 5,000-60,000 huevos por puesta. Durante su vida reproductiva, las hembras de *L. santolla* producen 6 veces más huevos que las hembras de *P. granulosa*. Los individuos de esta especie son más pequeños (tamaño máximo 115 mm LC y 1,5 kg de peso), y tienen una tasa de crecimiento más lenta, que resulta en un tiempo de generación de aproximadamente 12 años. El ciclo reproductivo es bienal y las hembras llevan entre 800-10,000 huevos por puesta. Además, el potencial reproductivo de *P. granulosa* está reducido porque una proporción importante de las hembras más grandes, y consecuentemente más prolíficas, no portan huevos. En otros términos, en el transcurso de un tiempo de generación de *P. granulosa* se producen dos generaciones completas de *L. santolla*. Asimismo, comparada con otros litodidos subantárticos *L. santolla* es la especie más prolífica, y comparativamente con *P. granulosa*, su potencial reproductivo más alto la capacitaría para recuperarse más rápidamente de una situación de sobrepesca.

Palabras clave: Cangrejo, fecundidad, crecimiento, ciclo de vida, Atlántico suroeste, Pacífico sureste, Tierra del Fuego.

*Accepted October 23, 1998.

INTRODUCTION

Lithodidae is the only group of reptant decapods that occurs in Antarctic waters. Only one species, *Lithodes murrayi* Henderson, 1888 was found in the Bellingshausen Sea (Klages *et al.*, 1995) and in the Subantarctic waters off the Crozet Islands (Arnaud, 1971). By contrast, lithodids -stone or king crabs- were very abundant in the Subantarctic benthos, especially in the Magellan region. Among the 11 species of lithodid crabs that occur on Antarctic and Subantarctic waters, 7 species occur in the southern tip of South America. *Lithodes santolla* (Molina, 1782) and *Paralomis granulosa* Jacquinot, 1847 occurred at high densities between 2 and 50 m deep in the Straits of Magellan, Beagle Channel, and the Pacific channels south to 50° S. Such high densities have encouraged the development of a fishery since the 1930s, which affected negatively the populations (Campodonico *et al.*, 1983; Campodonico and Hernández, 1983; Bertuche *et al.*, 1990; Lovrich, 1997a and references therein). *Lithodes turkayi* Macpherson, 1988 is the third species that rarely occurs in the Magellan Straits and the Beagle Channel, at >70 m depth (identified as *L. murrayi* by Campodonico and Guzmán, 1972; Vinuesa *et al.*, this issue). *Lithodes confundens*, Macpherson 1988 occurs on the Atlantic continental shelf near the eastern entrance of the Straits of Magellan (Lovrich *et al.*, 1998b) and off the Islas Malvinas (Falkland Is.), and in the Straits of Magellan near Punta Arenas (Macpherson, 1988). *Paralomis spinosissima* Birstein and Vinogradov, 1972, *P. formosa* Henderson, 1888, and *Neolithodes diomedae* (Benedict, 1894) occur south of the Antarctic Convergence, off South Georgia Islands (Macpherson, 1988; Otto and MacIntosh, 1996). However, *N. diomedae* is the only one of these species that occurs further north off the Pacific coast up to 5° S, and has been landed and sold in Puerto Montt at about 42° S (Vinuesa pers. obs.).

Knowledge on the biology of lithodids has arisen from the interest in their fishing and with the purpose of an efficient management of the populations. Therefore, most of the available information is related with the reproduction and life history of the current or potentially exploited species. By contrast, only the occurrences of less abundant or smaller species with no commercial interest were reported, as for example the other Subantarctic lithodids *Paralomis birsteini* Macpherson, 1988, *P. aculeata* Henderson, 1888 or *P. anamerae* Macpherson, 1988.

In this article, we summarize the available information on the life history and reproductive potential of *Lithodes santolla* and *Paralomis granulosa* in the Beagle Channel, Argentina.

RESULTS

The biology of the lithodids in the Beagle Channel

Both species are very different in their morphology. The body of *Lithodes santolla* is covered with spines and males may attain a maximum size of 190 mm of carapace length (CL) and 8 kg weight (Vinuesa, 1990). By contrast, *P. granulosa* is smaller, its body is covered by clusters of granules and males reach a maximum size of 115 mm CL and 1.5 kg weight (unpublished data). In the following, we summarize the main life history traits for both species. Literature sources from where the information proceeds are detailed in Table 1.

The biology of *Lithodes santolla*

In late November-early December, the reproductive cycle of *L. santolla* begins with female molting (Vinuesa, 1990). The precopulatory embrace and mating occur between a male with an old shell and a female recently molted and slightly smaller than her couple. Mating pairs may be found in the population for approximately a month (unpubl. data). As in other lithodids (Powell and Nickerson, 1965), fertilization is external and occurs immediately after female oviposition. Eggs are carried by females and the embryogenesis lasts approximately 9-10 mo. Fecundity (number of eggs per brood) increases with female size, between 5,500 and 60,000 eggs (Table 1). Larval hatching occurs between mid September and October, without significant annual variation (unpubl. data). Larvae are lecithotrophic (Oyarzún, 1992) or facultative lecithotrophic (Comoglio and Vinuesa, 1991), pass through three zoeal and one glaucothoe -or megalopal- stages (Campodonico, 1971), and metamorphose to the first benthic crab stage, which is about 1.5 mm CL (Oyarzún, 1992). The entire larval period lasts about 35-55 days at 7-8°C (Vinuesa *et al.*, 1985; Oyarzún, 1992). At temperatures <7°C, the glaucothoe does not succeed in molting to the juvenile stage (Oyarzún, 1992).

Molt frequency of *L. santolla* decreases with age: during the first year, crabs molt 6-7 times, during the second year, 4-5 times, and during the third



TABLE 1. Summary of life-history traits of the sympatric *Lithodes santolla* and *Paralomis granulosa* mainly in the Beagle Channel, Argentina. Numbers in superscript indicate bibliographic references: 1: Bertuche *et al.*, 1990; 2: Boschi *et al.*, 1984; 3: Campodonico, 1984; 4: Campodonico and Guzmán, 1981; 5: Campodonico *et al.*, 1983; 6: González, 1971; 7: Guzmán and Ríos, 1986; 8: Lovrich, 1997a; 9-10: Lovrich and Vinuesa, 1993; 1995, respectively; 11: Lovrich *et al.*, 1998; 12: Oyarzún, 1992; 13-15: Vinuesa, 1982; 1984; 1987, respectively; 16: Vinuesa and Labal, in press; 17-20: Vinuesa *et al.*, 1985; 1989; 1990 and 1991, respectively. (?) indicates uncertain information, CL: carapace length.

Trait	<i>Lithodes santolla</i>	<i>Paralomis granulosa</i>
Mating frequency	annual, December ^{14,15}	biennial, October ^{9,10}
Fecundity (eggs/female)	5,500-60,000 ^{17,18}	800-10,000 ^{15,9,10}
Embryogenesis	9-10 mo ¹⁵	18-22 mo ¹⁰
Maximum egg size (diameter)	2.1 mm ¹⁵	1.9 mm ¹⁰
Zoeal size at hatching	2.0 mm CL ¹⁵	2.1 mm CL ¹¹
Number of zoeal stages	3 ¹⁵	2 ¹¹
Larval development (zoeal + megalopal)	23-26 ¹⁵ + 30 d ¹²	18-21 ¹¹ + 2
Larval hatching	September-October ¹⁴	June-August ¹⁰
Size at morphometric maturity (males)	90-99 mm CL ¹²	57 mm CL ¹⁰
Size at gonadic maturity (females)	75 mm CL ¹⁴	61 mm CL ¹⁰
Age at gonadic maturity	5 yrs ^{19,20}	9-10 yrs (?) ¹⁰
Duration of the oogenesis	2 yrs ^{14,19}	>3 yrs (?) ¹⁰
Legal size	110 mm CL	82 mm CL
Age at legal size	8-9 yrs ⁸	15 yrs (?) ⁸
Relative abundance (crabs per trap)	1.8 in 1996 ¹⁶ 11.6 in 1975 ¹¹	38 in 1970 ⁶ 105 in 1997 ¹¹

year, 3 times. Three years old crabs are about 50 mm CL (Vinuesa *et al.*, 1990). Thereafter, males molt twice a year until they reach morphometric maturity (defined as the change in the allometric relationship between carapace and claw size), i.e., at 5 yrs. age, and 90-99 mm CL (Table 1). In the fourth year, females begin the ovarian maturation and thus, molt annually (Vinuesa *et al.*, 1991). Gonadal maturity (in males defined as the presence of spermatozoa in the deferent ducts, and in females as the presence of embryos attached to pleopods) is reached at 60-75 mm CL in males, and at 66-87 mm CL in females (Table 1; Vinuesa, 1984). In females, oogenesis lasts *ca.* 24 mo (Vinuesa and Labal, in press). After gonadal maturity, females continue to molt annually (Vinuesa *et al.*, 1991), and after morphometric maturity males apparently continue molting biannually until they reach 110 mm CL (pers. obs.). Males enter the fishery at 110 mm CL and males >150 mm CL probably molt biennially (Geaghan, 1973).

The biology of *Paralomis granulosa*

During October-November, the reproductive cycle begins with courtship and mating, between an old-shelled male and a recently molted female that is smaller than her couple (unpubl. data). The fertilization is external and the female broods the embryos attached to pleopods between 18 and 22 mo (Table 1). Fecundity varies between 800 and 10,000 eggs, increasing with female size. However, *ca.* 50% of

the females >80 mm CL do not carry eggs although their ovaries are well developed (Hoggarth, 1993; Lovrich, 1997a). In the Beagle Channel, larval hatching occurs mainly during winter (June to August), almost two years after mating (Lovrich and Vinuesa, 1993). Larval development seems to be shorter than in *L. santolla*, since the 2 zoeal stages last 18-21 days at 8 or 5°C, respectively (Table 1). However, there is no information about the duration of the glaucothoe stage, the entire larval development in the natural environment, and growth from the first crab stage to the stage of *ca.* 10 mm CL. During the immature phase, growth is slow. The smaller crabs (10-40 mm CL) molt twice a year: in winter and summer, while crabs >40 mm CL molt only in summer. During the immature phase, percentage of growth per molt is constant and 12.4 % irrespective of crab size (Lovrich and Vinuesa, 1995). At this rate of growth, we suspect that gonadal maturity would be reached at *ca.* 10 yrs age (Lovrich, 1997a).

Males attain gonadal maturity at 50.2 mm CL, and females at 60.6 mm CL. Morphometric maturity is reached at 57 mm CL in males and at 66.5 mm CL in females (Table 1; Lovrich and Vinuesa, 1993). By molting once after gonadal maturity, males attain morphometric maturity (Lovrich and Vinuesa, 1995). Males enter the fishery attaining the legal size of 82 mm CL at an approximate age of 15 yrs (Lovrich, 1997a). Male molting is supposed to be annual and probably biennial when males are >80 mm CL (Hoggarth, 1993; Lovrich, 1997a).

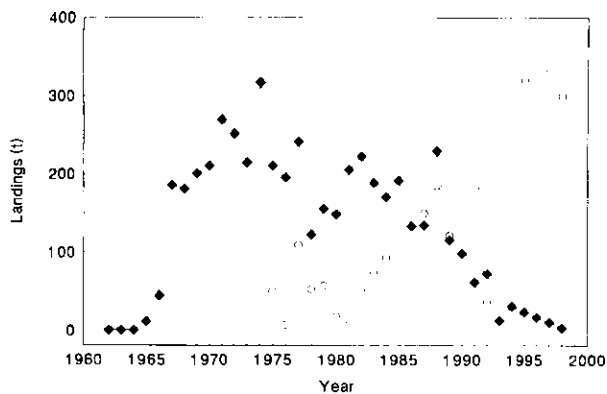


FIG. 1. Landings of *Lithodes santolla* (◆) and *Paralomis granulosa* (○) in Ushuaia, Argentina. Landings for 1998 were forecasted with the available data until July 1998, i.e., 6 out of 10 mo of the fishing season. Source: Dirección de Recursos Naturales, Province of Tierra del Fuego.

The fishery and fishing mortality

In the Argentinean Beagle Channel, the fishery began in the late 1950s. This fishery has contributed about 10% of the total landings from Argentina and Chile (Lovrich, 1994). Although both species were initially abundant, the target species was exclusively *L. santolla*. It was fished with tangle nets which were very selective and captured only this species (González, 1971). In 1975, with the imposition of the trap as the unique fishing gear, *P. granulosa* appeared as bycatch, and usually <50 t per year were landed (Fig. 1). When landings of *L. santolla* started to decline after 1984, the fishery for *P. granulosa* began to develop, but the magnitude of landings was constrained by the international demand for *P. granulosa*. In the last 4 years, the scenario of the fishery has inverted: the target species has been *P. granulosa* and landings peaked in 1996, whereas *L. santolla* has been so scarce that it became the bycatch of the fishery.

Several indirect evidences indicate that fishing has been the main factor of mortality and the cause of the density reduction in the populations of lithodid crabs of the Beagle Channel (Campodonico and Hernández, 1983; Bertuche *et al.*, 1990; Vinuesa, 1990; Lovrich, 1997a). Since *L. santolla* has been continuously fished, the effects of the fishery on its population were more evident than on *P. granulosa*. Between 1975 and 1996 the population of *L. santolla* underwent significant decreases in (1) the relative abundance (Table 1), (2) the proportion of legal males, (3) the proportion of ovigerous females, and (4) the mean size of the size frequency distributions of males and females. The only stock assessment of

the population of the Beagle Channel was done in 1980-1981 after 14 yrs of annual landings of ≥ 200 t (Boschi *et al.*, 1984), and was roughly coincident with the start of the decline of landings. Hence in 1980-81, crabs were probably less abundant than before the fishery developed, i.e., in the 1950s. On average, the density of *L. santolla* ≥ 60 mm CL was $3.1 \text{ crab} \cdot 100 \text{ m}^2$ and the relative abundance was 9.3 crabs per trap (Boschi *et al.*, 1984).

Density estimations of *P. granulosa* are still needed, and reported relative abundances are scarce. In 1970, the relative abundance in the Beagle Channel was 38 crabs per trap (González, 1971), whereas in 1996 and 1997 it was 66 and 105 crabs ≥ 55 mm CL per trap, and 19 and 16 legal crabs per trap, respectively (Table 1; Lovrich 1997b; Lovrich *et al.*, 1998a). However, there is some evidence of the negative influence of the fishery on the population. In the Straits of Magellan between 1979 and 1984-86, after intensive fishing, there were decreases in (1) the ~60% of the biomass of legal sized-crabs, (2) the relative abundance of landed crabs (probably > 75 cm CL) from 9.5 to 4 kg per trap, and (3) the mode of male size distributions from 92 to 74 mm CL (Campodonico *et al.*, 1983; Díaz and Alvarado, 1986).

Reproductive potential

In crustaceans, the reproductive potential has been quantified in terms of fecundity, age at maturity, fishing mortality, proportion of females in each size class, and growth of individuals in a population (Campbell and Robinson, 1983; Shields, 1991). In this study the reproductive potential was calculated as the cumulative fecundity of a given female along

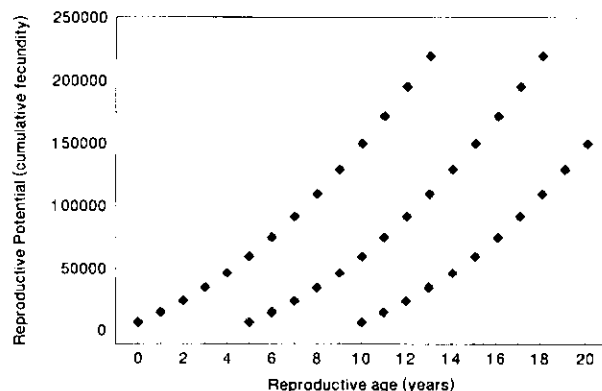
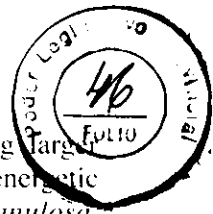


FIG. 2. — Reproductive potential as cumulative fecundity in the reproductive life span of an adult female of *Lithodes santolla* (◆) and *Paralomis granulosa* (○). Maximum ages were calculated from sizes of the largest females found in the Beagle Channel.



her reproductive life-span (see Shields, 1991 p. 207). The size of each molt stage was derived from data of *L. santolla* female growth (Vinuesa and Lombardo, 1982), and the size-fecundity relationship was calculated from data of Vinuesa (1982). The size of each molt stage of *P. granulosa* was assumed to be 5 mm CL (Campodonico *et al.*, 1983 and unpubl. data), and the fecundity at size was calculated according to the function reported by Lovrich and Vinuesa (1993).

For an individual female and along her life span, *L. santolla* produces 6 times more eggs than *P. granulosa* (Fig 2). This is determined by two factors: first, *L. santolla* is larger and thus may carry more eggs than *P. granulosa*. Second, the embryogenesis of *L. santolla* lasts 9-10 mo, which allows females to have an annual reproductive cycle. Thus, a single female molts every year, increases her size and the total productivity. By contrast, the biennial reproductive cycle constrains *P. granulosa* females to molt once every two years, and thus prevents the increase of productivity. Moreover, if the female becomes large, e.g., >85 mm CL, she probably does not find a male of the appropriate size to mate, does not carry eggs, and thus the reproductive potential will not increase (Lovrich 1997a; 1997b and unpubl. data). Finally, in population terms, in one generation time of *P. granulosa* (i.e., when one egg produces another egg), two generations of *L. santolla* are already produced, and the third one begins to produce eggs (Fig 2).

Compared to other Subantarctic and Antarctic lithodids, *L. santolla* is the most prolific. Although eggs of southern lithodids have similar sizes, *L. santolla* females carry more eggs (Table 1): *c.f. L. murrayi*: 2.4 mm diameter and 380-3500 eggs (Arnaud and Do-Chi, 1977), *L. turkayi* 1.7 mm (own unpubl. data), *P. granulosa* 1.9 mm and 800-10,000 eggs (Table 1), and *P. spinosissima* 2.0 mm and 2,000-14,000 eggs (Otto, 1993). As occurs in brachyuran crabs (Hines, 1982), female *L. santolla* carry more eggs, because they reach a maximum size (152 mm CL, Guzmán and Ríos, 1986) larger than that of other southern lithodids: *c.f. L. murrayi*: 82 mm CL (Arnaud and Do-Chi, 1977), *L. turkayi* ~70 mm CL and *L. confundens* 105 mm CL (own unpubl. data), *P. granulosa* 94 mm CL (Campodonico *et al.*, 1983; Lovrich 1997b), and *P. spinosissima* 110 mm CL (Otto and MacIntosh, 1996).

From the preceding observations, we advance two different hypotheses. First, life history traits of *L. santolla*, such as having more eggs that are pro-

duced annually, annual molt, and reaching larger sizes, suggest that this species has more energetic requirements than its sympatric *P. granulosa*. Hence, *L. santolla* has probably occupied grounds of better quality than those used by *P. granulosa*, as occurs with king crabs of the Bering Sea *Paralithodes camtschaticus* and *P. platypus* (Jensen and Armstrong, 1989). So far, only anecdotal observations sustain that grounds formerly occupied by *L. santolla* were colonized by *P. granulosa*, once *L. santolla* was removed by fishing. Second, we suggest that the higher reproductive potential of *L. santolla* confers to this species the ability to recover more rapidly from an overfishing situation. By contrast, the longer generation time, the lower fecundity and the correspondingly lower reproductive potential of *P. granulosa* suggest that this species cannot support heavy rates of fishing for many years, as has occurred in the Islas Malvinas-Falkland Is. (Hoggarth, 1991). In the case of overfishing, the population recovery to pre-fishery levels will be relatively slow. However, much work is needed to estimate pre-fishery abundances, interactions between both species and niche overlapping, and effects of fishing on the competition between the two populations. Therefore, data acquisition from virgin stocks should be a priority for lithodid research in the Magellan region.

ACKNOWLEDGEMENTS

Authors are Senior Researchers of the Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

REFERENCES

- Arnaud, P.M. 1971. *Lithodes murrayi* Henderson, 1888 (Crustacea, Decapoda) dans les eaux côtières des îles Crozet (SW de l'Océan Indien). *Téthys*, 3: 167-172.
- Arnaud, P.M. and T. Do-Chi. - 1977. Données biologiques et biométriques sur les lithodes *Lithodes murrayi* (Crustacea: Decapoda: Anomura) des îles Crozet (SW de l'Océan Indien). *Mar. Biol.*, 39: 147-159.
- Bertuche, D.A., J.G. Wyngaard, C.E. Fischbach and E.E. Boschi. 1990. Population structural variation of the southern king crab, *Lithodes santolla* of the Beagle Channel, Argentina, from 1975 to 1989. In: B. Melteff (ed.), *Proc. Int. Symp. King and Tanner Crabs, Anchorage, Alaska*, pp. 411-426. Alaska Sea Grant Program, AK-SG-90-04.
- Boschi, E.E., D.A. Bertuche and J.G. Wyngaard. - 1984. Estudio biológico pesquero de la centolla (*Lithodes antarcticus*) del Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. *Contrib. INIDEP Mar del Plata (Argentina)*, 44:1-72.
- Campbell, A. and D.G. Robinson. 1983. Reproductive potential of three American lobster (*Homarus americanus*) stocks in the Canadian maritimes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 40: 1958-1967.

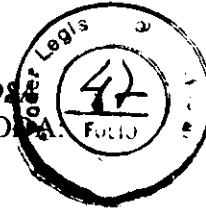
- Campodonico, I. - 1971. Desarrollo larval de la centolla *Lithodes antarcticus* Jacquinot, en condiciones de laboratorio. (Crustacea, Decapoda, Anomura, Lithodidae). *Ans. Inst. Pat., Punta Arenas (Chile)*, 2: 181-190.
- Campodonico, I. and L. Guzmán. - 1972. *Lithodes murrayi* Henderson, 1888, nuevo litodido para la Patagonia austral de Chile (Crustacea, Decapoda, Anomura). *Ans. Inst. Pat., Punta Arenas (Chile)*, 3: 222-232.
- Campodonico, I. and L. Guzmán. - 1981. Larval development of *Paralomis granulosa* (Jacquinot) under laboratory conditions. (Decapoda, Anomura, Lithodidae). *Crustaceana*, 40: 272-285.
- Campodonico, I. and M.B. Hernández. - 1983. Estado actual de la pesquería de centolla (*Lithodes antarctica*) en la Región de Magallanes. In: P. Arana (ed.): *Análisis de Pesquerías Chilenas*, pp. 55-76. Escuela de Cs. del Mar, Univ. Católica Valparaíso.
- Campodonico, I., M.B. Hernández and E. Riveros. - 1983. Investigación, manejo y control de las pesquerías de centolla y centollón de la XIIª región. Informe consolidado: recurso centollón. *Inf. Inst. Pat., Punta Arenas (Chile)*, 25: 1-97.
- Comoglio, L.I. and J.H. Vinuesa. - 1991. Larval culture under laboratory conditions of southern king crab *Lithodes santolla* and false king crab *Paralomis granulosa*. *Spec. Publ. European Aquacult. Soc.*, 15: 349-351.
- Díaz, P. and S. Alvarado. - 1986. Diagnóstico bio-pesquero del recurso centollón. *Inf. Inst. Fomento Pesq., Santiago (Chile)*: 1-46.
- González, O. - 1971. Trabajos de pesca exploratoria y experimentales realizados entre el Canal Beagle y el Cabo de Hornos, de abril a noviembre de 1970. *Publ. Inst. Fomento Pesq., Santiago (Chile)*, 70: 1-37.
- Guzmán, L. and C. Ríos. - 1986. La doble exponencial potencial, una nueva función para describir la relación talla/fecundidad en la centolla (*Lithodes antarcticus* Jacquinot). In: P. Arana (ed.): *La pesca en Chile*, pp. 103-112. Escuela de Cs. del Mar, Univ. Católica Valparaíso.
- Hines, A.H. - 1982. Allometric constraints and variables of reproductive effort in brachyuran crabs. *Mar. Biol.*, 69: 309-320.
- Hoggarth, D.D. - 1991. *An ecological and economical assessment of the Falkland Islands inshore crab Paralomis granulosa (Jacquinot)*. Ph.D. thesis, Univ. London.
- Hoggarth, D.D. - 1993. The life history of the lithodid crab, *Paralomis granulosa*, in the Falkland Islands. *ICES J. mar. Sci.*, 50: 405-424.
- Geaghan, J. - 1973. Resultados de las investigaciones sobre centolla *Lithodes antarcticus* (Jacquinot), realizadas por el Instituto de Fomento Pesquero en la provincia de Magallanes. *Publ. Inst. Fomento Pesq., Santiago (Chile)*, 52: 1-70.
- Jensen, G. C. and D. A. Armstrong. 1989. Biennial reproductive cycle of blue king crab, *Paralithodes platypus*, at the Pribiloff Islands, Alaska and comparison to a congener, *P. camtschaticus*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 46: 932-940.
- Klages, M., J. Gutt, A. Starman and T. Bruns. - 1995. Stone crabs close to the Antarctic continent: *Lithodes murrayi* Henderson, 1888 (Crustacea: Decapoda: Anomura) off Peter I Island (68° 51'S, 90° 51'W). *Polar Biol.*, 15: 73-75.
- Lovrich, G.A. - 1994. Evolution of an unmanaged crab resource in South America: the false southern king crab *Paralomis granulosa*. In: L. Gendron and S. Robinson (eds): *The Development of Underutilized Invertebrate Fisheries in Eastern Canada*. *Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci.*, 2247: 62-70.
- Lovrich, G.A. - 1997a. La pesquería mixta de centollas *Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa* (Anomura: Lithodidae) en Tierra del Fuego, Argentina. *Inv. Mar., Valparaíso (Chile)*, 25: 41-57.
- Lovrich, G.A. - 1997b. Estado de la pesquería mixta de centolla *Lithodes santolla* y centollón *Paralomis granulosa* en el Canal Beagle, Argentina. Informe 1995-1996. *Contrib. Cient. CADIC, Ushuaia (Argentina)*, 25: 1-34.
- Lovrich, G.A. and J.H. Vinuesa. - 1993. Reproductive biology of the false southern king crab, (*Paralomis granulosa* Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina. *Fish. Bull. U.S.*, 91: 664-675.
- Lovrich, G.A. and J.H. Vinuesa. - 1995. Growth of juvenile false southern king crab *Paralomis granulosa* (Anomura, Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina. *Sci. Mar.*, 59: 87-94.
- Lovrich, G.A., M.C. Romero and E. Orozco. - 1998a. Estado de la pesquería mixta de centollón *Paralomis granulosa* y de centolla *Lithodes santolla* en el Canal Beagle, Argentina. Informe 1997. *Contrib. Cient. CADIC, Ushuaia (Argentina)*, 31: 1-25.
- Lovrich, G.A., J.H. Vinuesa, F. Tapella and A. Chizzini. - 1998b. La centolla *Lithodes confundens* en el intermareal sudatlántico de Santa Cruz, Argentina. Informe 1997. *Contrib. Cient. CADIC, Ushuaia (Argentina)*, 30: 1-16.
- Macpherson, E. - 1988. Revision of the family Lithodidae Samouelle, 1819 (Crustacea, Decapoda, Anomura) in the Atlantic Ocean. *Monogr. Zool. Mar.*, 2: 9-153.
- Otto, R.S. - 1993. Plots of South Georgia Island crab data. *CCAMLR Workshop on the Management of the Antarctic Crab Fishery*. Document WS-Crab-93/24.
- Otto, R.S. and R.A. MacIntosh. - 1996. Observations on the biology of the lithodid crab *Paralomis spinosissima* from the Southern Ocean near South Georgia. In: B. Melteff (ed.), *Proc. Int. Symp. Biol. Manag., Econ. Crabs High Latitude Habitats*, pp. 627-647. Alaska Sea Grant College Program, AK-SG 96-02.
- Oyarzún, S. - 1992. Cultivo de centolla (*Lithodes antarcticus*) con fines de repoblación. I. Metamorfosis de postlarvas a juvenil y crianza de larvas y postlarvas a escala intermedia. *Inf. Inst. Pat., Punta Arenas (Chile)*: 1-38.
- Powell, G.C. and R.B. Nickerson. - 1965. Reproduction of King Crabs, *Paralithodes camtschatica* (Tilesius). *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 22: 101-111.
- Shields, J.D. - 1991. The reproductive ecology and fecundity of *Cancer* crabs. In: A. Wenner and A. Kuris (eds.), *Crustacean Egg Production*, pp. 193-213. A.A. Balkema, Rotterdam.
- Vinuesa, J.H. - 1982. *Biología de la reproducción y el desarrollo embrionario y larval de la centolla, Lithodes antarcticus Jacquinot, en el Canal Beagle, Tierra del Fuego*. PhD Thesis, Univ. Buenos Aires.
- Vinuesa, J.H. - 1984. Sistema reproductor, ciclo y madurez gonadal de la centolla (*Lithodes antarcticus*) del Canal Beagle. *Contrib. INIDEP Mar del Plata, (Argentina)*, 44: 75-95.
- Vinuesa, J.H. - 1987. Embryonary development of *Lithodes antarcticus* Jacquinot (Crustacea, Decapoda, Lithodidae) developmental stages, growth and mortality. *Physis Secc. A*, 108: 21-29.
- Vinuesa, J.H. - 1990. Biología y pesquería de la centolla (*Lithodes santolla*). *Atlántica, Río Grande (Brasil)*, 13: 233-244.
- Vinuesa, J.H. and R. Lombardo. - 1982. Observaciones sobre el crecimiento en la muda de hembras adultas de centolla *Lithodes antarcticus* Jacquinot. *Physis, Secc. A*, 99: 59-74.
- Vinuesa, J.H. and M.L. Labal. - in press. Gametogénesis de la centolla *Lithodes santolla* (Molina). *Nat. Patag. Cs. Biol.*.
- Vinuesa, J.H., I. Ferrari and R.J. Lombardo. - 1985. Effects of temperature and salinity on larval development of southern king crab (*Lithodes antarcticus*). *Mar. Biol.*, 85: 83-88.
- Vinuesa, J.H., G.A. Lovrich and L.I. Comoglio. - 1989. Temperature - salinity effects on the development of false southern King Crab (*Paralomis granulosa*) *Thalassas*, 7: 51-56.
- Vinuesa, J.H., L.I. Comoglio and G.A. Lovrich. - 1990. Growth of immature southern king crab *Lithodes santolla* in the Beagle Channel. In: B. Melteff (ed.), *Proc. Int. Symp. King Tanner Crabs, Alaska*, pp. 259-271. Alaska Sea Grant College Program Rep. AK-SG 90-04.
- Vinuesa, J.H., G.A. Lovrich and L.I. Comoglio. - 1991. Maduración sexual y crecimiento de las hembras de centolla *Lithodes santolla* (Molina, 1782) en el Canal Beagle. *Biota, Osorno (Chile)*, 7: 7-13.
- Vinuesa, J.H., G.A. Lovrich and F. Tapella. - 1999. New localities for Crustacea Decapoda in the Magellan Region, Southern South America. *Sci. Mar.*, 63(Sup. 1): 321-323.

INFESTATION OF THE FALSE KING CRAB *PARALOMIS GRANULOSA* (DECAPODA: LITHODIDAE) BY *PSEUDIONE TUBERCULATA* (ISOPODA: BOPYRIDAE) IN THE BEAGLE CHANNEL, ARGENTINA

Daniel Roccatagliata and Gustavo A. Lovrich

ABSTRACT

A total of 16,692 specimens of *Paralomis granulosa* was collected in the Beagle Channel, Tierra del Fuego, Argentina, between July 1996 and July 1997. This lithodid was parasitized by a bopyrid isopod identified as *Pseudione tuberculata*. Infested crabs exhibited a conspicuous bulge on their carapaces, which accommodated the parasite housed in the branchial chamber. The prevalence of infestation by *P. tuberculata* decreased with crab size, from 45.6% at 10–19.9-mm to 0% at 90–99.9-mm carapace length. Bopyrids were found on 251 occasions in the left branchial chamber and only once in the right branchial chamber. Except for two immature female parasites found in the branchial chamber of a small crab, all parasites were mature females, each usually carrying a dwarf male attached to its abdomen. The length of the female isopods and that of their hosts were positively correlated. These two observations suggest that the parasites infest *P. granulosa* early in the life of the host, and remain on, and grow up with the host throughout its life. The finding of crabs without bopyrids, but with distended branchial chambers, shows that some crabs survive the infestation. While breeding is inhibited in parasitized hosts, the prevalence of the parasite is already low (about 1.2%) at the size of host maturity. Therefore, we suggest that the reproductive potential of the crab population is not seriously affected by the sterilizing effect of the parasite. Finally, the cooccurrence of this bopyrid and a second parasite, the rhizocephalan *Briarosaccus callosus*, was recorded, but the prevalence of double infestations was low.



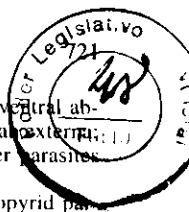
In the Beagle Channel, southern South America, two sympatric lithodid species occur in coastal waters: the southern king crab *Lithodes santolla* (Molina, 1782) and the false southern king crab *Paralomis granulosa* (Jacquinot, 1847) (see Lovrich and Vinuesa, 1996). Although these two species have sustained a modest commercial fishery since the 1960s, little is known about their parasites.

These two lithodids are infested by two other crustaceans: the rhizocephalan barnacle *Briarosaccus callosus* (Boschma, 1930) and an epicaridean isopod, herein identified as *Pseudione tuberculata* Richardson, 1904. *Briarosaccus callosus* has been found on many lithodid species. Boschma (1962) recorded this parasite in *P. granulosa* and *L. santolla* from South Georgia Island, Falkland (Malvinas) Islands and the Magellan Strait. This parasite was also reported from the Magellan area by Stuardo and Solis (1963), Campodonico *et al.* (1983), and Vinuesa (1989). More recently, it was extensively studied by Hoggarth (1990) on the basis of material from the Falkland (Malvinas) Islands.

Our knowledge on the bopyrid isopod is more fragmentary. Vinuesa (1989) reported an unidentified bopyrid isopod infesting *P.*

granulosa and *L. santolla* from the Beagle Channel. Lovrich (1991) examined additional specimens of *P. granulosa* bearing bopyrids in the same area. The parasite of *P. granulosa* was herein identified as *Pseudione tuberculata*, a species described by Richardson (1904) on the basis of 13 specimens parasitic on *Lithodes diomedae* collected off Port Ortoy, Chile, at a depth of 1,050 fathoms (1,920 m). As far as we know, this is the first time this species has been recorded after its original description.

Of the approximately 50 species of *Pseudione* described, five occur in southern South American waters. Three are known only from Chile: *P. brattstroemi* Stuardo *et al.*, 1986, *P. chilensis* Román-Contreras and Wehrmann, 1997, and *P. humboldtensis* Pardo *et al.*, 1998. *Pseudione galacanthae* Hansen, 1897, originally recorded from the west coast of North America, was found off Chilean and Argentinian Patagonia and off the Falkland (Malvinas) Islands. The fifth species, *P. tuberculata* Richardson, 1904, known from Chile, is herein recorded from southern Argentina (see Richardson, 1904; Rayner, 1935; Stuardo *et al.*, 1986; Román-Contreras and Wehrmann, 1997; Pardo *et al.*, 1998).



This study provides information on the prevalence of *P. tuberculata* in relation to host size, the loss of the parasite from the host, the effects of parasitism on the reproduction of infested female crabs, the relationship between the sizes of the female bopyrid and the host crab, and the cooccurrence of this parasite with the rhizocephalan *Briarosaccus callosus*.

MATERIALS AND METHODS

A total of 16,692 specimens of *Paralomis granulosa* was collected in the Beagle Channel (~54°54'S, 67°12'W), Tierra del Fuego, Argentina, between July 1996 and July 1997.

Crabs >50 mm carapace length (CL) were captured with commercial conical traps between 10–50 m depth in July, September, October, and December 1996, and in January, March, May, and July 1997. During each survey, samples ranging from 924–3,067 crabs were inspected on board the ship for parasites. The sex of each crab and the presence of eggs attached to the pleopods of females were recorded. The carapace length of all crabs sampled was measured and those specimens with a distension of the branchial region were inspected for bopyrid parasites (Figs. 1, 2). The examination procedure involved stretching the lateral swelling of the carapace from the body, in order to determine whether the parasite was present. Most of the infested crabs were taken alive to the laboratory where they were fixed in 5% sea-water Formalin and dissected for bopyrids. Furthermore, all crabs showing rhizocephalan externae or scars (indicative of lost externae) were also taken to the laboratory and fixed in 5% sea-water Formalin.

Most crabs between 30–50 mm CL were caught with tangle nets of 40-mm mesh at 10–16 m depth in December 1996. Only crabs exhibiting characteristic bulging carapaces were dissected. Since crabs between 30–45 mm CL were scarce in our samples, we took 1 additional crab of this size range in May and 5 more in December 1997 by tangle nets and SCUBA diving, respectively. These 6 specimens were only used in the calculations of the relationship between host and parasite sizes.

Crabs <30 mm CL were collected by SCUBA diving at 8–10 m depth near the Bridges Islands (54°51.0'S, 68°14.5'W) in August 1996 and February 1997. They were found inside crevices and under rocks or hydrozoan colonies (see Lovrich and Vinuesa, 1995). All crabs collected were measured and dissected.

To investigate whether crabs >50 mm CL could harbor bopyrid parasites without developing a lateral swelling, 679 additional crabs (female and male), captured with commercial conical traps in June, August, and September 1996, were measured and dissected.

The carapace length of each crab sampled was measured with a dial caliper to the nearest 0.1 mm according to Lovrich and Vinuesa (1993). Each crab was classified in one of the following infestation categories. (1) Infested by a bopyrid: crabs carrying 1 (rarely 2) adult female bopyrid (usually with a dwarf male clinging to her pleopods) in one of their branchial chambers; (2) Previously infested by a bopyrid: crabs with an empty but distended branchial chamber, indicative of a past bopyrid infestation; (3) Infested by a rhizocephalan: crabs with an externa under the abdomen; (4) Rhizocephalan-scarred:

crabs showing a dark rounded wound on the ventral abdominal surface, indicative of lost rhizocephalan externae; and (5) Healthy: uninfested crabs with neither parasites nor evidence of past infestations.

The branchial chamber occupied by the bopyrid parasite was noted (i.e., right or left). All female bopyrids were removed from the host and measured under a dissecting microscope with an eyepiece micrometer to the nearest 0.01 mm. Total length (TL) was measured from the middle of the anterior margin of the cephalon to the anterior margin of the pleotelson.

Female parasites were classified as either immature (with rudimentary oostegites, not meeting medially) or mature (with well-developed oostegites, slightly or completely overlapping each other).

Since two linear functions may better explain the relationship between total parasite length and host size, we used the MATURE2 routine to find the intersection point of both lines (Somerton and MacIntosh, 1983). Other statistical analyses followed standard methods as described by Sokal and Rohlf (1995).

Females of *P. granulosa* with eggs, or remains of hatched eggs, were considered reproductive. Females with eggs were present throughout the year and postovigerous females occurred from July–November (Lovrich and Vinuesa, 1993; Lovrich, personal observation). Therefore, the parasitic effect on host reproduction was analyzed on the basis of crabs collected throughout the year.

RESULTS

Distortion of the Carapace of the Host

Crabs that were infested (or had lost their parasites recently) exhibited a gross bulge on the side that contained (or had contained) the parasite (Fig. 1). However, if a fraction of infested crabs did not show a noticeable bulge on their carapaces, the prevalence of adult parasites might be underestimated. To test this hypothesis, 1,010 crabs (331 crabs <30 mm CL + 679 crabs >50 mm CL) were dissected, and 138 mature female parasites were found, each usually carrying a dwarf male attached to its abdomen. The carapaces of all these infested crabs were clearly distorted on the side occupied by the parasite. Therefore, we are confident that we missed few, if any, parasitized crabs when, on board the ship, we examined only those crabs which exhibited a bulge.

Parasite Prevalence

The prevalence of the parasite (number parasitized/total number of crabs) decreased with crab size in both sexes (Fig. 3, Table 1). Since we observed only three crabs <10 mm CL, this size class has been excluded from the analysis. The prevalence sharply declined from 45.6% at 10–19.9 mm CL to 15% at 30–39.9 mm CL, and stabilized at 8.7% and 6.9% for size classes 40–49.9 and 50–59.9



Fig. 1. *Paralomis granulosa* (45.2 mm CL) showing lateral swelling on the carapace (left side) caused by infestation by a mature female *Pseudione tuberculata*.

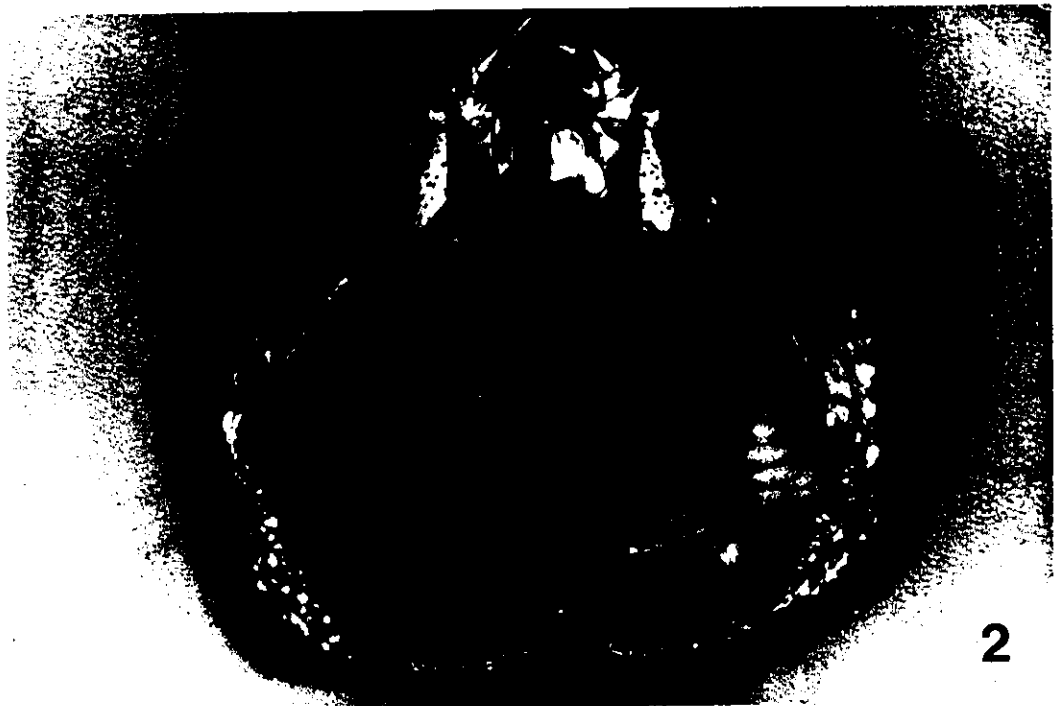


Fig. 2. Internal view of the carapace of a *Paralomis granulosa* (67.0 mm CL) showing a female *Pseudione tuberculata* on the left side.

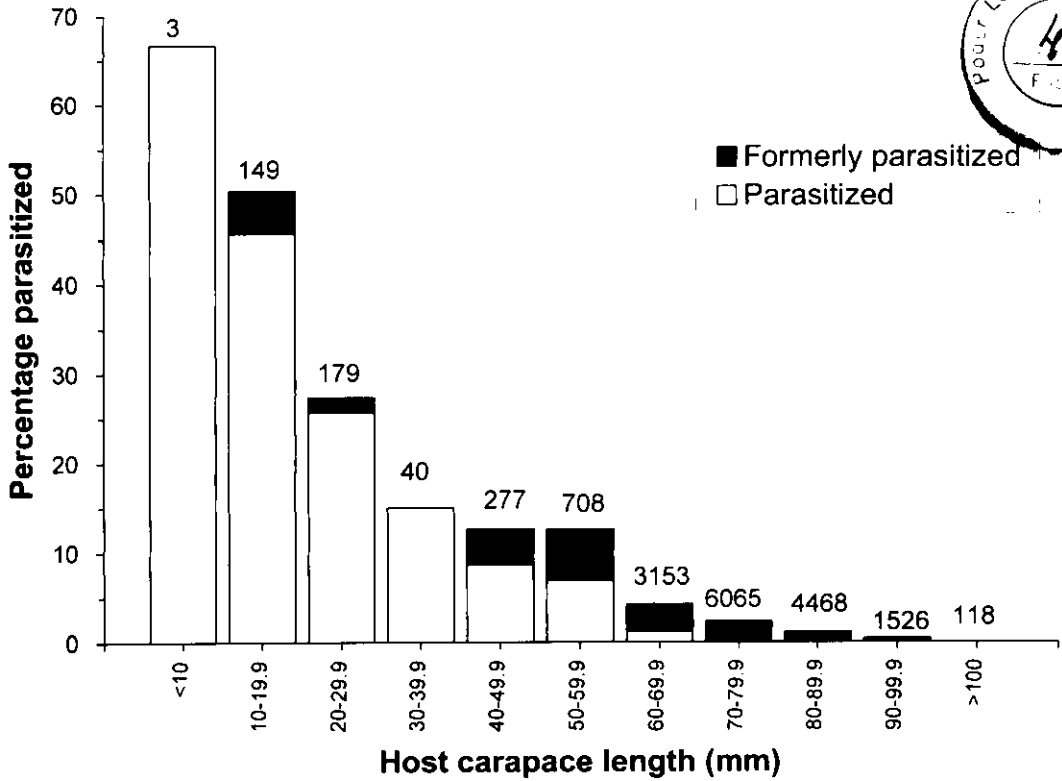
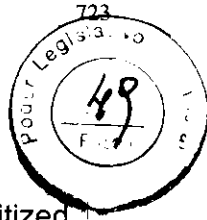


Fig. 3. Size-specific prevalence (%) of *Pseudione tuberculata* on *Paralomis granulosa* collected from July 1996 to July 1997 in the Beagle Channel. Numbers at the top of the bars indicate the number of crabs examined for each size class.

Table 1. Frequency of *Paralomis granulosa* infested and previously infested by the bopyrid *Pseudione tuberculata*, healthy crabs, and total number of crabs examined, sorted out by size class and sex of the host. For each size class, the probability (*P*) of the hypothesis of independence of infestation from sex was tested (parasitized crabs were contrasted with healthy crabs).

Size class		Parasitized	Previously parasitized	Healthy	Total number of crabs examined	Fisher's exact test <i>P</i>
<10 mm CL	Males	1	0	0	1	—
	Females	1	0	1	2	
10-19.9 mm CL	Males	36	5	41	82	0.1282
	Females	32	2	33	67	
20-29.9 mm CL	Males	24	0	60	90	0.1350
	Females	22	3	59	89	
30-39.9 mm CL	Males	3	0	13	16	0.3204
	Females	3	0	18	24	
40-49.9 mm CL	Males	13	7	115	144	0.1643
	Females	11	5	109	133	
50-59.9 mm CL	Males	19	16	195	232	0.0825
	Females	30	25	404	476	
60-69.9 mm CL	Males	24	34	913	984	<0.001
	Females	14	60	2,083	2,169	
70-79.9 mm CL	Males	18	99	4,128	4,252	0.0358
	Females	0	22	1,784	1,813	
80-89.9 mm CL	Males	1	47	4,181	4,230	—
	Females	0	1	234	238	
90-99.9 mm CL	Males	0	6	1,508	1,514	—
	Females	0	0	12	12	
>100 mm CL	Males	0	0	118	118	—
	Females	0	0	0	0	

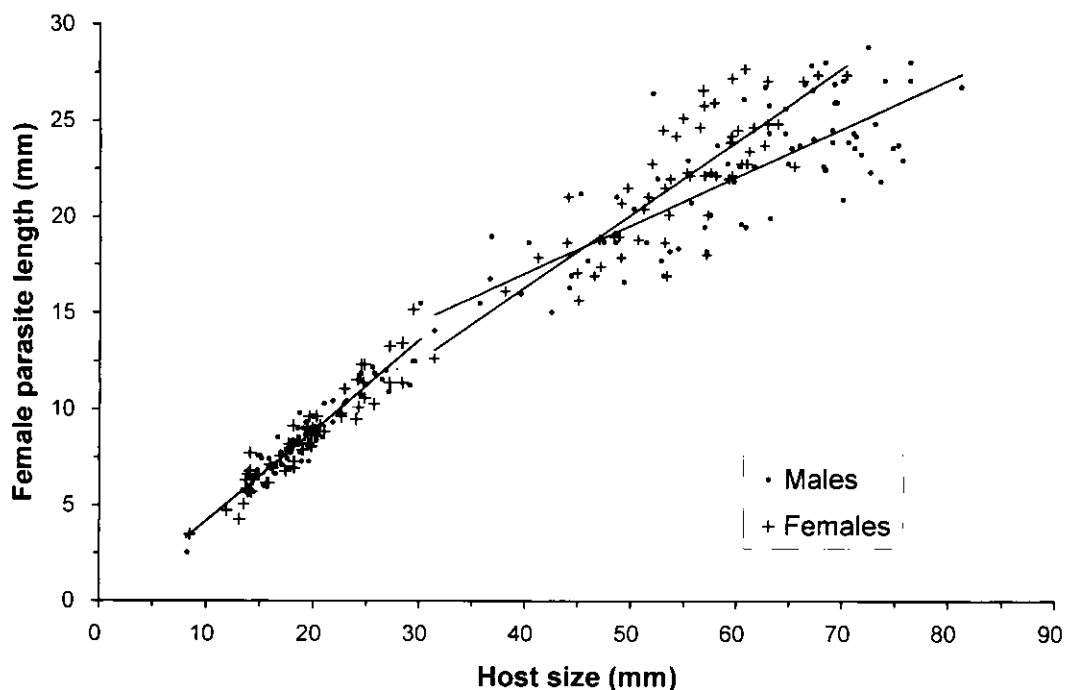


Fig. 4. Relationship between the carapace length of *Paralomis granulosa* and the total length (TL) of the mature female of *Pseudione tuberculata*. Lines were fitted after the calculation of the intersection point (= 30.3 mm CL) by MATURE2 routine (Somerton and MacIntosh, 1983). For crabs <30.3 mm CL, the regression equation was $TL = -0.55 + 0.47 CL$; for crabs ≥ 30.3 mm CL, the regression equations were $TL = 1.15 + 0.37 CL$ for females and $TL = 7.0 + 0.25 CL$ for males. Double bopyrid infestations and simultaneous bopyrid and rhizocephalan (with externae or scars) infestations were excluded.

mm CL, respectively. For crabs >60 mm CL, the prevalence dropped gradually from 1.2%–0%.

Female crabs attain smaller maximum sizes than male crabs and consequently may lose their parasites at smaller sizes than male crabs. The prevalence for the size classes <60 mm CL was independent of the sex of the host, whereas the prevalence for the size classes 60–69.9 mm CL and 70–79.9 mm CL was significantly higher in male crabs than in female crabs (Table 1). For the size class 80–89.9 mm CL, inadequate sample size prevented a rejection of the null hypothesis (i.e., that parasitism is independent of the sex of the host). In summary, infestation occurred early in the life of the host (CL < 10 mm) (see below) and, until the crabs reached 60 mm CL, there was no difference in the prevalence between female and male crabs. However, at size classes 60–69.9 and 70–79.9 mm CL, the prevalence decreased more abruptly in female than in male crabs, with parasitized females absent from the larger size classes (the

largest parasitized female crab recorded was 67.1 mm CL). In contrast, parasitized males were still present in size classes 70–79.9 mm CL and 80–89.9 mm CL (the largest parasitized male recorded was 82.0 mm CL).

Previously infested crabs occurred in all size classes except in those with 40–49.9 mm CL (Fig. 4, Table 1). Although for small crabs the prevalence did not show a clear pattern, it steadily decreased with size, for both sexes, in crabs >50 mm CL.

Variation of the Size of the Parasite with the Size of the Host

The length of the mature female bopyrid increased with the length of the host (Fig. 4; $r^2 = 0.93$, $P < 0.01$). However, at 30.3 mm CL of the host there is a significant change in the slope of the regressions (MATURE2; $F = 25.7$; $P < 0.01$). Furthermore, for crabs ≥ 30.3 mm CL, the slope of the regression line for females was significantly greater than that for males (ANOVA F SLOPES = 8.74, $P = 0.004$). These regression lines were: length of

Table 2. Frequency of *Paralomis granulosa* infested by the bopyrid *Pseudione tuberculata*, in relation to its ovigerous status. Females were selected in size between the smallest ovigerous female, 53.0 mm CL, and the largest parasitized female, 67.1 mm CL. Females parasitized by rhizocephalans (with externae or scars) were excluded.

	Parasitized	Healthy
Ovigerous	2	998
Nonovigerous	31	467

the bopyrid (TL) = $1.15 + 0.37 \text{ CL}$ ($N = 57$, $r^2 = 0.669$) and $\text{TL} = 7.0 + 0.25 \text{ CL}$ ($N = 77$, $r^2 = 0.627$), for female and male crabs, respectively. In contrast, for crabs <30.3 mm CL, the regression lines for female and male crabs were not significantly different (ANOVA F SLOPES = 0.623, $P = 0.43$; ANCOVA F ORDINATES = 0.071, $P = 0.79$). Therefore, the size relationship between the parasite and its host may be described by the common regression line: $\text{TL} = -0.55 + 0.47 \text{ CL}$ ($N = 111$, $r^2 = 0.89$).

Preponderance of Sinistral Infestation

Bopyrid infestation was recorded in 251 crabs in the left branchial chamber and only once in the right branchial chamber. Three of the 251 crabs (12.5, 14.8, and 25.1 mm CL) showed double sinistral infestation, i.e., two female parasites in their left chambers. In two of these crabs, both parasites were mature females, whereas in the other crab both parasites were immature females. No other immature female parasites were found. In addition, no cases of bilateral double infestation (one female parasite in each branchial chamber) were noted. Among previously parasitized crabs, 330 had the left and two the right branchial chamber distended.

Effects on Reproduction of the Host

To investigate the influence of the bopyrid parasite on host reproduction, we selected those female crabs between 53.0 mm CL (the smallest ovigerous female) and 67.1 mm CL (the largest parasitized female). The frequency observed of infested, ovigerous crabs was significantly lower than expected, i.e., bopyrids inhibited egg production (Table 2, Fisher's exact test, $P \ll 0.001$).

To determine whether the inhibitory effect on reproduction is still present in crabs that had lost their parasites, we selected those pre-

Table 3. Frequency of *Paralomis granulosa* previously infested by the bopyrid *Pseudione tuberculata*, in relation to its ovigerous status. Females ranged in size between the smallest ovigerous female, 53.0 mm CL, and the largest female bearing distended branchial chamber and without parasite, 84.0 mm CL. Females parasitized by rhizocephalans (with externae or scars) were excluded.

	Deparasitized	Healthy
Ovigerous	47	3,400
Nonovigerous	48	690

viously parasitized crabs between 53 mm CL (the smallest ovigerous female) and 84 mm CL (the largest previously parasitized female). Among previously parasitized crabs the frequency of ovigerous females was also lower than expected, but it was much higher than in the case of parasitized crabs (49.5% versus 6.1%) (Table 3, Fisher's exact test, $P \ll 0.001$).

Simultaneous Bopyrid and Rhizocephan Infestation

The frequency of *P. granulosa* simultaneously parasitized by the bopyrid *Pseudione tuberculata* and the rhizocephalan *Briarosaccus callosus* was highest (about 4.6%) in crabs 20–29.9 mm CL. For this size class of the host, the prevalence of the bopyrid was 25.7% and that of the rhizocephalan was 10.0%; thus, both parasites were fairly common. In addition, for this size class, the frequency of the double infestation was marginally significant (Fisher's exact test, $P = 0.043$). For all the remaining size classes, the number of crabs infested simultaneously by both parasites were those expected in a non-contagious distribution (Table 4).

DISCUSSION

The southern king crab *Paralomis granulosa* is parasitized by a bopyrid identified as *Pseudione tuberculata*. In this study, the prevalence of *P. tuberculata* gradually decreased from 45.6% in crabs 10–19.9 mm CL to 0% in crabs 90–99.9 mm CL. Based on a sample of *P. granulosa* from the commercial fishery (CL >50 mm), Vinuesa (1989) reported a very low prevalence of this parasite (0.5%). Although our results confirm this low prevalence for *P. granulosa* >50 mm CL (0.68% on average), smaller crabs showed significantly higher prevalences.

Table 4. Frequency of *Paralomis granulosa* parasitized by the bopyrid *Pseudione tuberculata* and/or the rhizocephalan *Briarosaccus callosus* in relation to size class of the host. Crabs with signs of previous bopyrid infestation or rhizocephalan scars were excluded.

Size class		Bopyrida (+)	Bopyrida (-)	Fisher's exact test <i>P</i>
<10 mm CL	Rhizocephala (+)	0	0	—
	Rhizocephala (-)	2	1	
10–19.9 mm CL	Rhizocephala (+)	2	0	0.2275
	Rhizocephala (-)	66	74	
20–29.9 mm CL	Rhizocephala (+)	8	10	0.0429
	Rhizocephala (-)	38	119	
30–39.9 mm CL	Rhizocephala (+)	1	3	0.3929
	Rhizocephala (-)	5	31	
40–49.9 mm CL	Rhizocephala (+)	0	15	0.2283
	Rhizocephala (-)	24	224	
50–59.9 mm CL	Rhizocephala (+)	0	14	0.3370
	Rhizocephala (-)	49	599	
60–69.9 mm CL	Rhizocephala (+)	0	12	0.8599
	Rhizocephala (-)	38	2,996	
70–79.9 mm CL	Rhizocephala (+)	0	6	0.9819
	Rhizocephala (-)	18	5,912	
80–89.9 mm CL	Rhizocephala (+)	0	1	0.9998
	Rhizocephala (-)	1	4,415	
90–99.9 mm CL	Rhizocephala (+)	0	0	—
	Rhizocephala (-)	0	1,520	
>100 mm CL	Rhizocephala (+)	0	0	--
	Rhizocephala (-)	0	118	

In *P. granulosa*, the maximum size of uninfested crabs was larger than the maximum size of parasitized crabs. Differences in maximum sizes were also reported for other bopyrid-host associations (see Pike, 1961; Bourdon, 1968; Truesdale and Mermilliod, 1977). Several factors could account for these differences in sizes, namely, parasite loss from large hosts, selective mortality of parasitized hosts, retardation of the growth of parasitized hosts, and behavioral factors leading to a decrease in the catchability of large infested hosts (O'Brien and Van Wyk, 1985).

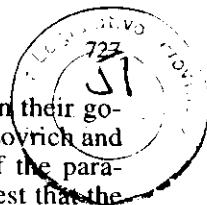
We suggest that *P. granulosa* may lose their infestations of *P. tuberculata*. Previously infested hosts showing distended carapaces have also been identified in other bopyrid-host associations (see Pike, 1953; Bourdon, 1968; Van Wyk, 1982). Somers and Kirkwood (1991) conclusively showed that *Pennaeus semisulcatus* de Haan infested by *Epipenaeon ingens* Nobili, 1906, may lose their bopyrids; of 22 infested prawns that were released, six had lost their bopyrids upon recapture two weeks later. Cash and Bauer (1993) gave further direct evidence of parasite loss in *Palaemonetes pugio* Holthuis infested by *Probopyrus pandalicola* (Packard, 1879). They noted that the bopyrid was shed

with the shrimp exuviae in 3 of the 112 moltings examined.

A strong selective mortality appears to occur among small infested *P. granulosa*. The drop in prevalence from size classes 10–19.9 to 30–39.9 mm CL may be an indication of a high mortality induced by the parasite among small crabs. The percentage observed of previously parasitized crabs is insufficient to explain this decline in prevalence. In contrast, stable prevalences between size classes 40–49.9 and 50–59.9 mm CL suggest no selective mortality in these crabs. The gradual decline in prevalence of previously infested crabs >60 mm CL may be an indication of full recovery from the parasite.

Early infestation and concurrent growth are suggested by the high positive correlation between the sizes of the bopyrid parasites and those of the crab hosts. Additional indirect evidence of early infestation is that all female parasites examined were mature, except two immature females found in an abnormal double infestation. Further studies should focus on crabs <10 mm CL, since infestations occur at an early stage in the life cycle of the crab.

Although the sizes of mature female bopyrids and their hosts were positively correlated, a change was detected in the linearity at 30.3



mm host CL (Fig. 4). The slope for small crabs was significantly higher than that for large crabs. We contend that this pattern may be due to the fact that once the crab reaches about 30 mm CL, the growth of the parasite begins to lag behind that of its host. In consequence, the slope of the regression line decreases. Furthermore, above approximately 30 mm CL, size relationships between the parasite and its host seem to vary with the sex of the host, so that the slope for females is higher than that for males. Female crabs reach a lower final size than male crabs, suggesting that they have a slower growth rate than males (Lovrich, 1991, 1997). Most probably this fact, rather than a faster growth rate of the bopyrids infesting female crabs, accounts for the higher slopes observed for the female regression line.

Paralomis granulosa grows from 12–57 mm CL in about eight years (Lovrich and Vinuesa, 1995). Therefore, assuming that *P. tuberculata* infests the crab at CL <10 mm, and that subsequently host and parasite grow together, we can expect that, in infested crabs >57 mm CL, the parasite is somewhat more than eight years old. This is the maximum life-span of the parasite, since most of the parasites die before reaching this age. A longevity of about eight years is the longest reported for a bopyrid, a fact that may be connected with the low temperatures at which this parasite lives.

Most branchial bopyrids occur nearly equally in the right and left gill chambers of their hosts. There are, however, species that occur predominantly or exclusively in only one chamber. All those known belong to the primitive subfamily Pseudioninae, and most are parasites of hermit crabs (Markham, 1986). *Pseudione tuberculata* overwhelmingly occupies left branchial chambers in 99.6% of the *P. granulosa* examined. The bopyrid larva arriving first at the definitive host develops into a female, while the second larva attaches to that female and becomes a male (Reinhard, 1949). Perhaps the strong preference of some bopyrids for the right or left branchial chamber evolved to increase the probability for the second parasite to find the female parasite and/or to avoid double infestations.

The detrimental effects of bopyrid parasites on the reproductive capacities of their hosts are well known (Reinhard, 1956). While breeding is inhibited in parasitized *P. granu-*

losa, at the size female crabs attain their gonadal maturity (60.6 mm CL; see Lovrich and Vinuesa, 1993), the prevalence of the parasite is low (about 1.2%). We suggest that the sterilizing effect of the parasite does not seriously affect the reproductive potential of the population of *P. granulosa*.

Suppression of ovarian development by bopyrid castrators is not permanent. The effect of the parasite lasts only as long as the parasite is alive and, after the detachment of the latter, regeneration or maturation of the ovary occurs (Hiraiwa and Sato, 1939; Beck, 1980) and broods can subsequently be produced (Pike, 1960). The ovarian condition of *P. granulosa* was not examined. However, the fact that almost half of the previously infested females >53.0 mm CL were ovigerous suggests that they partially recover from the inhibitory effects on reproduction exerted by *P. tuberculata*.

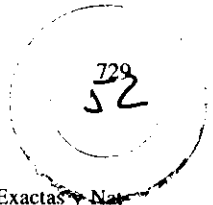
The frequency of *P. granulosa* simultaneously parasitized by the bopyrid *P. tuberculata* and the rhizocephalan *B. callosus* was slightly higher than expected for the size class 20–29.9 mm CL. We suspect that, after infestation by one of the parasites, these crabs may be somewhat more vulnerable than healthy crabs to infestation by the other parasite. However, no deviation from the expected frequencies was observed for the remaining size classes. Other studies have indicated combined bopyrid-rhizocephalan frequencies significantly higher than those attributed to chance alone (see Pérez, 1934; Codreanu, 1941; Altès, 1962). To confirm whether in *P. granulosa* combined infestations are more frequent than expected at random, additional crabs should be examined, in particular those from size classes in which both parasites are well represented (20–29.9 and 30–39.9 mm CL).

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to the staff of Pesquera del Beagle S.A. for their invaluable support on board the ship and in the processing factory; to the Dirección General de Recursos Naturales of the Tierra del Fuego Province for the December 1996 samples; and to Dr. John Markham and Lic. Martín Torres Jordá for their valuable comments on the manuscript. This study was partially supported by the Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET, Argentina), the Universidad de Buenos Aires (Grant number EX-085), the Fundación Antorchas, Argentina (Reentry Grant, and Grant for cooperation among Argentinean researchers), and the International Foundation for Science, Sweden (Grant number A2507/1).

LITERATURE CITED

- Altès, J. 1962. Sur quelques parasites et hyperparasites de *Clibanarius erythropus* (Latreille) en Corse.—Bulletin de la Société Zoologique de France 87: 88–97.
- Beck, J. T. 1980. The effects of an isopod castrator, *Probopyrus pandalicola*, on the sex characters of one of its caridean shrimp hosts, *Palaemonetes paludosus*.—Biological Bulletin 158: 1–15.
- Boschma, H. 1962. Rhizocephala.—Discovery Reports 33: 55–92.
- Bourdon, R. 1968. Les Bopyridae des mers Européennes.—Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle A50: 77–424.
- Campodonico, I., M. B. Hernández, and E. Riveros. 1983. Investigación, manejo y control de las pesquerías de centolla y centollón de la XII Región. Informe consolidado: recurso centollón.—Informe del Instituto de la Patagonia, Punta Arenas (Chile) 25: 1–97.
- Cash, C. E., and R. T. Bauer. 1993. Adaptations of the branchial ectoparasite *Probopyrus pandalicola* (Isopoda: Bopyridae) for survival and reproduction related to ecdysis of the host, *Palaemonetes pugio* (Caridea: Palaemonidae).—Journal of Crustacean Biology 13: 111–124.
- Codreanu, R. 1941. Sur les Pagures du littoral roumain de la Mer Noire et leurs Crustacés parasites.—Analele Academiei Române—Memoriile Secțiunii Științifice (3) 16:1095–1133.
- Hiraiwa, Y. K., and M. Sato. 1939. On the effect of parasitic Isopoda on a prawn, *Penaeopsis akayebi* Rathbun, with a consideration of the effect of parasitization on the higher Crustacea in general.—Journal of Science of the Hiroshima University B(1) (Zoology) 7: 105–124.
- Hoggarth, D. D. 1990. The effects of parasitism by the rhizocephalan, *Briarosaccus callosus* Boschma on the lithodid crab, *Paralomis granulosa* (Jacquinot) in the Falkland Islands.—Crustaceana 59: 156–170.
- Lovrich, G. A. 1991. Reproducción y crecimiento del centollón, *Paralomis granulosa* (Crustacea, Anomura, Lithodidae) en el Canal Beagle.—Ph.D. dissertation, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. Pp. 1–160.
- . 1997. La pesquería mixta de las centollas *Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa* (Anomura: Lithodidae) en Tierra del Fuego, Argentina.—Investigaciones Marinas, Valparaíso 25: 41–57.
- , and J. H. Vinuesa. 1993. Reproductive biology of the false southern king crab (*Paralomis granulosa*, Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina.—Fishery Bulletin, United States 91: 664–675.
- , and ———. 1995. Growth of immature false southern king crab, *Paralomis granulosa* (Anomura, Lithodidae), in the Beagle Channel, Argentina.—Scientia Marina 59: 87–94.
- , and ———. 1996. Reproductive strategies of two lithodids in the Beagle Channel, Argentina: a complementary management tool in a changing fishery.—In: B. Baxter, ed., High latitude crabs: biology, management, and economics. Alaska Sea Grant College Program No. 96-02. Pp. 333–340. University of Alaska Fairbanks, Fairbanks, Alaska.
- Markham, J. C. 1986. Evolution and zoogeography of the Isopoda Bopyridae, parasites of Crustacea Decapoda.—In: R. H. Gore and K. L. Heck, eds., Crustacean biogeography. Crustacean Issues 4: 143–164. A. A. Balkema Publishers, Rotterdam, The Netherlands.
- O'Brien, J., and P. Van Wyk. 1985. Effects of crustacean parasitic castrators (epicaridean isopods and rhizocephalan barnacles) on growth of crustacean hosts.—In: A. M. Wenner, ed., Factors in adult growth. Crustacean Issues 3: 191–218. A. A. Balkema Publishers, Rotterdam, The Netherlands.
- Pardo, L. M., C. Guisado, and E. Acuña. 1998. *Pseudione humboldtensis*, a new species (Isopoda: Bopyridae) of parasite of *Cervimunida johni* and *Pleuroncodes monodon* (Anomura: Galatheidae) from the northern coast of Chile.—Proceedings of the Biological Society of Washington 111: 272–277.
- Pérez, C. 1934. Notes sur les Épicarides et les Rhizocephales des côtes de France. VII. Infection simultanée des Pagures par un *Athelges* et un Rhizocephale.—Archives de Zoologie Expérimentale et Générale 75: 541–565.
- Pike, R. B. 1953. The bopyrid parasites of the Anomura from British and Irish waters.—Journal of the Linnean Society of London (Zoology) 42: 219–237.
- . 1960. The biology and post-larval development of the bopyrid parasites *Pseudione affinis* G. O. Sars and *Hemiarthrus abdominalis* (Kröyer) [= *Phryxus abdominalis* Kröyer].—Journal of the Linnean Society of London (Zoology) 44: 239–251.
- . 1961. Observations on Epicaridea obtained from hermit-crabs in British waters, with notes on the longevity of the host-species.—Annals and Magazine of Natural History 13: 225–240.
- Rayner, G. W. 1935. The Falkland species of the crustacean genus *Munida*.—Discovery Reports 10: 211–245.
- Reinhard, F. G. 1949. Experiments on the determination and differentiation of sex in the bopyrid *Stegophryxus hyptius* Thompson.—Biological Bulletin 96: 17–31.
- . 1956. Parasitic castration of Crustacea.—Parasitology 5: 79–107.
- Richardson, H. 1904. Contributions to the natural history of the Isopoda.—Proceedings of the United States National Museum 27 (1350): 1–89.
- Román-Contreras, R., and I. Wehrmann. 1997. A new species of bopyrid isopod, *Pseudione chilensis*, a parasite of *Nauticaris magallanica* (A. Milne-Edwards, 1891) (Crustacea: Decapoda: Hippolytidae).—Proceedings of the Biological Society of Washington 110: 242–248.
- Sokal, R. R., and F. J. Rohlf. 1995. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research, third edition.—W.H. Freeman & Co., San Francisco, California. Pp. 1–887.
- Somers, I. F., and G. P. Kirkwood. 1991. Population ecology of the grooved tiger prawn, *Penaeus semisulcatus*, in the north-western Gulf of Carpentaria, Australia: growth, movement, age structure and infestation by the bopyrid parasite *Epipenaeon ingens*.—Australian Journal of Marine and Freshwater Research 42: 349–367.
- Somerton, D. A., and R. A. MacIntosh. 1983. The size at sexual maturity of blue king crab, *Paralithodes platypus* in Alaska.—Fishery Bulletin, United States 81: 621–628.
- Stuardo, J., and I. Solís. 1963. Biometría y observaciones generales sobre la biología de *Lithodes antarcticus* Jaquinot.—Gayana (Zoología) 11: 1–49.
- , R. Vega, and I. Céspedes. 1986. New bopyrid isopod parasitic on *Callinassa incinata* H. Milne Edwards: with functional and ecological remarks.—Gayana (Zoología) 50: 3–15.
- Truesdale, F. M., and W. J. Mermilliod. 1977. Some observations on the host-parasite relationship of *Macro-*



brachium ohione (Smith) (Decapoda, Palaemonidae) and *Probopyrus bithynis* Richardson (Isopoda, Bopyridae).—Crustaceana 32: 216–220.

Van Wyk, P. M. 1982. Inhibition of the growth and reproduction of the porcellanid crab *Pachycheles rudis* by the bopyrid isopod, *Aporobopyrus muguensis*.—Parasitology 85: 459–473.

Vinuesa, J. H. 1989. Efectos e incidencia del parasitismo en la centolla (*Lithodes santolla*) y centollón (*Paralomis granulosa*) del Canal Beagle.—Physis 47: 45–51.

RECEIVED: 27 August 1998.
ACCEPTED: 25 January 1999.

Addresses: (DR) Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, (1428) Buenos Aires, Argentina. (e-mail: rocca@bg.fcen.uba.ar); (GAL) Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET), CC92, (9410) Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina. (e-mail: centolla@tierradelfuego.org.ar)



New localities for Crustacea Decapoda in the Magellan region, southern South America*

JULIO H. VINUESA, GUSTAVO A. LOVRICH and FEDERICO TAPELLA

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC), CC 92 - (9410) Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina. E-Mail: jvinuesa@arnet.com.ar

SUMMARY: We report the occurrence of *Lithodes turkayi* (Anomura), *Libinia clava*, and *Cancer edwardsii* (Brachyura), in the Beagle Channel. This observation extends their range of distribution south of the previously reported limit of the Straits of Magellan. *Acanthocyclus albatrossis* (Brachyura) occurs south of Isla Navarino and also in the Beagle Channel, however in a particular habitat of its northern coast. The occurrence of *Lithodes confundens* (formerly identified as *L. antarcticus*) north of the eastern entrance of the Straits of Magellan is also reported. We extend its range of distribution northerly and its bathymetric distribution to the intertidal.

Key words: Southwestern Atlantic, southeastern Pacific, Subantarctic, Anomura, Brachyura, crabs.

RESUMEN: NUEVAS LOCALIDADES PARA CRUSTACEA DECAPODA EN LA REGIÓN MAGALLÁNICA, EN LA AMÉRICA DEL SUR AUSTRAL. – En este artículo describimos la presencia de *Lithodes turkayi* (Anomura), *Libinia clava*, y *Cancer edwardsii* (Brachyura) en el Canal del Beagle, que extienden su rango de distribución al sur del Estrecho de Magallanes. Notificamos aquí la presencia de *Acanthocyclus albatrossis* (Brachyura) en un único habitat con particulares características de la costa norte del Canal del Beagle. También describimos la aparición de *Lithodes confundens* (registrado previamente como *Lithodes antarcticus*) en el intermareal al norte de la entrada oriental del Estrecho de Magallanes, extendiendo su rango de distribución hacia el norte y su distribución batimétrica hasta el intermareal.

Palabras clave: Atlántico sudoccidental, Pacífico sudoriental, subantártico, Anomura, Brachyura, cangrejos.

INTRODUCTION

The inventory of Crustacea Decapoda of the Magellan region can be considered to be almost complete (Arntz and Ríos, 1997). However, some localities of the distribution of Decapoda should be added to the distribution lists currently in use (Vinuesa, 1977; Retamal, 1981; Boschi *et al.*, 1992; Spi-

vak, 1997; Gorny, 1999) to know their exact range of distribution in the southern tip of South America and therefore the paths of interchange between both oceans. In this article we provide new localities and extend the range of distribution of 4 species of benthic Decapoda, previously reported in the Magellan zoogeographic Province. We also give the only locality of the northern coast of the Beagle Channel where *Acanthocyclus albatrossis* Rathbun, 1898 occurs.

*Accepted February 10, 1999.

MATERIAL

All of the following species are part of the collection of the Laboratorio de Biología de Crustáceos of the Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC), in Ushuaia.

Infraorder ANOMURA H. Milne Edwards, 1832

Family Lithodidae Samouelle, 1819

Lithodes confundens Macpherson, 1988

Previous known distribution: south of Islas Malvinas (Falklands I.) at 54°02'S, 58°40'W and in the Strait of Magellan on muddy bottoms, from 50 to 119 m depth (Macpherson, 1988).

Between 12-14 December 1997, 222 males from 23.7 to 145.0 mm carapace length (CL) and 104 females between 38.4 and 94.4 mm CL were caught near Monte Tigre (51°21'S; 69°02'W), 120 km north of the eastern entrance of the Strait of Magellan. Specimens were caught by tangle nets and by hand in the intertidal during ebbtide, when they left tidal pools at the moment of draining. One hundred specimens were found in mating couples. Further information was reported by Lovrich *et al.* (1998).

Lithodes turkayi Macpherson, 1988

Previous known distribution: off the Pacific coast of Chile (ca. 32°S; Revuelta and Andrade, 1978), Strait of Magellan (Campodónico and Guzmán, 1972) and off Islas Malvinas (Falklands I.; Macpherson, 1988), from 70 to 600 m depth.

On 16 August 1997, 7 males from 57.4 to 72.5 mm CL and 22 ovigerous females from 40.3 to 69.0 mm CL were collected in the Beagle Channel (54°54.3'S; 68°36.0'W) at 230 m depth with commercial traps used for fishing kingklip *Genypterus blacodes* (Schneider, 1801).

Infraorder BRACHYURA Latreille, 1803

Family Majidae Samouelle, 1819

Libidoclaea granaria Milne Edwards and Lucas, 1842

Previous known distribution: in the Pacific, from Valparaíso to the Strait of Magellan, and in the Atlantic from the Strait of Magellan to Golfo San Matías (Retamal, 1981), and off Buenos Aires Province (Boschi *et al.*, 1992).

On 18 July 1985, one male of 92.5 mm CL, 81.2 mm carapace width (CW) was caught at 60 m depth near Islotes Lucas (54°52.7'S; 68°12.2'W) by com-

mercial traps for fishing king crabs. Captured along with specimens of *Lithodes santolla*.

Family Belliidae Dana, 1852

Acanthocyclus albatrossis Rathbun, 1898

Previous known distribution: from Talcahuano, Chile (Retamal, 1981) to Seno Grandi Isla Navarino (55°12'S; 67°55'S; Garth *et al.*, 1967), and Islas Malvinas (Falkland Is.) (Boschi *et al.*, 1992).

A sample of 24 male specimens, ranging from 4.3 to 17.8 mm of CL and 34 female specimens, with CL from 9.5 to 18.5 mm, with only one ovigerous female were captured on 12 February 1998 in Bahía Varela (54°52.2'S; 67°15.0'W). A grouping of this species was found in intertidal mussel beds in a beach with an even slope. Crabs were inside interstices formed by mussels, their bissus and (or) stones. Crabs were found in an environment sheltered from waves and strong currents. This is the only locality on the northern coast of the Beagle Channel, Argentina that this species was found.

Family Cancridae Latreille, 1803

Cancer edwardsii Bell, 1835

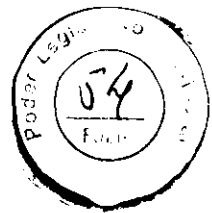
Previous known distribution: from Ecuador to Strait of Magellan (Retamal, 1981).

One male of 78.1 mm CL, 122 mm CW, formalin fixed weight 350 g. Caught on 30 August 1990 at 30 m depth near Islotes Haskenyaska (54°54.3'S; 67°08.9'W) by a commercial trap for fishing king crabs. Captured with >100 specimens of *Paralomis granulosa*, which occurred in the same trap.

DISCUSSION

The occurrence of *Lithodes turkayi*, *Libidoclaea granaria*, and *C. edwardsii* in the Beagle Channel extends their range of distribution south to the previously reportedly limit of the Strait of Magellan (Retamal, 1981; Boschi *et al.*, 1992).

Although the southern limit of the distribution of *Acanthocyclus albatrossis* is the Seno Grandi (55°12'S; 67°56'W; Garth *et al.*, 1967), this is the first mention of its occurrence in the Beagle Channel, Argentina. We believe that the environment of Bahía Varela is unique on the northern coast of the Beagle Channel. By contrast, in very similar habitats but with a greater energy of waves and currents, only the hymenosomatid *Halicarcinus planatus* (Fabricius, 1775) occurs.



Lithodes turkayi Macpherson, 1988 is morphologically very similar to *L. murrayi* Henderson, 1888 (see Macpherson, 1988), and the latter species is the only lithodid from the high Antarctic (Klages *et al.*, 1995). Therefore, in future studies we recommend meticulous morphometric examinations of specimens from all the range of distribution of these species to resolve whether they belong to the same species, and whether this/these species has/have Antarctic and Subantarctic distribution.

The occurrence of *Lithodes confundens* here reported extends its range of distribution northerly and its bathymetrical distribution range to the intertidal. Moreover, to our knowledge this is the only lithodid species that occur in this habitat.

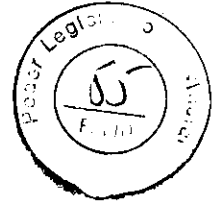
So far, *Lithodes santolla* (Molina, 1782) (formerly *L. antarcticus* Jacquinot 1844) and *L. confundens* were confused because of their very similar morphological characters, and thus individuals may have been misidentified as *L. santolla* (= *L. antarcticus*). From anecdotal evidence, *Lithodes confundens* may occur from the latitude of Puerto San Julian (ca. 49°S) to Cabo San Pablo (54°20'S, personal observations). Off the Patagonian Atlantic coast *L. santolla* occurs in the Golfo San Jorge between 45° and 47°S (Vinuesa, 1985) and off the Atlantic coast of Tierra del Fuego (Cabo San Pablo, pers. obs.). *Lithodes santolla* has occurred at high densities in the Strait of Magellan and south of the Isla Grande (Tierra del Fuego). Hence, it is probable that *L. santolla* exhibits a disjointed distribution off the Atlantic Patagonian coast south to 45°S: one population in the Golfo San Jorge and the other(s) in the surrounding waters of Tierra del Fuego. Furthermore, from the evidence presented here and by Macpherson (1988), *L. confundens* likely occurs in the Strait of Magellan. Detailed surveys are needed to resolve the pattern of mixing, occurrence and abundance of both species in the Strait of Magellan and south Atlantic waters.

ACKNOWLEDGEMENTS

JHV and GAL are Senior Researchers of the Consejo Nacional de Investigaciones Cientificas y Técnicas (CONICET) and FT has a postgraduate Fellowship of the CONICET.

REFERENCES

- Arntz, W. and C. Ríos. 1997. *Conclusions of the working group*. Workshop "Investigaciones en Biología Marina en el área de Magallanes en relación con la Antártida". Punta Arenas, 7-11 April 1997. 24 pp (mimeo).
- Boschi, E.E., C.E. Fischbach and M.I. Iorio. - 1992. Catálogo ilustrado de los crustáceos estomatópodos y decápodos marinos de Argentina. *Frente Marítimo*, 10 A: 7-94.
- Campodónico, I. and I. Guzmán. - 1972. *Lithodes murrayi* Henderson, 1888, nuevo litodido para la Patagonia Austral de Chile. *Ans. Inst. Pat., Punta Arenas (Chile)*, 5: 215-222.
- Garth, J.S., J. Haig and J.C. Yaldwyn. - 1967. The Decapod Crustacea of the Royal Society Expedition to Southern Chile, 1958-59. *Trans. Roy. Soc. New Zealand, Zool.*, 8: 169-186.
- Gorny, M. - 1999. On the biogeography and ecology of the Southern Ocean decapod fauna. *Sci. Mar.*, this volume.
- Klages, M., J. Giitt, A. Starman and T. Bruns. - 1995. Stone crabs close to the Antarctic continent: *Lithodes murrayi* Henderson, 1888 (Crustacea: Decapoda: Anomura) off Peter I Island (68° 51' S, 90° 51' W). *Polar Biol.*, 15: 73-75.
- Lovrich, G.A., J.H. Vinuesa, F. Tapella and A. Chizzini. 1998. La centolla *Lithodes confundens* en el intermareal sudatlántico de Santa Cruz, Argentina. Informe 1997. *Contrib. Cient. CADIC*, 30: 1-16.
- Macpherson, E. - 1988. Revision of the family Lithodidae Samouelle, 1819 (Crustacea, Decapoda, Anomura) in the Atlantic Ocean. *Monogr. Zool. Mar.*, 2: 9-153.
- Retamal, M.A. 1981. Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. *Gayana Zool.*, 44: 1-110.
- Revue, G. and H. Andrade. - 1978. Nueva localidad para *Lithodes murrayi* Henderson en el Pacífico Sur Oriental (Crustacea, Decapoda, Anomura, Lithodidae). *Not. Mus. Nac. Hist. Nat. Santiago*, 261: 1-9.
- Spivak, E. - 1997. Los crustáceos decápodos del Atlántico sudoccidental (25°-55° S): distribución y ciclos de vida. *Invest. Mar., Valparaíso*, 25: 69-91.
- Vinuesa, J.H. - 1977. Aportes al conocimiento de los crustáceos decápodos de Tierra del Fuego con algunas observaciones zogeográficas. *Physis Secc. A.*, 36 (92): 9-19.
- Vinuesa, J.H. - 1985. Differential aspects of the southern King crab (*Lithodes antarcticus*) in two latitudinally separated locations. In: B. Melleff (ed.), *Proc. Int. King Crab Symp. Alaska, Alaska Sea Grant Report* 85-12, pp. 267-280. Alaska Sea Grant College Program.



Overview of Southern King Crab and False King Crab Fisheries in the Magellanic Region

Julio H. Vinuesa

*Centro Austral de Investigaciones Científicas
Tierra del Fuego, Argentina.*

Leonardo Guzmán and Roberto González

*Instituto de Fomento Pesquero, XII Región
Punta Arenas, Chile*

Abstract

The southern king crab or "centolla" (*Lithodes santolla*) and the false king crab or "centollón" (*Paralomis granulosa*) represent an important mixed fishery in the Magellanic zoogeographic region. The history of both crab fisheries is marked by fluctuating resource abundances and the declines of landings in certain places was accompanied by the development of new areas to replace those that had declined. Magellanes Strait and Tierra del Fuego archipelago are the main capture areas, with recent important landings of centolla near Chiloe Island (X Region, Chile). Argentine captures have been low compared with those of Chile. No serious studies have been conducted to assess the stocks of both species. The Atlantic Patagonian continental shelf appears to offer commercially exploitable stocks of centolla, but this fishery must be highly seasonal. *P. granulosa*, a lesser size crab, is captured mainly in waters surrounding Tierra del Fuego. With a 10-year generation time, the species appear very sensitive to exploitation.

Introduction

In southern South America, various lithodid species are distributed in the cold-temperate waters of the Magellanic Region. This biogeographical region is characterized by the influence of the Circumpolar Current or West Wind Drift, with water temperatures between 3° and 15°C.

The species of *Lithodes* are the largest of the local representatives of the family. The commercial *L. santolla* has a maximum size and weight of 150 mm carapace length (CL) and 8 kg. On the Atlantic coast of South America, *L. santolla* is distributed south of 34°S latitude, from the Uruguayan coast to Tierra del Fuego (Figure 1). On the Pacific coast, they are distributed south to 40°S latitude. In its southern range, *L. santolla* is distributed from subtidal down to 150-200 m. *Lithodes confundens* is morphologically similar to *L. santolla*, and the two species probably overlap in distribution (Macpherson 1988). Therefore, it is likely that *L. confundens* is landed as *L. santolla* in some places.

In the Magellanic Region, crabs of the genus *Paralomis* are also commercially exploited. *Paralomis granulosa* measures 120 mm CL of maximum size and 1.5 kg of maximum weight. This is the only species of the genus that inhabits shallow coastal waters (Macpherson 1988). This species is distributed in coastal waters of Tierra del Fuego and Islas Malvinas (Falkland Islands), from subtidal down to 70 m depth. *Paralomis spinosissima* is found off South Georgia Islands (55°S latitude). Very recently, this species has attracted commercial attention (G.A. Lovrich pers. comm.).

Other species of the family Lithodidae are in the area. *Lithodes turkayi*, a species closely related to *L. murrayi*, inhabits Atlantic waters off the Falkland Islands and Pacific waters off the coast of Chile, from 70 to 400 m depth (Campodónico and Guzmán 1972). *Neolithodes diomedae* is a deepwater species that lives off the Pacific coast of Chile. So far, no commercial interest has been demonstrated for this species.

Although lithodids are widely distributed, the fishery has mainly developed in coastal waters of the Archipelago of Tierra del Fuego. This is probably because major coastal concentrations occur in the Strait of Magellan and in the Beagle Channel. Since *Lithodes santolla* and *Paralomis granulosa* are sympatric and trapped simultaneously in this area, they constitute a mixed crab fishery. The Chilean fishery for king crabs is centered in Punta Arenas, on the north coast of the Strait of Magellan. So far, the main exploited areas of Chile have been the Strait of Magellan, the Beagle Channel, and the Cape Horn area. More recently, the fishery has developed northward, near Chiloié Island (40°S latitude; Figure 1). The Argentinian fishery is mainly in the Beagle Channel, near the city of Ushuaia. Nevertheless, some catches occur on the Atlantic coast, near Comodoro Rivadavia, and off Mar del Plata and Montevideo.

Brief History of the Fisheries

In the late 1920s, the commercial fisheries of the Strait of Magellan (Chile) and of the Beagle Channel (Argentina) started by fishing *L. santolla* exclusively by means of tangle nets. In Chile, from 1930 to 1960, the fishing season lasted only three months per year. The activities were re-

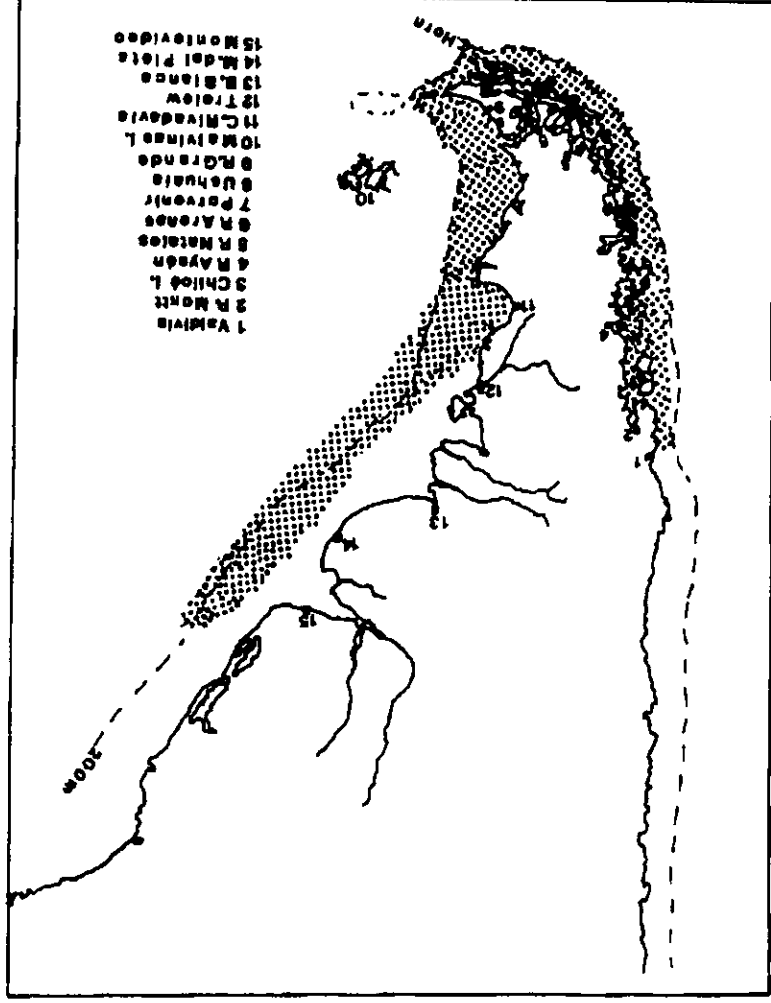


Figure 1. Southern tip of South America, showing landing ports and distribution of *L. santolla*.

stricted to 75-100 km from Forventin, mainly in the Strait of Magellan. At that time, landings varied between 50 and 150 mt. In 1934, the first regulations were imposed on the fishery, without supporting biological studies. The first rule was the exclusive landings of males of a minimum size of 120 mm CL. Landings of ovigerous females (those that carry eggs) were explicitly prohibited. A closed season between February and June was also imposed. Some years later the closed season was reduced to two months. These regulations persist today, with the exception of the exclusive use of traps to catch both species. In 1993, for the XII Region, the closed season was extended to seven months between December and June, to protect reproductive and molt periods of both sexes.

In the 1960s, in the XII Region, fishing for *L. santolla* was more intensive than in the past. Landings of *L. santolla* increased steadily to reach 516 mt in 1967 (Table 1). The decrease in catch in some areas was compensated by moving to previously unexploited areas. In the early 1980s, in some areas symptoms of overexploitation appeared. For example, in 1981 Bahía Inutil was closed to fishing for four years. After it was reopened, the catch per unit effort was less than in 1980. Apparently, the number of animals in the population was reduced to a point of non-return: the largest crabs, males and females, were extracted and the reproductive fraction was removed. Evidently, the four-year closure was not enough to allow recuperation. Stock assessments for *L. santolla* are scarce for the Chilean fisheries. Often, crab biomass was monitored by evaluating the changing catch per unit effort.

In Argentina, the main fishery for *L. santolla* and *P. granulosus* has been the Beagle Channel. Until 1975, *L. santolla* was fished only with tangler nets. Traps are now the only gear permitted to fish king crabs. In 1978 additional regulations, similar to Chilean ones, were put in force: a minimum size of 120 mm CL, exclusive male landings, and a maximum of 1,000 traps in an area of the Beagle Channel near Ushuaia. In 1993, a minimum size of 90 mm CL was imposed to land males of *P. granulosus*. Since 1992, fishing effort on lithodids increased slightly. The government of Tierra del Fuego gave new fishing permits to fishers with smaller boats, which formerly had fished mollusks and sea urchins.

Scientific surveys for *L. santolla* and nonexistent for *P. granulosus*. In 1981-1982, Bosché et al. (1984) calculated the only stock assessment for *L. santolla* in an Argentinean fishery. Consequently, a maximum effort of 1,000 traps was imposed in the area. Surveys of 1988 and 1994 showed a permanent decrease in yields of *L. santolla*, a decrease in the mean size of males and females, and a decrease in the percentage of ovigerous females, down to 30% (Bertuché et al. 1990). These observations indicated symptoms of overexploitation, and in 1994, the area near Ushuaia was closed to fishing. Landings of *L. santolla* from other sites of the Atlantic coast are from two sources. First, a small fishery has developed in coastal waters

Table 1. Landings of *L. santolla* in different areas.

Year	I	II	III	IV	V	VI
1965	no data	no data	23.6*	-	5.2	22.9
1966	10.0	-	442.6	-	32.1	27.7
1967	9.0	-	702.2	0.1	22.0	18.1
1968	7.2	-	655.6	2.2	47.9	0.8
1969	4.6	-	632.8	3.1	25.7	4.0
1970	20.6	0.1	622.9	4.6	7.3	4.6
1971	17.2	-	626.3	3.0	11.4	1.3
1972	26.0	-	616.1	6.2	56.4	0.6
1973	24.4	-	473.3	8.9	12.8	0.9
1974	11.2	-	816.6	-	47.0	0.4
1975	12.5	-	847.0	-	57.5	3.0
1976	14.6	-	1216.9	-	75.6	2.0
1977	26.0	-	647.1	-	90.3	10.5
1978	6.9	-	2149.0	-	56.5	4.0
1979	10.2	-	2410.7	-	36.5	2.1
1980	12.0	-	1487.9	-	38.1	5.0
1981	4.0	1.0	1481.4	3.1	32.9	8.3
1982	30.0	2.0	1663.9	-	no data	1.0
1983	21.0	4.6	2876.9	-	no data	2.7
1984	47.0	17.0	2853.0	-	3.5	2.5
1985	30.0	85.0	2713.0	-	no data	2.9
1986	124.0	83.0	2519.5	-	10.5	4.4
1987	39.0	82.0	2202.1	-	no data	30.3
1988	18.0	20.0	2261.8	-	3.6	2.9
1989	11.0	78.0	2323.4	-	64.6	6.5
1990	343.0	14.0	1573.0	-	29.0	1.0
1991	1515.0	76.0	1838.7	-	51.3	2.3
1992	684.0	45.0	1257.0	-	71.6	1.0
1993	1324.0	26.0	1334.1	3.2	119.0	1.9
1994	1033.0	71.0	1110.0	36.1	236.4	1.5

Note: I: X Region; II: XI Region; III: XII Region and Tierra del Fuego Province; IV: Atlantic coast of Tierra del Fuego and southern Santa Cruz; V: San Jorge Gulf; VI: Deep waters of Buenos Aires Prov. Inc: : data from Beagle Channel only.

Area IV = 1974 : 9000 toneladas
 " " 1972 : 5911
 " " 1973 : 7250

→ los datos de los primeros 171.5 ton TALLAS

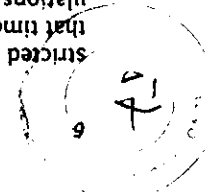


Table 2. Landings of *P. granulosa* in different areas.

Year	XII Region (Chile)	Beagle Channel	Argentine Sea
1978	637	54	-
1979	952	58	-
1980	429	19	-
1981	310	150	-
1982	309	52	-
1983	831	78	-
1984	851	105	-
1985	266	163	-
1986	993	168	-
1987	1773	150	5
1988	2330	186	-
1989	1953	122	-
1990	1865	160	-
1991	3419	189	-
1992	1326	37	-
1993	955	27	14
1994	2220	151	2

The fishery of Comodoro Rivadavia is variable. Landings have been modest and quite varied (Table 1). In the 1970s, landings were recorded at 90 mt; in the 1980s they fell to practically nil. Since the early 1990s, landings have increased to a record of 226 mt.

Landings of *P. granulosa*

Commercial exploitation of *P. granulosa* is exclusively in coastal waters of Tierra del Fuego, i.e., the XII Region in Chile and the Beagle Channel in Argentina. Fishing for *P. granulosa* began as a reaction to declining catches of the sympatric *L. santolla* (Tables 1 and 2). Since 1977, total landings by Argentina and Chile varied from 300 to 3,600 mt. Of these, Chile has harvested about 95%.

Landings have been variable. A maximum of about 1,000 mt was recorded in 1979, and then landings decreased (Table 2). Between 1982 and 1991, landings increased again and reached a record of 3,400 mt. In the following two years, a strong decrease in landings occurred. These variations are associated with market conditions. The product, canned or fro-

near Comodoro Rivadavia (Figure 1, Table 1). Crabs live here in shallow waters (10-30 m) and are fished by means of beam trawls. Hake, cod, elephant fish, soles, and sharks are also landed as bycatch. Second, *L. santolla* landed in other ports such as Mar del Plata or Montevideo are the bycatch of the vessels that fish the Argentinean hake (*Merluccius hubbsii*). Landings are from the winter fishing grounds, at 150-250 m depth, in latitudes between 40 and 34°S.

In our opinion, the main factor that makes the fisheries collapse is the continual violation of regulations that has characterized the Argentinean and Chilean fisheries. Usual transgressions are landings of female and sublegal crabs and their slaughter on board; thus the controls on live crabs that arrive in port are avoided. Moreover, the lack of effective controls has promoted violation of fishing regulations.

Landings of *Lithodes santolla*

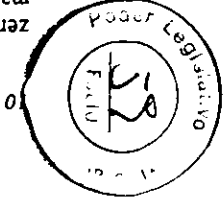
In Chile, the fishery located in the XII Region was the most important one and until 1989, responsible for more than 95% of Chilean landings (Table 1). Landings increased and reached a maximum in 1983, and then began to decline. Since 1993 landings in the XII Region have been very limited, because of a shorter fishing season of 3 months instead of the former 10-11 months. Main ports of landings are Punta Arenas, Porvenir, and Puerto Natales. The mean size of landed males was 118 mm CL in 1992, 131 mm CL in 1993, and 128 mm CL in 1994. The sublegal fraction varied between 26% and 30% (Algebra pers. comm.).

An important fishery is now located in the X Region with Puerto Montt and Valdivia as the main landing ports (Figure 1). Since 1991, landings have been 10 times those previously recorded (Table 1). Fishing is by means of small boats (5-8 m length) that can manage a limited number of gears. More than 2,000 boats and 5,000 fishers are registered. Fishing season is ten months, from February to November. In this area, legal size is 100 mm CL.

The XI Region is a less-populated area, and fishers and registered boats are fewer than in other areas. There are 590 boats and 1,100 fishers. The main landing ports are Puerto Chacabuco, Puerto Melinka, and Puerto Aysén.

Argentinean landings of *L. santolla* have been low compared to those of Chile. This is mainly because in Argentina, the Beagle Channel has been regularly exploited. The surface of the fishing area is about 250 km², small compared to other fishing areas. The landings record was recorded in 1974, and then they began to decline, reaching a low of 32 mt in 1994. The port of landings has been Ushuaia. Currently, only 10 boats are registered to fish in the area. On the east coast of Tierra del Fuego, commercial exploitation of *L. santolla* started in 1993. In 1994, this fishery recorded 31 mt of landings and is growing very fast.





zen, is exported to North American and European markets. When the demand for the product decreases, fishing for *P. granulosa* also decreases.

Comments

Exploitation of stocks of both crabs is intensive in southern Chile (X and XII Region) and Tierra del Fuego Province (Argentina).

Between both Chilean regions, the XI Region, there are thousands of kilometers of rugged coastline, no roads for communications, and few and isolated populations. The area has a history of reduced landings, but it is possible that the size of the resources there warrants some investment in crab fishing. Although some observers believe that Chilean stocks of centolla are not sufficient to support great commercial operations, the XI Region (with near 80,000 square kilometers) and the northern area of the XII Region (Trinidad Channel) are potential capture areas. On the Pacific side, the resource is thinly distributed, since the limiting factor is the extent of the habitat, a narrow band of continental shelf. Argentine stocks have not been assessed on the Atlantic side, but the Patagonian continental shelf extends for hundred of kilometers (Figure 1) and would appear to offer a broad habitat for centolla. Experimental fishing for crabs, however, has found no commercially exploitable stocks in southern Patagonia and surrounding waters of the Falkland Islands. It is possible that seasonal coast fisheries can develop on some areas, when centolla stocks move into shallow waters for reproduction.

P. granulosa is more broadly distributed than centolla, but the stocks are apparently of lesser size. This species is reported on the Atlantic coast near Santos (Brazil), in southern Patagonia, the Falkland Islands, and near Tierra del Fuego to the north to Paso Tenau, Chiloe Island. Some biological characteristics of the species mark important differences with *L. santolia*: reduced movements, no apparent reproductive migrations, a biennial reproductive cycle, reduced fecundity, and growth (need near 10 years to attain sexual maturity). Thus heavy fishing problems with management of this crab fishery change frequently.

As the fishery develops in certain areas, intensive landings occur, stocks decrease, and new fishing grounds appear in other areas. Although the two species present similarities in fishing and processing methods, their life cycles differ and that will be the basis of management, taking into consideration the difficulties of collection of data and stock assessment.

Acknowledgment

To Gustavo A. Lovrich for comments on the manuscript and our English language.

References

- Algebra, V., R. Rúa, M. Otergo, and C. Montenegro. 1994. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (crustáceos), zona central-1993. Estado de Situación y Perspectivas del Recurso. SGI/FFOP, 94/4.
- Bertuche, D.A., J.C. Wynngaard, C.E. Fibach, and E.E. Boschi. 1990. Population structural variation of the southern king crab, *Lithodes santolia*, of the Beagle Channel, Argentina, from 1975 to 1989. In: Proceedings of the International Symposium on King and Tanner Crabs. Univ. Alaska Sea Grant Rpt. 90-04, Fairbanks, pp. 411-426.
- Boschi, E.E., D.A. Bertuche, and J.C. Wynngaard. 1984. Estudio biológico pesquero de la centolla, *Lithodes antarcticus* del Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. Contrib. INIDEP, Mar del Plata, 44:1-172.
- Campodónico, L., and L. Guzmán. 1972. *Lithodes murrayi* Henderson, 1888. Nuevo listado para la Patagonia Austral de Chile (Crustacea, Decapoda, Anomura). Ans. Inst. Pat., Pta./Arenas (Chile), 3:221-232.
- Hernández, M.C. 1985. Southern king crab, *Lithodes antarcticus*, of the Magellanic Region, Chile. In: Proceedings of the International Symposium on King and Tanner Crabs. Univ. Alaska Sea Grant Rpt. 90-04, Fairbanks, pp. 231-244.
- Lovrich, G.A., and J.H. Vinuesa. 1993. Reproductive biology of the false southern king crab (*Paralomis granulosa*, Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina. U.S. Fish. Bull. 91:664-675.
- Lovrich, G.A., and J.H. Vinuesa. 1995. Growth of immature false southern king crab *Paralomis granulosa* (Anomura, Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina. Sci. Mar. 59(1):87-94.
- Macpherson, E. 1987. Revision of the family Lithodidae Samouelle, 1819 (Crustacea, Decapoda, Anomura) in the Atlantic Ocean. Monogr. Zool. Mar., Barcelona, 2:9-153.
- Vinuesa, J.H. 1985. Differential aspects of the southern king crab (*Lithodes antarcticus*) in two latitudinally separated locations. In: Proceedings of the International King Crab Symposium. Univ. Alaska Sea Grant Rpt. 85-12, Fairbanks, pp. 267-279.

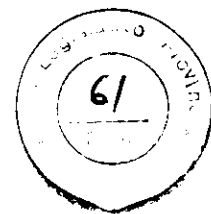


CENTRO AUSTRAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

CONTRIBUCION CIENTIFICA



DR. GUSTAVO A. LOVRICH



**LA CENTOLLA *Lithodes confundens* EN EL
INTERMAREAL SUDATLÁNTICO DE SANTA
CRUZ, ARGENTINA. INFORME 1997.**

Contribución Científica N° 30 del CADIC
Marzo 1998

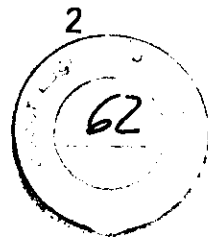
Gustavo A. Lovrich, Julio H. Vinuesa, Federico Tapella y Alejandro Chizzini
Lab. Biología de Crustáceos



Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Centro Austral de Investigaciones Científicas
Av. Malvinas e H. Yrigoyen, (9410) Ushuaia,
Tierra del Fuego
ARGENTINA

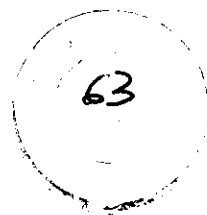
30

1998



RESUMEN

En este trabajo se informan los resultados de una campaña realizada en el sur de la Bahía Grande, provincia de Santa Cruz, durante la primavera y el principio del verano, donde se encuentran centollas en las bajamares (en el intermareal inferior). Los ejemplares encontrados fueron determinados como *Lithodes confundens* MacPherson, 1988. Esta es una especie morfológicamente similar a la centolla del Canal Beagle y del Golfo San Jorge. En la actualidad y en cercanías del Monte Tigre ($51^{\circ} 21'S - 69^{\circ} 02' W$), alrededor de la presencia de centollas se desarrolla una actividad de pesca recreativa. Los muestreos se realizaron mediante una red de enmalle, recorridos a pie de la plataforma de abrasión de ola (restinga) y controles de la captura de los pescadores. Se capturaron en total 333 individuos vivos y 37 exuvias. Del total de centollas vivas, 100 estaban formando parte de parejas en cortejo o en acoplamiento. En promedio, cada pescador que recorrió la playa obtuvo 4,4 centollas por marea y la red capturó 0,4 animales cada 12 hs de pesca por metro de red. El tamaño promedio de los machos y de las hembras fue de 106,6 y 74,0 mm LC, respectivamente. La talla de madurez sexual de las hembras fue 66,5 mm LC. La talla de madurez morfométrica de los machos fue de 78,0 mm LC. Concluimos que los muestreos de "playa", por meticulosos que sean, no describen la situación real de la población en aguas costeras del sur de Santa Cruz. Como se trata de la población de una especie de la que no se cuenta información, creemos necesario un relevamiento integral que contemple sitios de muestreo a diferentes distancias de la costa para obtener conclusiones confiables.



En el litoral atlántico del sur de la provincia de Santa Cruz se pueden encontrar centollas *Lithodes confundens* Macpherson, 1988 entre septiembre y febrero (obs. pers.; Scelzo et al. 1974), pero son más abundantes durante diciembre. A nuestro saber, este es el único lugar en el planeta donde cangrejos litódidos quedan expuestos en bajamar. Seguramente esto ocurre debido a la coincidencia de una migración estival hacia aguas someras y la ocurrencia de las mareas de sicigias en sitios con gran amplitud de marea que deja en descubierto el intermareal inferior (infralitoral).

Las centollas del intermareal de Monte Tigre (51° 21'S - 69° 02' W) han sido determinadas como *L. antarcticus* por Scelzo et al. (1974). Posteriormente, Macpherson (1988) renombró a *L. antarcticus* como *L. santolla* y además creó una nueva especie, *L. confundens*, a partir de ejemplares encontrados en las cercanías de las Islas Malvinas. Como indica el epíteto específico "confundens", esta especie es morfológicamente muy similar a *L. santolla* y fácilmente "confundible". Los caracteres diagnósticos para diferenciar ambas especies son la forma y la disposición de espinas del rostro, el patrón de espinulación del caparazón y de las patas caminadoras (c.f. Macpherson 1988). Sobre esta base, hemos determinado que las centollas que se muestrearon en diciembre de 1997 en las costas del sur de Santa Cruz pertenecen a *L. confundens*. Suponemos que las centollas estudiadas en 1973 por Scelzo et al. (1974) pertenecen a la misma especie, por el patrón de espinulación del rostro presente en un esquema de su informe (c.f. Fig. 1).

Desde hace más de 40 años, las centollas que arriban a las playas meridionales de la Bahía Grande son objeto de extracción. La localidad más visitada es el paraje La Angelina (Monte Tigre), a 30 km al norte del Río Gallegos. Entre las décadas de 1950 y 1970, las centollas han sido explotadas comercialmente para ser vendidas principalmente en Río Gallegos, y sus capturas variaron entre 3.000 y 9.000 ejemplares por temporada (Scelzo et al. 1974). En la actualidad, la ocurrencia de centollas en el intermareal de La Angelina es objeto de una actividad de pesca recreativa. Los pescadores recorren —generalmente a pie— la playa expuesta durante las bajamares de sicigias y están habilitados para recoger sólo machos más grandes que la talla legal (110 mm de largo de caparazón, LC). Si las mareas de sicigias ocurren durante días no laborables, el impacto de esta pesca recreativa sobre la población de centolla será más alto.

En este informe se describe el estado actual de la fracción de la población de centolla *Lithodes confundens* que aparece en el intermareal inferior del sur de la provincia de Santa Cruz, luego de 24 años desde el único relevamiento realizado (Scelzo et al. 1974). Se presenta aquí la abundancia relativa, estructura de tallas, proporción de sexos y las tallas de madurez sexual.

OBTENCION Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

El muestreo se realizó entre el 12 y 15 de diciembre por dos métodos: con una red de enmalle y recorriendo a pie la playa expuesta en bajamar. La red de enmalle era de 0,12 m de abertura de malla y 40 m de longitud. Se instaló en un sitio fijo y se la utilizó durante 3 días consecutivos, i.e., se revisó durante la bajamar de la tarde durante los dos primeros días y durante la bajamar de la mañana el tercer día. Se enumeró la captura de la red, se registró el sexo, en las hembras la presencia de huevos, y de cada animal se tomaron las medidas morfométricas estándar y se registró la edad de su exosqueleto según la escala utilizada por Lovrich y Vinuesa (1993). Todos estos animales se devolvieron nuevamente al mar.

El recorrido por la playa se comenzó entre 2 y 3 horas antes de la bajamar, y siguiendo el nivel del agua que se retiraba y dejaba expuestas playas de arena o plataformas de abrasión de ola (restingas). Los ejemplares que se encontraron se colectaron para su medición y disección posterior. También se enumeraron y midieron los animales capturados por algunos pescadores.

De todos los individuos se registró el sexo, la edad del caparazón, la presencia y tipo de epibiontes, de parásitos, y la presencia y estado de madurez de los embriones portados por las hembras. Se midió la longitud del caparazón (LC) de todos los animales. En los machos se registró además el ancho del caparazón, el largo y alto del quillpedo derecho, y el largo del meropodito del tercer pereiópodo derecho. A una submuestra de animales se les realizó una disección para extraer el estómago y una porción de tejido de las branquias para realizar un estudio sobre la dieta y genética de poblaciones, respectivamente. Estos resultados se informarán oportunamente.

En los ejemplares macho, la talla de madurez morfométrica (TMM, indicadora de la adquisición de caracteres secundarios) fue calculada utilizando la rutina MATURE2 (Somerton y MacIntosh 1983). En algunas especies de cangrejos al adquirir la TMM el crecimiento alométrico de la pinza cambia respecto del cuerpo y puede ser descrito por dos funciones estadísticamente diferentes. El método MATURE2 ajusta dos rectas de regresión diferentes y encuentra el punto de intersección entre ambas, que proyectado sobre las abscisas representa la TMM.

En las hembras, la talla de madurez sexual fue calculada gráficamente. Se realizó a partir del ajuste de una función con cuadrados mínimos ponderados localmente (lowess) con 0,5 de factor de corrección, ajustada a la proporción de hembras ovígeras por clase de talla de 5 mm LC. La proyección sobre el eje de las abscisas de intersección entre la ordenada del 50% de hembras ovígeras y la curva indica la talla promedio de madurez sexual.

RESULTADOS

En el intermareal inferior del sur de la Bahía Grande provincia de Santa Cruz, principalmente durante la primavera y principios del verano aparecen ejemplares de centolla expuestos en bajamar. Aparentemente, las centollas buscan refugio en las irregularidades que ofrecen las plataformas de abrasión de ola (restingas). Éstas conforman grietas y/o piletas de marea de dimensiones variadas y complejidad creciente, e.g. grietas entre 0.2 y 2 m de profundidad, que a su vez tienen grietas más pequeñas a diferentes escalas. Durante la bajamar, mientras la profundidad no era más de 0,10–0,20 m, se encontraron las centollas que salían de las grietas que estaban quedando en seco, y buscaban una nueva. Si la distancia a una nueva grieta era la suficiente para que los animales estuvieran algunos minutos desplazándose, el recolector podía detectar a las centollas desde unos 50 m de distancia. Sin embargo en aquellas grietas o piletas de marea donde había suficiente profundidad, las centollas podían permanecer y eran indetectables por la elevada turbidez del agua. A menudo, la presencia de gaviotas *Larus dominicanus* en disputa era un indicador de la presencia de centollas que quedaban expuestas. Además, en aquellas grietas donde el agua desagotaba completamente era posible encontrar restos de exuvias.

En ocasión de nuestra visita se capturaron en total 333 individuos vivos (75 provenientes de la red de enmalle) y 37 exuvias de *Lithodes confundens*. Del total de individuos vivos, 100 estaban formando parte de parejas en cortejo o en acoplamiento. Sin embargo, los pescadores declararon que muchos de los ejemplares macho que colectaron estaban en pareja y dejaban a las hembras en la playa. Las parejas estaban formadas por un macho con exosqueleto duro y en general una hembra en estadio premuda, mudando, o recientemente mudada (exosqueleto blando). Tanto en el caso de encontrarlas en la red de enmalle o desplazándose entre grietas o piletas de marea, el macho sostenía con uno de sus quelípedos (generalmente el derecho) a la hembra por alguna de sus extremidades (pereiópodos).

De las 50 parejas encontradas, 17 fueron capturadas por la red de enmalle. En la pareja, los machos siempre fueron más grandes que las hembras. El macho y la hembra más pequeños encontrados en sendas parejas fueron de 75.2 y de 61.7 mm LC, respectivamente.

En promedio, cada pescador que recorrió la playa obtuvo 4,4 centollas por marea. Sin embargo, entre los pescadores hubo algunos más experimentados que otros en la elección del sitio de playa recorrido y localización de centollas. Esto se hace evidente en que los pescadores mostraron diferentes eficiencias en sus capturas, i.e., pocos (2) o muchos (≥ 6) ejemplares por persona (Fig. 1).

La red de enmalle capturó en promedio 14,5 animales por marea o su equivalente de 0,4 animales por marea (cada 12 hs) por metro de red. Este dato puede compararse con los 0,35 machos de centolla por metro de red por 12 hs de pesca obtenidos en aguas de la Bahía Grande en 1958–1959 (Angelescu 1960). En 1972 el B/P "Shinmei Maru 12" pescó dentro de las 3 millas cercanas a la costa entre los 6 y 16 m de profundidad, y capturó entre 0,13 y 0,21 kg de centolla por metro de red por día (Boschi, 1997).

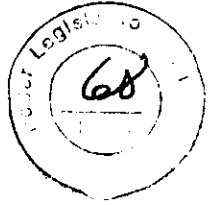
Se puede considerar que las redes de enmalle son muestreadores menos sesgados que los recolectores manuales que recorren la playa, y que de acuerdo a su abertura de malla retienen a todos los animales. La proporción de sexos de los animales capturados por la red de enmalle de 2,6 machos por cada hembra fue similar

a los 2,7 machos por cada hembra calculada a partir del muestreo de 1973 (Scelzo et al. 1974). Se supone que la eficiencia de la red de enmalle durante la segunda marea fué más baja porque (1) los animales que no estaban bien enmallados tenían oportunidad de escape con las corrientes de mareas ascendentes y descendentes, y (2) los animales ya enmallados ocupan un determinado tramo de paño de red que resulta inefectivo en la siguiente marea. Por ejemplo, es posible que el macho de alguna pareja se haya enmallado y la hembra escapado. En consecuencia, la abundancia relativa y la proporción de sexos calculada a partir de la red de enmalle pueden estar subestimada y sesgada en favor de los machos, respectivamente.

Los machos de centolla fueron significativamente más grandes que las hembras (Fig. 2). La distribución de frecuencias de talla de los machos presenta dos modas, que representarían dos clases de tallas: de 105 y 125 mm LC. La distribución de frecuencias de tallas de las hembras también es bimodal, con modas a 75 y 85 mm LC. La categoría de animales con sexo indeterminado comprende en gran proporción a las exuvias que carecían de apéndices o abdómenes que permitieran determinar el sexo. Sin embargo, la distribución de frecuencias de los animales con sexo indeterminado está dentro del rango de la distribución de tallas de las hembras y es posible que se trate de exuvias de ejemplares hembra.

El tamaño promedio de los machos y hembras es inferior al informado para la población de La Angelina hace 24 años (Fig. 2 c.f., Scelzo et al. 1974). Sin embargo, la relación de tallas promedio de 1,44 entre los machos y las hembras de nuestro estudio es similar al valor de 1,48 calculado a partir de los datos de Scelzo et al. (1974).

Las hembras alcanzan la madurez sexual a los aproximadamente 66,5 mm LC (Fig. 3). Este dato coincide con que dentro del rango 59.8--69.8 mm LC todas las hembras que se encontraron estarían receptivas luego de mudar. Los rasgos indicativos de su inminente madurez sexual fueron (1) las sedas de sus pleópodos sin signos de haber portado embriones, y (2) el ovario de color borra vino a anaranjado oscuro con oocitos distinguibles a simple vista, de aproximadamente 1,5 mm de diámetro. Sin embargo, el cálculo de la talla de madurez sexual de las hembras debe ser interpretado como provisorio hasta tanto se cuente con un tamaño muestral confiable.



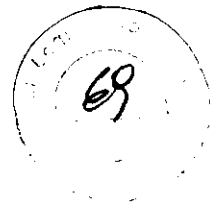
En los machos, la talla de madurez morfométrica fue aproximadamente de 78,0 mm LC (Fig. 4). Si bien es evidente el cambio en la pendiente de las rectas de regresión que describen la alometría del quelípedo, son necesarios más datos de centollas <80 mm LC para que este resultado sea confiable.

Existen dos medidas estándar para estimar el tamaño del caparazón en cangrejos: el largo (LC) o el ancho (AC). Consideramos que la medida del largo es unívoca y puede ser tomada sin ambigüedades, y por tanto presentamos a continuación las dos formulas para convertir el largo en ancho y viceversa.

$$AC = 1.14 \cdot LC - 4,86$$

$$LC = -0,85 \cdot AC + 7,42$$

De esta manera, una centolla de 110 mm AC tiene 120 mm LC, actual talla legal provincial (Disp. Prov. 370/88).



CONCLUSIONES

Desde el punto de vista biogeográfico, el hallazgo de una población de centollas *Lithodes confundens* constituye una novedad y abre nuevos interrogantes. Los principales son dos, a saber: primero, si las centollas determinadas como *L. antarcticus* por Scelzo et al. (1974) pertenecían a esta especie o eran morfológicamente semejantes a la actual *L. confundens*. A juzgar por el patrón de espinulación de un caparazón de centolla de la figura 1 de Scelzo et al. (1974), la población entonces estudiada pertenecía a *L. confundens*. Segundo, sería importante conocer el grado de "mezcla" de las poblaciones de *L. santolla* y *L. confundens* en la plataforma continental argentina y en particular frente a las costas de Santa Cruz, y hasta que punto los muestreos realizados hasta el momento informan sobre una u otra especie.

La información sobre la población de centollas *Lithodes spp.* en el litoral santacruceño es fragmentaria. Relevamientos anteriores permiten suponer que la población de centolla estaría dispersa en toda la plataforma continental patagónica (Angelescu 1960), pero más concentrada cerca de la costa, especialmente durante la primavera y el verano (Scelzo et al. 1974; Boschi 1997). Nuestros datos, aunque limitados, sugieren que la presencia de las centollas en el intermareal inferior de la Bahía Grande provincia de Santa Cruz se debería a que una parte de la población migra hacia aguas someras en el momento del apareamiento. Esta migración permitiría escapar de los depredadores y/o del canibalismo a las hembras que mudan al momento del apareamiento y que son muy vulnerables, exponiéndose sin embargo a la depredación de las gaviotas. También, es posible que la migración que hemos detectado sea parcial y la efectúen sólo los animales más pequeños de la población (e.g., los competitivamente menos aptos), que buscan oportunidad de aparearse en sitios no dominados por animales que monopolizan los recursos.

Los datos de madurez sexual que se informan en este estudio son los primeros calculados para la población de la Bahía Grande. Además, éstos indican que los machos desde aproximadamente 75 mm LC son capaces de aparearse. Estos resultados confirman que la talla legal (110 mm LC) impuesta por las regulaciones provinciales son adecuadas.

El relevamiento del intermareal inferior, por completo y abarcativo que se realice, no es indicativo de la situación real de la población en aguas costeras de Santa Cruz. Además, como se trata de la población de una especie de la que hasta el momento no se cuenta información, es necesario un relevamiento integral que contemple sitios de muestreo a diferentes distancias de la costa para obtener conclusiones confiables.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al personal de la Subsecretaría de Pesca y Actividades Portuarias de la provincia de Santa Cruz, y en especial al Sr. Mario Perroni por su apoyo logístico. Este estudio fue financiado por la International Foundation for Science de Suecia (subsido A-2507/1) y por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (subsido PIP 4307/97). GAL y JHV son Investigadores del CONICET; FT es becario del CONICET, y AC es personal de la Carrera del Personal de Apoyo a la Investigación del CONICET.

BIBLIOGRAFIA CITADA

Angelescu, V. 1960. Operación Centolla en el Atlántico Sur. Serv. Hidrog. Naval H. 1013. 51 + VII pp.

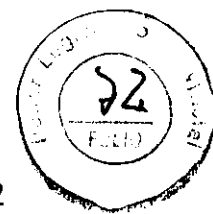
Boschi, E.E. 1997. Las pesquería de crustáceos decápodos en el litoral de la República Argentina. Investigaciones Marinas (Valparaíso) 25: 19-40.

Lovrich, G.A. y J.H. Vinuesa. 1993. Reproductive biology of the false southern king crab (*Paralomis granulosa*, Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina. Fish. Bull. U.S. 91: 664-675.

Macpherson, E. 1988. Revision of the family Lithodidae Samouelle, 1819 (Crustacea, Decapoda, Anomura) in the Atlantic Ocean. Monogr. Zool. Mar. 2: 153 pp.

Somerton, D.A. y R.A. MacIntosh. 1983. The size at sexual maturity of blue king crab, *Paralithodes platypus*, in Alaska. Fish. Bull. U.S. 81: 621-628.

Scelzo, M.A., J.L. Fenucci y E.E. Boschi. 1974. Resultados preliminares sobre la biología pesquera de la centolla *Lithodes antarcticus* Jacquinot, en el litoral de Santa Cruz y Tierra del Fuego. II Reunión del Grupo Internacional de Coordinación de los Océanos Australes. CONICET - CADO:18-28.



LEYENDAS A LAS FIGURAS

- Figura 1: Cantidad de centollas *Lithodes confundens* capturadas por persona y por marea en Monte Tigre, Santa Cruz.
- Figura 2: Centolla *Lithodes confundens*. Distribución de frecuencias de tallas de los machos, hembras y ejemplares con sexo indeterminado de la fracción de la población muestreada en Monte Tigre - La Angelina entre el 12 y 15 de diciembre de 1997. En la abcisa se indica el valor del límite inferior del intervalo de talla, i.e., 40 mm LC corresponde a animales de 40-44,9 mm LC, y así sucesivamente. Referencias: el desvío estándar del LC promedio se indica entre paréntesis; M es la moda de la distribución y N es el tamaño de la muestra.
- Figura 3: Centolla *Lithodes confundens*. Frecuencia de ocurrencia de hembras ovígeras en clases de talla de 5 mm LC en 1996. En la abcisa se indica el valor del límite inferior del intervalo de talla, i.e., 50 mm LC corresponde a animales de 50-54,9 mm LC, y así sucesivamente. La función ajustada fue generada por la rutina "lowess" con 0,5 de factor de corrección. La flecha punteada indica la talla a la cual el 50% de las hembras es madura sexualmente o talla de madurez sexual. N es el tamaño de la muestra.
- Figura 4: Centolla *Lithodes confundens* machos. Relación entre el tamaño del quelípedo derecho (expresado como alto) y el tamaño del animal (como LC). La flecha indica el punto de intersección de las dos rectas que describen el crecimiento alométrico de la quela. Este punto es la talla de madurez morfométrica.



FIGURA 1

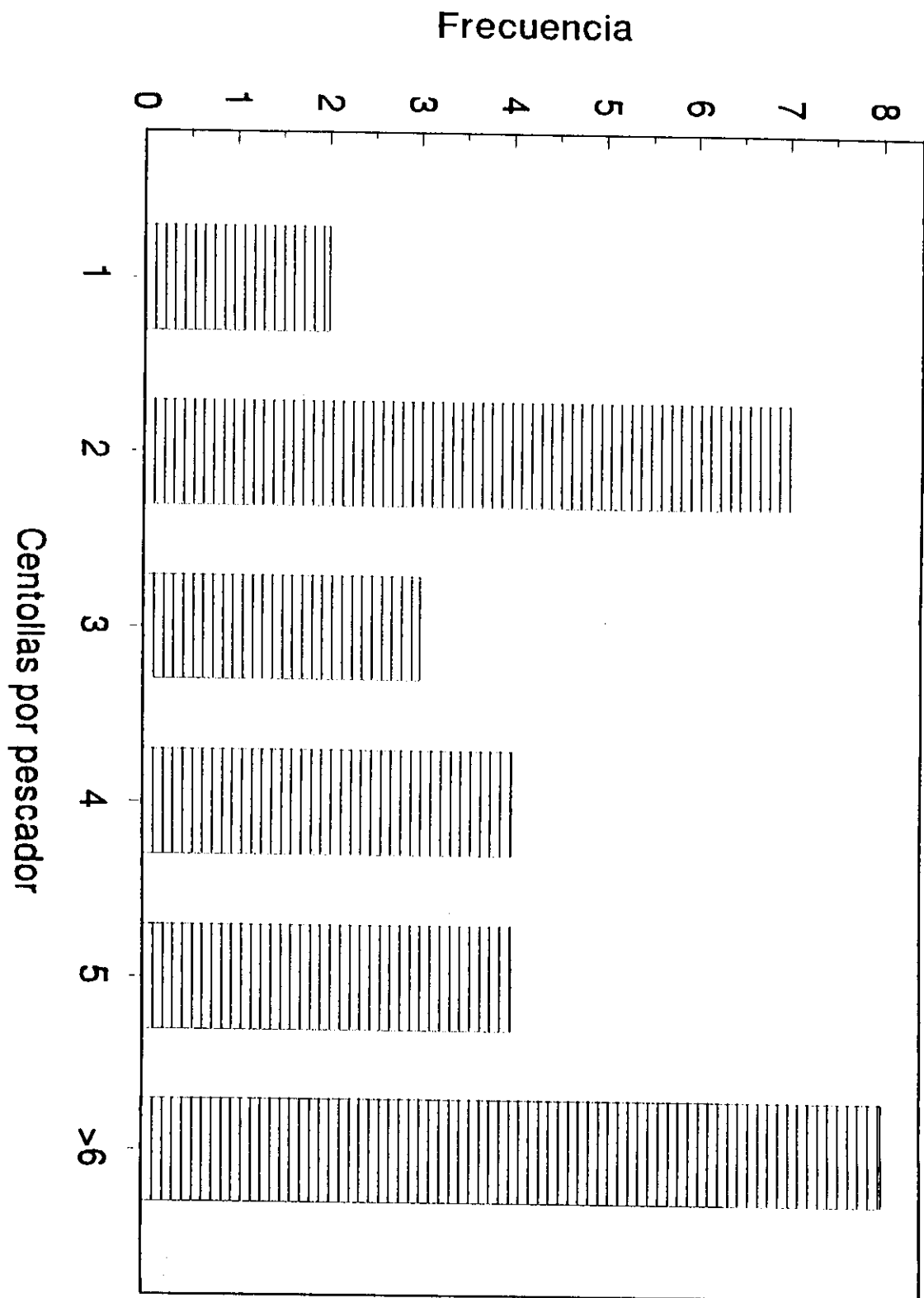


FIGURA 2

24

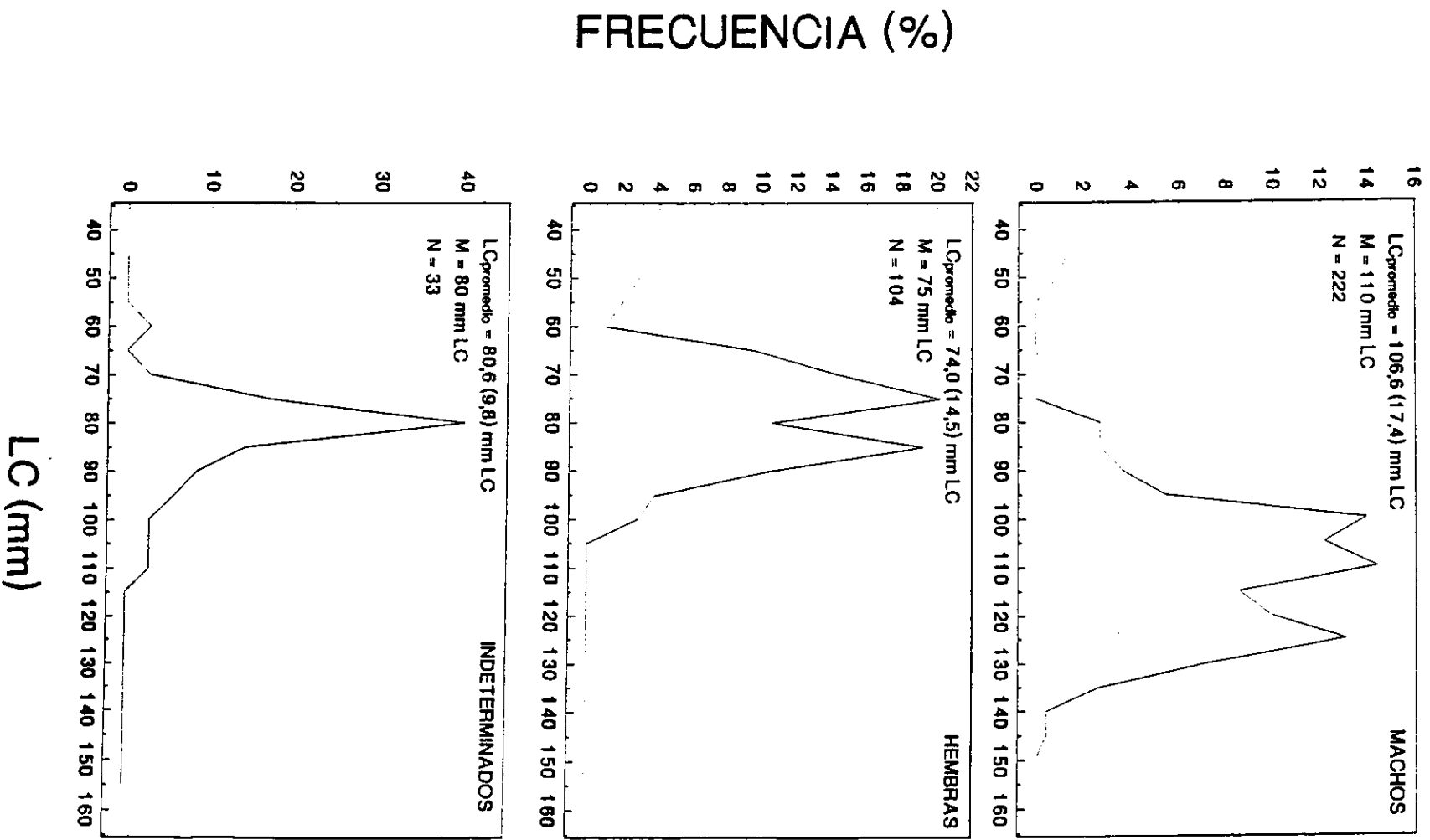
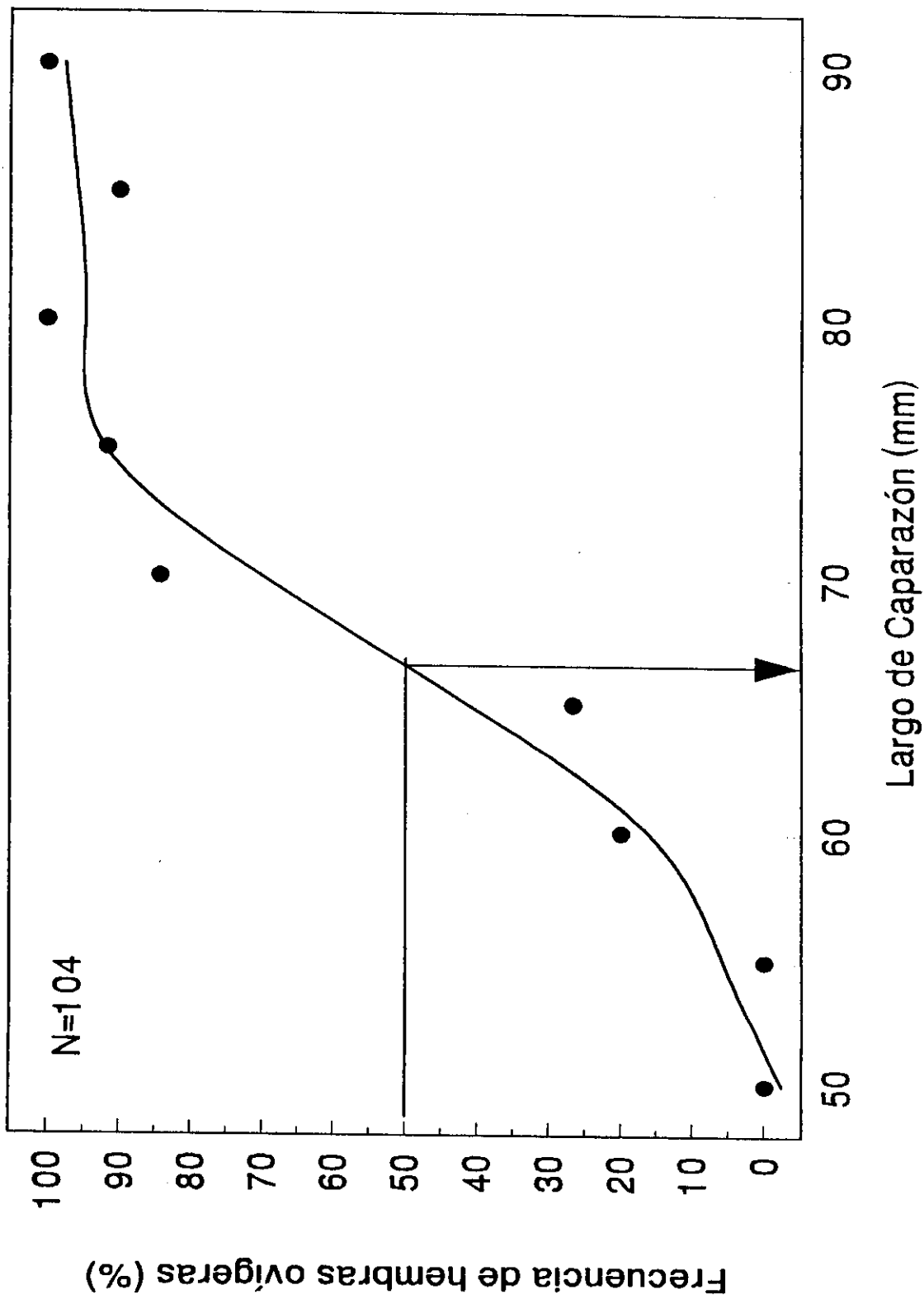


FIGURA 3

25



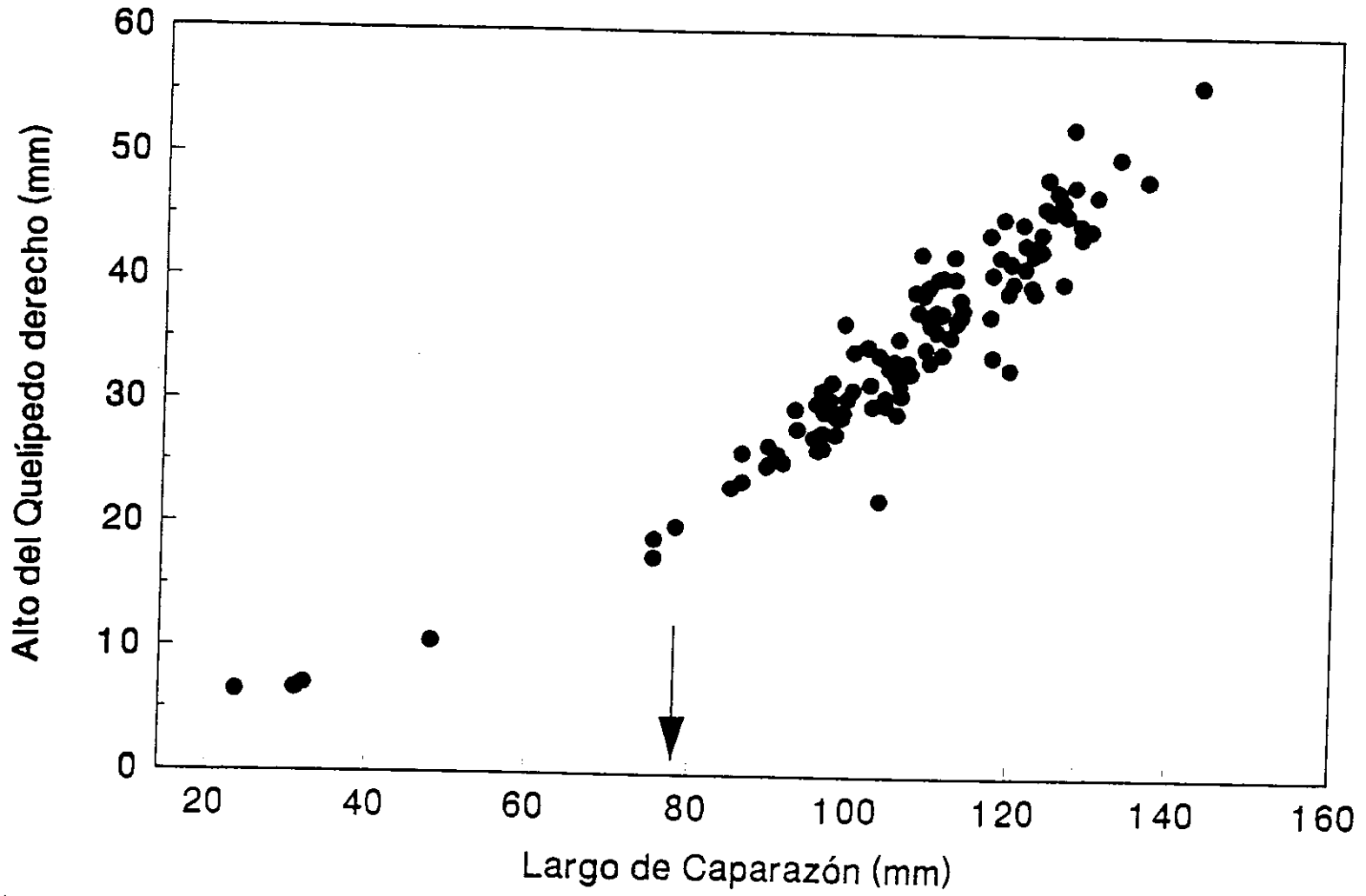
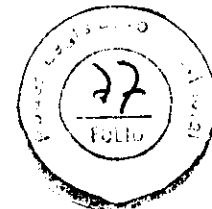


FIGURA 4

26

CONTRIBUCIONES CIENTÍFICAS DEL
CENTRO AUSTRAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

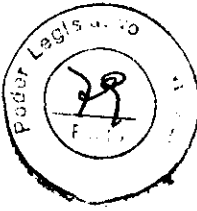


- Nº 1 Orquera, L. A. y E. L. Piana. 1986. Normas para la descripción de objetos arqueológicos de piedra tallada. 108 pp.
- Nº 4 Rabassa, J., A. Coronato, y C. Pascuarelli. 1987. Cuaternario de América del Sur: volumen de resúmenes y guía de excursiones. Reunión final IGCP-201. 278 pp.
- Nº 7 Iturraspe, R. J., C. Schröder y J. Escobar. 1989. Hidrología y variables climáticas del Territorio de Tierra del Fuego. Información Básica.
- Nº 10 Balestrini, C., J.H. Vinuesa, G. A. Lovrich, C. Mattenet, P. Medina y C. Cantú. 1990. Estudio de las corrientes marinas de los alrededores de la Península Ushuaia. 32 pp.
- Nº 11 Vinuesa, J.H. 1990. Los recursos marinos renovables de la Tierra del Fuego. 1. Moluscos y Crustáceos. 28 pp.
- Nº 12 Pinedo, L.B., O. Bianciotto y J. Ontivero. 1991. Jardines de introducción de especies forrajeras en Tierra del Fuego. 14 pp.
- Nº 14 Lovrich, G.A. y J.H. Vinuesa. 1992. Información biológica básica y recomendaciones para el manejo de la pesquería del centollón en el Canal Beagle, Tierra del Fuego. 18 pp.
- Nº 15 Vinuesa, J.H. y G.A. Lovrich. 1992. Biología y pesca de la centolla en el Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. Recomendaciones para su manejo. 26 pp.
- Nº 16 Vinuesa, J.H. 1993. Marea roja en el Canal Beagle. 32 pp.
- Nº 17 Orce, L., G. Rae y E. Hebling. 1995. Latitudinal UVR-PAR monitoring network in Argentina: Data from October 1994 to September 1995. 28 pp.
- Nº 18 Lizarralde, M.S., J. Escobar y G. Deferrari. 1996. El trapeo de animales mamíferos: un ensayo para el trapeo de castor y rata almizclera con trampas Conibear 330-2 y 110-2. 12 pp.
- Nº 19 Lovrich, G.A. 1995. Prospección pesquera de centolla y centollón en Puerto Español y Bahía Aguirre, Tierra del Fuego. 1995. 11 pp.
- Nº 20 Lizarralde, M.S., J. Escobar y C.C. Seiva. 1996. Los roedores silvestres de Tierra del Fuego: Sobre los ratones silvestres de Tierra del Fuego y sus ciclos de abundancia. 7 pp.
- Nº 21 Deferrari, G., M.S. Lizarralde, y J. Escobar. 1996. Los roedores silvestres de Tierra del Fuego: situación actual de rata almizclera introducida en Tierra del Fuego y su estudio cromosómico. 17 pp.
- Nº 22 Escobar, J., M.S. Lizarralde y G. Deferrari. 1996. Los roedores silvestres de Tierra del Fuego: controlando los problemas de los castores. 5 pp.
- Nº 23 Lopez, H.L., N.A. San Román y M. L. García. 1996. Lista comentada de la ictiofauna del Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. 84 pp.
- Nº 24 Lizarralde, M.S., G. Deferrari y J. Escobar. 1996. Los roedores silvestres de Tierra del Fuego: Estado de la población de *Castor canadensis* introducida en Tierra del Fuego y su estudio cromosómico. 16 pp.
- Nº 25 Lovrich, G.A. 1997. Estado de la pesquería mixta de centolla *Lithodes santolla* y centollón *Paralomis granulosa* en el Canal Beagle, Argentina. Informe 1995- 1996. 34 pp.
- Nº 26 Korembliit, G. y J.A. Forte L. 1997. Análisis agrohidrológico de la estepa fueguina. 21 pp.
- Nº 27 Lizarralde, M.S. y J. Escobar. 1997. La fauna silvestre de Tierra del Fuego: avances sobre la ecología de los mamíferos silvestres introducidos en la Provincia de Tierra del Fuego. 16 pp.
- Nº 28 Bianciotto, O. y G. Korembliit. 1997. Una aproximación a la planificación del medio natural. 17 pp.
- Nº 29 Calvo, J., E. Morriconi y D. Fernández. 1998. Mortandad de peces en las costas del Canal Beagle



CENTRO AUSTRAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

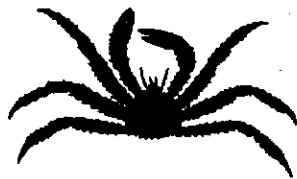
CONTRIBUCION CIENTIFICA



**ESTADO DE LA PESQUERIA MIXTA
DE CENTOLLÓN *Paralomis granulosa* Y
DE CENTOLLA *Lithodes santolla* EN EL
CANAL BEAGLE, ARGENTINA. INFORME
1997.**

**Contribución Científica N° 31 del CADIC
Mayo 1998**

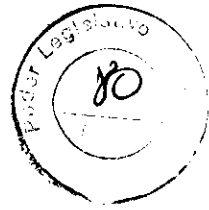
**Gustavo A. Lovrich, María Carolina Romero y Elina Orozco
Laboratorio Biología de Crustáceos**



**Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Centro Austral de Investigaciones Científicas
Av. Malvinas e H. Yrigoyen, (9410) Ushuaia,
Tierra del Fuego
ARGENTINA**

31

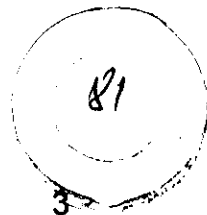
1998



RESUMEN

En este trabajo se presenta un diagnóstico de la pesquería mixta de la centolla y el centollón en el área del Canal Beagle que actualmente es explotada en forma comercial, que está comprendida entre Punta Remolinos e Islas Bécasses. La abundancia relativa promedio medida como captura por unidad de esfuerzo del centollón fue de 105 animales (machos y hembras) por trampa o 17 machos legales por trampa. En todos los casos, los rendimientos fueron al menos un 30% más elevados que en 1996. Hasta el final de la temporada de pesca de 1997 no se registran signos de sobre-explotación de la población de centollón, porque (1) la proporción sexual de la fracción de la población capturada por las trampas está significativamente sesgada hacia los machos, (2) las distribuciones de las tallas de los animales desembarcados y de la población no han variado significativamente respecto a 1995 y 1996, y (3) porque la proporción de hembras ovígeras es la esperada en poblaciones no sometidas a extracción comercial o a tasas de extracción muy bajas. La pesca de la centolla en este área ha sido una actividad secundaria, probablemente por su escasez.

Además, se presentan datos de la población de centolla de las Islas Bridges, correspondiente al área del Canal Beagle vedada a la pesca de centolla y centollón. El tamaño promedio fue de 107,6 y de 94,7 mm LC para los machos y las hembras, respectivamente. El porcentaje de hembras >75 mm LC ovígeras fue del 51%.

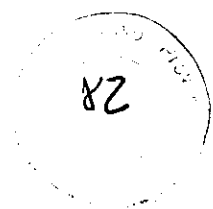


INTRODUCCIÓN

La pesca de centollas es la única actividad pesquera genuina que se realiza en el Canal Beagle en forma continua desde hace 30 años. Durante 1997 la pesquería de las dos especies de centollas del Canal Beagle tuvo como especie principal al centollón *Paralomis granulosa*. En la actualidad, por la abundancia del centollón y su factibilidad de comercialización internacional, y por la aparente escasez de centolla, ésta ha sido prácticamente relegada a ser un subproducto de la pesca del centollón. No obstante, en el mercado local la centolla sigue manteniendo elevada su demanda, especialmente asociada a la gastronomía turística. A nivel nacional, el principal abastecedor de centolla *Lithodes santolla* es Chubut, desde los puertos de Comodoro Rivadavia y Caleta Córdova, donde en los últimos 3 años se han registrado desembarques de alrededor de 300 t anuales.

Tal como sucede desde 1994, la extracción del centollón se realiza principalmente en el área del Canal Beagle comprendida entre Puerto Almanza e Islas Bécasses. Sin embargo, en su viaje semanal a Ushuaia las lanchas pescan en Punta Remolinos-Punta Paraná y en raras ocasiones pueden llegar hasta Punta Moat. Durante 1997, el área del Canal comprendida entre el hito XXVI -límite occidental internacional- y Punta Segunda estuvo completamente vedada a la pesca de centolla y centollón (Ley Provincial N° 114/93 y posteriores decretos del Poder Ejecutivo Provincial). Excepcionalmente, se permitió la pesca del centollón dentro de Bahía Ushuaia con un esfuerzo de pesca limitado a 100 trampas (Decreto Poder Ejecutivo Provincial N° 1156/95 y posteriores). No obstante ello, se han verificado numerosas infracciones y se detectaron alrededor de un centenar de trampas ubicadas en áreas vedadas.

El presente trabajo es el resultado del monitoreo continuo de la pesquería de centollón y centolla del Canal Beagle que se inició en 1995, cuyos resultados se han informado oportunamente (Lovrich, 1997). A continuación se provee información sobre la pesquería mixta de centollón y centolla en el sector del Canal Beagle comprendido entre Punta Segunda e Islas Bécasses durante el año 1997 a partir de muestras obtenidas de la pesca comercial. Además se presentan resultados de la población de centolla en el área actualmente vedada, a partir de un muestreo con trampas, redes de enmalle y buceo autónomo.



OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

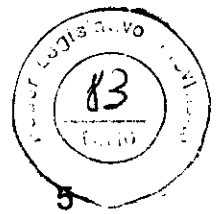
CENTOLLÓN

Para conocer la estructura de la población del centollón *Paralomis granulosa* se realizaron muestreos embarcando en las lanchas de pesca de la Pesquera del Beagle S.A. Con el fin de cuantificar la abundancia relativa, en el momento de izar cada línea se llenó un contenedor de 0,126 m³ con los animales capturados y se registró el número de trampas necesarias para completarlo. Se midió el largo de caparazón (LC) de todos los animales y el ancho del caparazón de algunos con un calibre de dial con una precisión de 0,1 mm. Además, se registró el sexo, la edad del caparazón según la escala utilizada por Lovrich y Vinuesa (1993), la presencia y tipo de epibiontes, de parásitos, y la presencia y estado de madurez de los embriones portados por las hembras.

Para conocer la estructura del desembarque se realizaron muestreos en el muelle en el momento de la entrega a la planta procesadora. En todos los casos se registraron los datos mencionados más arriba. En este estudio se considera como animales legales a los machos > 82 mm LC, que es equivalente a los 90 mm AC (Lovrich, 1997).

CENTOLLA

Se realizaron muestreos en la zona actualmente explotada en forma comercial y en el área de veda a la pesca. En el área comprendida entre Punta Remolinos e Islas Bécasses y a bordo de las embarcaciones de la Pesquera del Beagle, se midieron y se registraron los mismos datos que para el centollón de todos los ejemplares de centolla capturados en el día de pesca. Los datos que se presentan del área de veda son de un muestreo realizado durante 1997 por medio de trampas, redes de enmalle, y por buceo autónomo en la Bahía Ushuaia e Islas Bridges



RESULTADOS

OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS

En la tabla 1 se presentan fechas, profundidades del muestreo y cantidad de trampas muestreadas durante la pesca de centolla y centollón por trampas durante 1997, en el área del Canal Beagle comprendida entre Punta Remolinos e Islas Bécasses a partir de la pesca comercial. A fin de preservar la confidencialidad de los lugares de pesca, se omite expresamente la ubicación geográfica de los caladeros. Sin embargo, estos datos están disponibles mediante solicitud al primer autor de este informe.

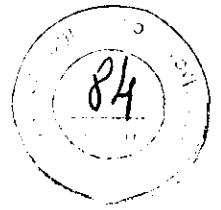
CENTOLLÓN

ABUNDANCIA RELATIVA

Durante 1997 las capturas por unidad de esfuerzo (CPUEs) expresadas como cantidad de animales por trampa fueron muy variables (Fig. 2). En promedio, los rendimientos fueron de 105, 56 y 17 individuos por trampa considerando machos y hembras, y sólo machos >82 mm LC, respectivamente. En todos los casos, los rendimientos fueron 60, 44 y 30 % más elevados que los registrados en 1996, respectivamente. Las CPUEs de sólo machos y de machos legales mostraron un patrón similar de variación al de 1996: aumentan hacia fin del otoño - principios del invierno.

DISTRIBUCIÓN DE TALLAS DE LOS DESEMBARQUES

La distribución de tallas de los desembarques no ha variado significativamente respecto de 1996, a excepción de la moda de la distribución que disminuyó de 82 mm LC en 1996 a 80 mm LC en 1997 (Fig. 3). Igualmente el porcentaje de animales legales desembarcados disminuyó de 55% en 1996 a 50,6% en 1997. No se ha verificado una mejoría en la selección de los animales legales por parte de los pescadores. En 1997, la proporción de machos ≤ 74 mm LC desembarcados —que no son comercialmente aptos y por tanto descartados sin procesar— fue de 10,4%, similar al valor registrado en 1996.



A lo largo de 1997 la moda de la distribución de frecuencias de tallas de los machos desembarcados aumentó clara y progresivamente de 78 mm LC en enero a 86 mm LC en octubre (Fig 4). La proporción de machos legales en el desembarque también tendió a aumentar de un valor promedio de ~35% al principio de la temporada de pesca a prácticamente el doble al finalizar la temporada de pesca.

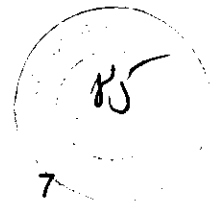
ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN

Durante 1997 las distribuciones de tallas de los machos y de las hembras de la fracción de la población que es capturada por las trampas se han mantenido aproximadamente constantes respecto de las de 1996 (Fig. 5). La moda de la distribución de tallas de los machos aumentó de 78 mm LC en 1996 a 84 mm LC en 1997. La proporción de animales legales en la población y la moda de la distribución de tallas de las hembras se mantuvieron constantes respecto de 1996. Durante 1997 la proporción de hembras >60 mm LC aumentó un 5,7% respecto de 1996.

En las figuras 6 y 7 se presentan las distribuciones de tallas de los machos y de las hembras capturados por las trampas de pesca comercial durante 1997. Al contrario de lo sucedido en 1996, durante 1997 se capturaron machos progresivamente más grandes, que se evidenció por un aumento en la talla modal y en el porcentaje de animales legales. Este último parámetro prácticamente se duplicó entre marzo y octubre (Fig. 6).

Las hembras > 60 mm LC ovígeras superaron el 80% en todos los muestreos realizados y en promedio representaron el 87% de la fracción de hembras de la población (Fig. 8). La clase de talla con mayor proporción de hembras ovígeras fue la de 70-74,9 mm LC. Las hembras ≥ 85 mm LC han sido proporcionalmente menos fecundas y registraron un porcentaje más alto de anomalías en la puesta.

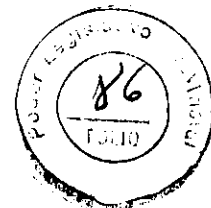
Tal como ocurrió en 1996, la proporción sexual del año 1997 estuvo significativamente sesgada hacia los machos, i.e., a lo largo de la temporada de pesca se capturaron más machos que hembras (Tabla 2). Durante 1997, los machos fueron capturados más frecuentemente durante todos los meses de muestreo excepto marzo.



CONSIDERACIONES GENERALES

En el Canal Beagle Argentina, el desembarque de centollón durante 1997 fue de 333 t y se mantuvo dentro de los valores de los dos años precedentes. Durante 1997 la abundancia relativa del centollón aumentó al menos un 30%. Un hecho destacable que se repitió en 1996 y 1997 es el aumento de la abundancia relativa del centollón durante el invierno. Probablemente ello se deba a dos razones sin causa conocida que son no excluyentes: que aumente la capturabilidad durante el invierno y/o que existan migraciones que efectivamente aumente la abundancia real del centollón durante cierta época del año. En análisis futuros deberá tenerse en cuenta esta variación para estimar cuál es la medida exacta de la variación del stock.

Al igual que en 1996, de los resultados presentados en este informe se deduce que hasta el final de la temporada de pesca de 1997 no existen signos de sobre-explotación en la población del centollón del área Punta Remolinos–Islas Bécasses. Esta afirmación está basada sobre tres observaciones. Primero, la estructura de tallas de los todos los machos de la población susceptibles de ser capturados por las trampas y de los desembarcados no variaron significativamente respecto de 1996 y 1997. Segundo, la proporción sexual de la fracción de la población capturada por las trampas estuvo significativamente sesgada hacia los machos. Por último, la proporción de hembras ovígeras fue la esperada en poblaciones no sometidas a extracción comercial o a tasas de extracción muy bajas (*c.f.* Hoggarth 1993; Lovrich y Vinuesa 1996).



CENTOLLA

AREA HABILITADA A LA PESCA (PUNTA REMOLINOS—ISLAS BÉCASSES)

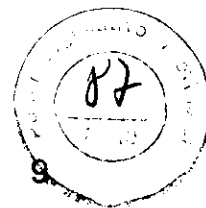
Nuevamente durante 1997 la centolla fue claramente un subproducto de la pesca del centollón y rara vez la pesca se orientó hacia esta especie. Por esta razón los datos presentados para la centolla están limitados a la disponibilidad de ejemplares. La captura de la centolla por sexos fue en igual proporción ($G_{(w)}=2,37$; $P=0,12$). En la figura 9 se presenta la distribución de tallas, la proporción de animales legales y la talla promedio de los animales capturados. La mayoría de los animales capturados fueron <110 mm LC. Del total de hembras >75 mm LC capturadas, el 49,4% portaba embriones en sus cámaras incubatrices.

AREA DE VEDA (HITO XVI - PUNTA SEGUNDA)

La distribución de tallas de los machos refleja la duplicación de la proporción de animales legales del 22% en 1996 al 43% en 1997 (Fig. 10). Consecuentemente, el tamaño promedio de los machos aumentó más de 10 mm LC, pero la moda de la distribución de tallas permaneció dentro del rango de los animales sublegales. La proporción de hembras ≥ 75 mm LC ovígeras disminuyó un 12% respecto de 1996.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado gracias a la inestimable cooperación de la Pesquera del Beagle S.A. y en especial a los tripulantes de sus embarcaciones. El desarrollo de este trabajo fue financiado por subsidios otorgados por el CONICET (PIP N°4307) y por la International Foundation for Science (Estocolmo, Suecia, subsidio A-2507/1). Agradecemos al Dr. J. H. Vinuesa los comentarios sobre el manuscrito. Los Sres. A.Chizzini, A. Ferlito y V.M. García colaboraron con las tareas de campo o de laboratorio. G.A. Lovrich es miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET.



BIBLIOGRAFIA CITADA EN EL TEXTO

- HOGGARTH, D.D. 1993. The life history of the lithodid crab, *Paralomis granulosa*, in the Falkland Islands. ICES J. mar. Sci., 50: 405–424.
- LOVRICH, G.A. 1997. Estado de la pesquería mixta de centolla *Lithodes santolla* y centollón *Paralomis granulosa* en el Canal Beagle, Argentina. Informe 1995–1996. Contribución Científica del CADIC N° 25: 34 pp..
- LOVRICH, G.A. and J.H. VINUESA. 1993. Reproductive biology of the false southern king crab (*Paralomis granulosa*, Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina. Fish. Bull., U.S. 91: 664–675.
- LOVRICH, G.A. y J.H. VINUESA. 1996. Reproductive strategies of the two lithodids in Tierra del Fuego. A complementary management tool in a changing fishery. Proceedings of the International Symposium on biology, management, and economics of crabs from high latitude habitats. Alaska Sea Grant College Program. AK-SG 96-02: 333–340.



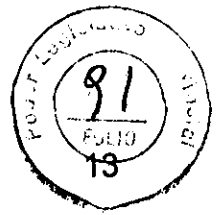
Tabla 1: Ubicación de los sitios donde se realizó el muestreo durante 1997. Se omite expresamente la posición de los caladeros para preservar su confidencialidad. Se cita un código de referencia que puede ser consultado al autor. El número de trampas (N) se refiere a la cantidad de trampas necesarias para llenar un contenedor de 0,126 m³, examinadas durante el muestreo.

Fecha	Posición	Profundidad (m)	N trampas	
				total/fecha
28.01.97	102	35	3	
	103	33	2	
	104	32	3	
	105	34	2	
	106	36	5	
	107	41	4	19
29.01.97	108	15	7	
	BPK	40	2	
	109	25	4	
	110	24	3	
	111	26	4	20
23.03.97	130	34	1	
	131	31	1	
	132	23	1	
	133	24	2	
	134	20	1	
	135	32	2	
	136	9	10	18
28.05.97	139	32	1	
	140	34	1	
	141	32	2	
	142	26	4	

	143	25	2	
	144	27	4	14
29.05.97	145	18	2	
	146	32	2	
	147	32	2	
	148	29	1	7
21.07.97	149	22	2	
	150	24	2	
	151	23	8	
	152	18	10	
	154	21	1	
	BLR	18	2	25
22.07.97	155	34	2	
	156	57	6	
	157	30	1	
	158	25	9	
	159	33	1	19
06.10.97	162	30	4	
	163	40	3	
	164	33	3	
	165	32	2	
	166	25	2	
	167	30	3	
	168	28	4	21
07.10.97	169	23	5	
	170	28	5	
	171	39	2	
	172	40	3	15

Tabla 2: Centollón *Paralomis granulosa*. Proporción sexual de la fracción de la población capturada por las trampas durante 1997. Referencias: G_w es el estadístico G con corrección de Williams que docima la hipótesis de igualdad en la proporción sexual. En todos los casos la probabilidad de la prueba es $\ll 0,001$.

	MACHOS	HEMBRAS	G_w
ENERO	2,7	1	346
ABRIL	1	1,5	49,7
JULIO	3	1	411
SEPTIEMBRE	1,3	1	22,1
OCTUBRE	1,3	1	28,0
ANUAL	1,5	1	361



LEYENDAS A LAS FIGURAS

- Figura 1: Localización geográfica del Canal Beagle.
- Figura 2: Centollón *Paralomis granulosa*. **Abundancia relativa promedio** expresada como captura por unidad de esfuerzo (cantidad de animales por trampa), calculada a partir de los datos obtenidos en sucesivos embarques durante 1997. Las barras indican las CPUE máximas y mínimas y los números sobre las barras indican la cantidad de trampas analizadas para realizar el cálculo de CPUE. En la figura inferior, el tamaño de los individuos macho de centollón >82 mm LC fue convertido a peso fresco y calculado su promedio –indicado con un Δ – según la ecuación $\log \text{Peso} = -3,3 + 3,05 \log \text{LC}$ (Lovrich, 1997).
- Figura 3: Centollón *Paralomis granulosa*. **Distribución de tallas de los animales desembarcados en 1997**, dispuestos en intervalos de talla de 2 mm LC. La línea de puntos indica el límite de la talla legal de 82 mm LC. N es el tamaño de la muestra, M es la moda de la distribución y LC>82 mm LC es el porcentaje de animales legales.
- Figura 4: Centollón *Paralomis granulosa*. **Distribución de tallas de los animales desembarcados en 5 muestreos realizados durante 1997**, dispuestos en intervalos de talla de 2 mm LC. La línea de puntos indica el límite de la talla legal de 82 mm LC. N es el tamaño de la muestra, M es la moda de la distribución y LC>82 mm LC es el porcentaje de animales legales.
- Figura 5: Centollón *Paralomis granulosa*. **Distribución de tallas de la fracciones de machos y de hembras de la población** muestreada a bordo de las embarcaciones de pesca, en intervalos de talla de 2 mm de LC, en 1997. Referencias: N es el tamaño de la muestra; M es la moda de la distribución; LC>82 mm LC es el porcentaje de machos legales; >60 mm LC OV es el porcentaje de hembras ≥ 60 mm LC ovígeras.
- Figura 6: Centollón *Paralomis granulosa*. **Distribución de tallas de la fracción de machos de la población** muestreada a bordo de las embarcaciones de pesca, en intervalos de talla de 2 mm de LC, por mes de muestreo, en 1997. Referencias: N es el tamaño de la muestra; M es la moda de la distribución; LC>82 mm LC es el porcentaje de machos legales



- Figura 7: **Centollón *Paralomis granulosa*. Distribución de tallas de la fracción de hembras de la población** muestreada a bordo de las embarcaciones de pesca, en intervalos de talla de 2 mm de LC, por mes de muestreo, en 1997. Referencias: N es el tamaño de la muestra; M es la moda de la distribución; >60 mm LC OV es el porcentaje de hembras ≥ 60 mm LC ovígeras.
- Figura 8: **Centollón *Paralomis granulosa* Fecundidad por talla.** Frecuencia de ocurrencia de hembras con sedas virginales (barras punteadas) o con puestas de tamaño significativamente menor (barras rayadas), en clases de talla de 5 mm LC en 1997. En la abcisa se indica el valor del límite inferior del intervalo de talla, i.e., 60 mm LC corresponde a animales de 60–64,9 mm LC, y así sucesivamente. Los números sobre las barras representa el tamaño de la muestra en cada clase de talla. Referencias: N es el tamaño de la muestra; M es la moda de la distribución; >60 mm LC OV es el porcentaje de hembras ≥ 60 mm LC ovígeras.
- Figura 9: **Centolla *Lithodes santolla*. Distribución de tallas** de la fracción de machos (arriba) y de hembras (abajo) de la población muestreada a partir de las capturas comerciales de 1997 de las embarcaciones de pesca en el área comprendida entre **Punta Remolino e Islas Bécasses**, en intervalos de talla de 5 mm de LC. La línea de puntos indica la talla legal de 110 mm LC. En la figura inferior, las barras representan la proporción de hembras ovígeras en cada uno de los intervalos de talla de 10 mm LC. Los números sobre las barras representan el tamaño de la muestra en cada clase de talla. En la abcisa se indica el valor del límite inferior del intervalo de talla, i.e., 75 mm LC corresponde a animales de 75–84,9 mm LC, y así sucesivamente. El intervalo correspondiente a 115 mm LC abarca todos los animales ≥ 115 mm LC. Referencias: N es el tamaño de la muestra; $LC > 110$ mm LC es el porcentaje de machos legales; M es la moda de la distribución; >75 mm LC OV es el porcentaje de hembras ≥ 75 mm LC ovígeras.

Figura 10: Centolla *Lithodes santolla*. **Distribución de tallas** de la fracción de machos (arriba) y de hembras (abajo) de la **población** muestreada a partir de muestreos propios con trampas comerciales, redes y buceo autónomo durante 1997, en las **Islas Bridges y Bahía Ushuaia**, dispuestos en intervalos de talla de 5 mm de LC. La línea de puntos indica la talla legal de 110 mm LC. En la figura inferior, las barras representan la proporción de hembras ovígeras en cada uno de los intervalos de talla de 10 mm LC. Los números sobre las barras representa el tamaño de la muestra en cada clase de talla. En la abcisa se indica el valor del límite inferior del intervalo de talla, i.e., 75 mm LC corresponde a animales de 75–84,9 mm LC, y así sucesivamente. El intervalo correspondiente a 115 mm LC abarca todos los animales ≥ 115 mm LC. Referencias: N es el tamaño de la muestra; $LC > 110$ mm LC es el porcentaje de machos legales; M es la moda de la distribución; > 75 mm LC OV es el porcentaje de hembras ≥ 75 mm LC ovígeras.

FIGURA 1:

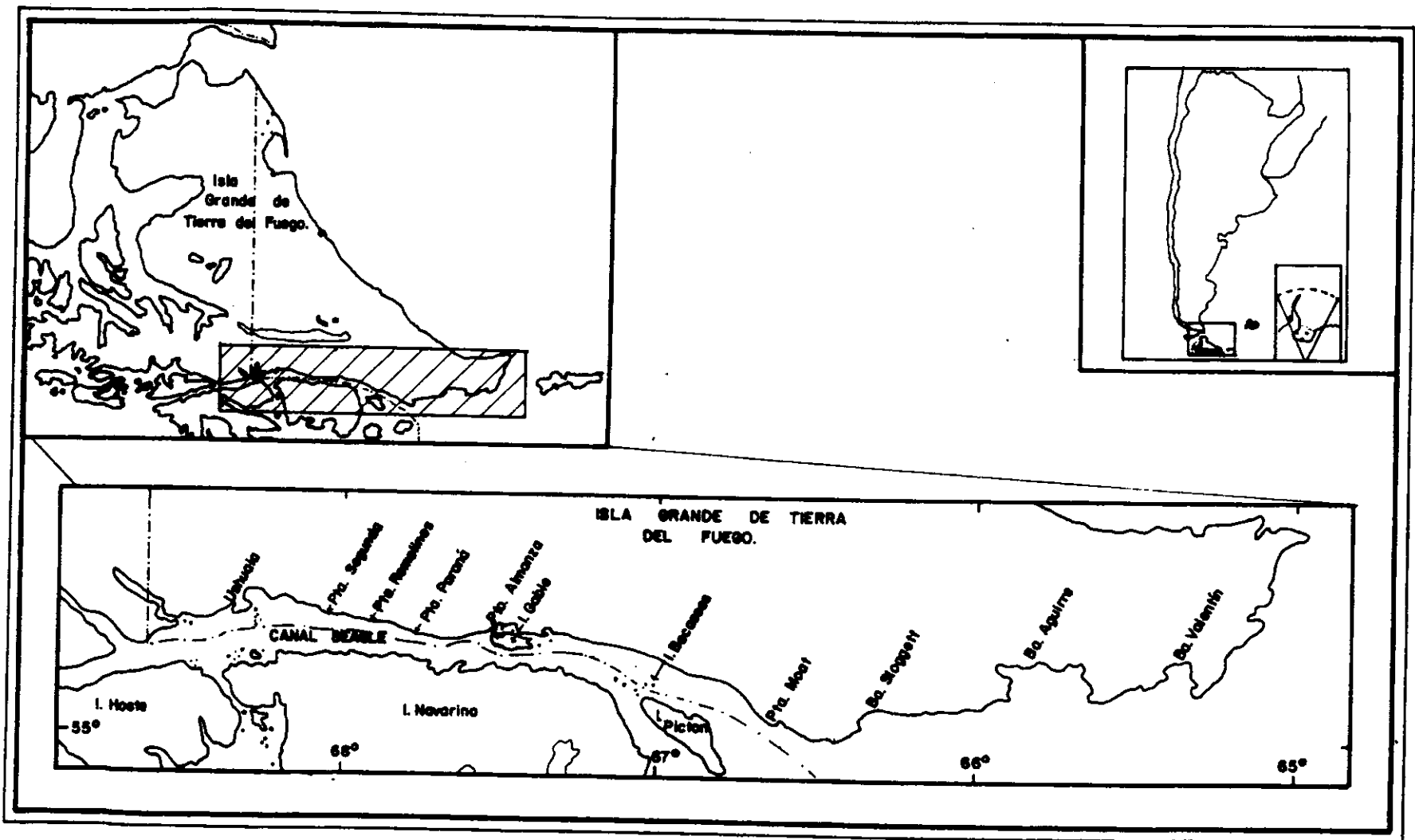


FIGURA 2: Centollón *Paralomis granulosa*. Abundancia relativa promedio.

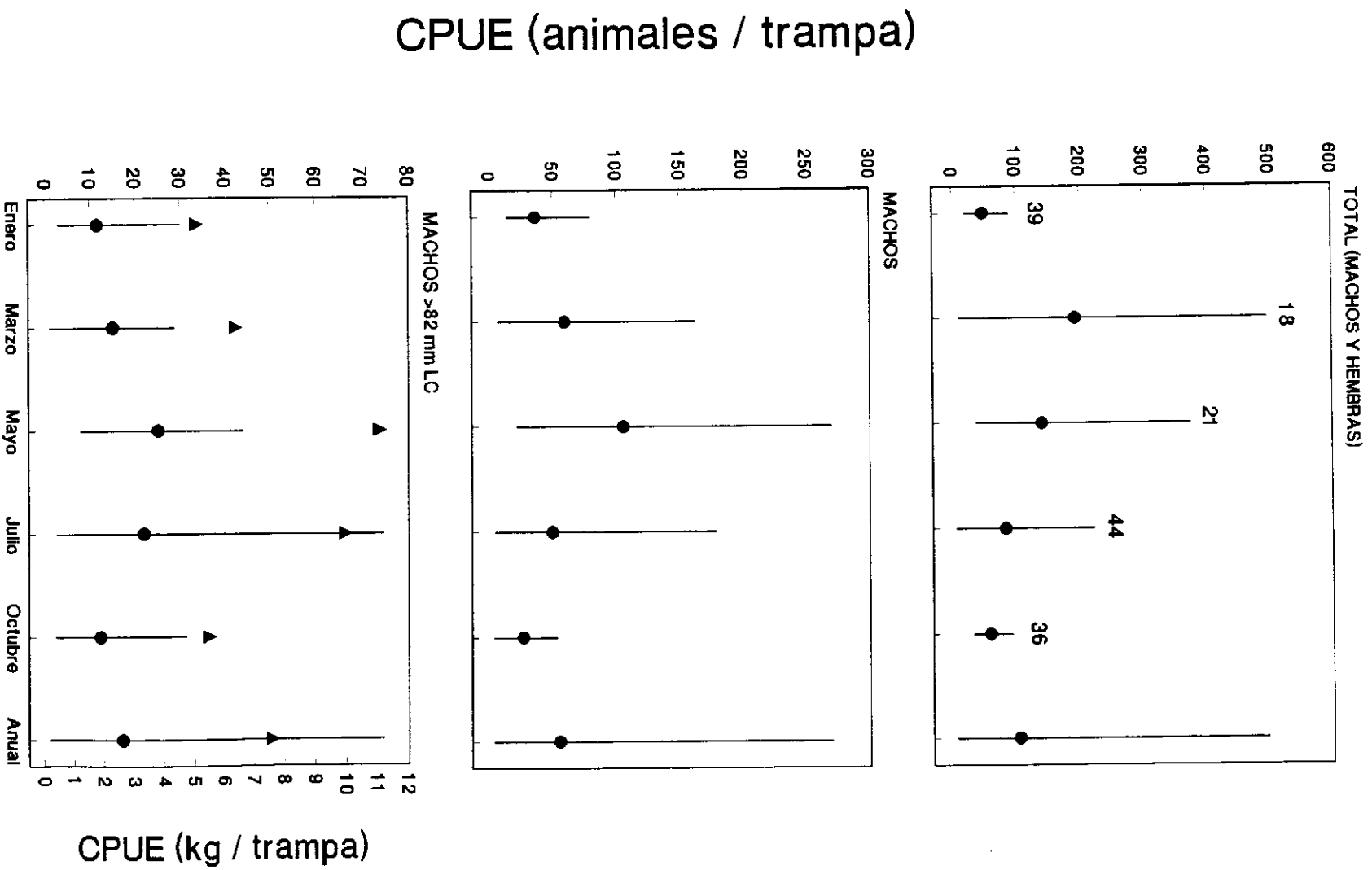


FIGURA 3: Centollón *Paralomis granulosa*. Distribución de tallas de los animales desembarcados en 1997.

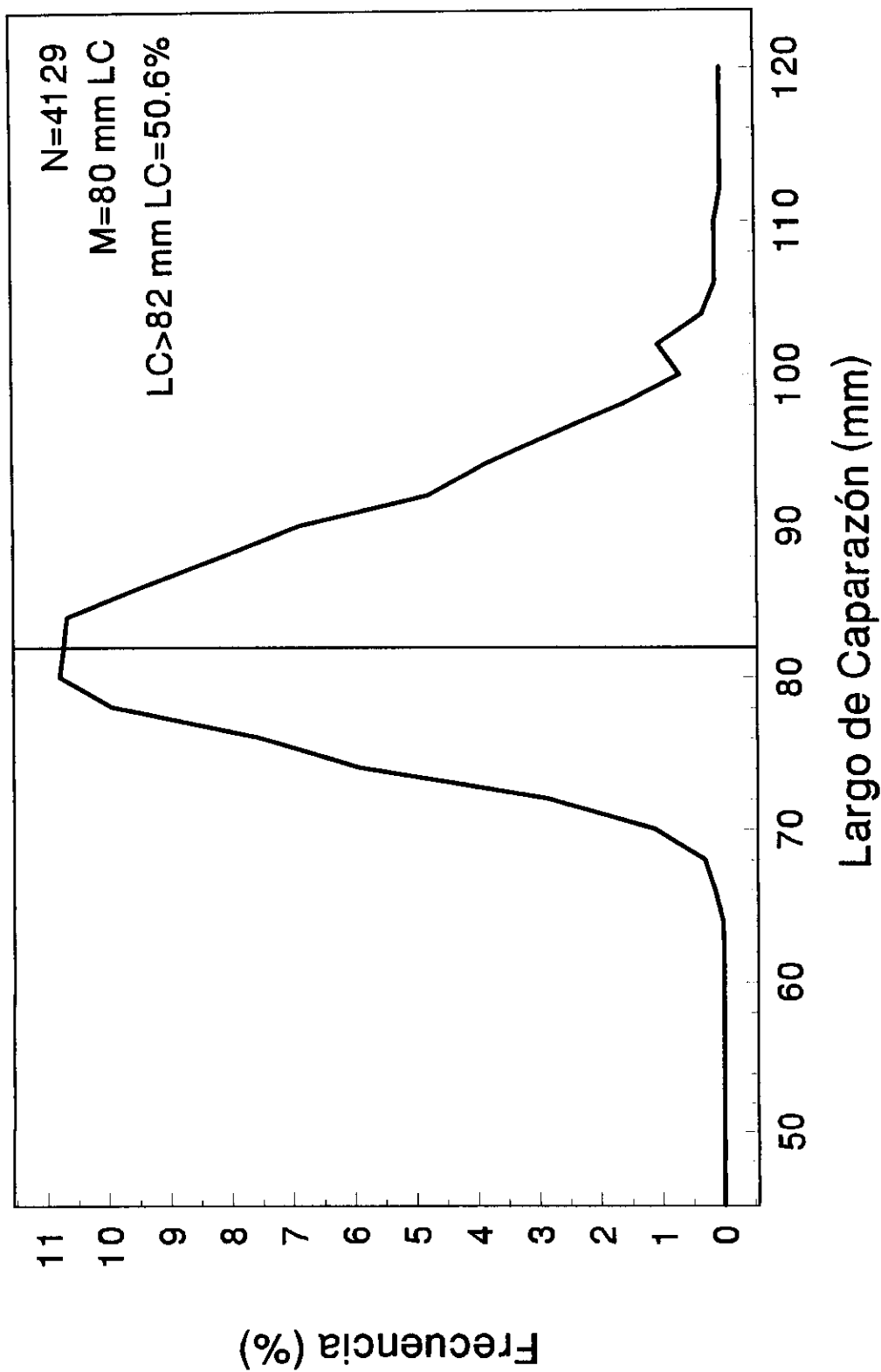
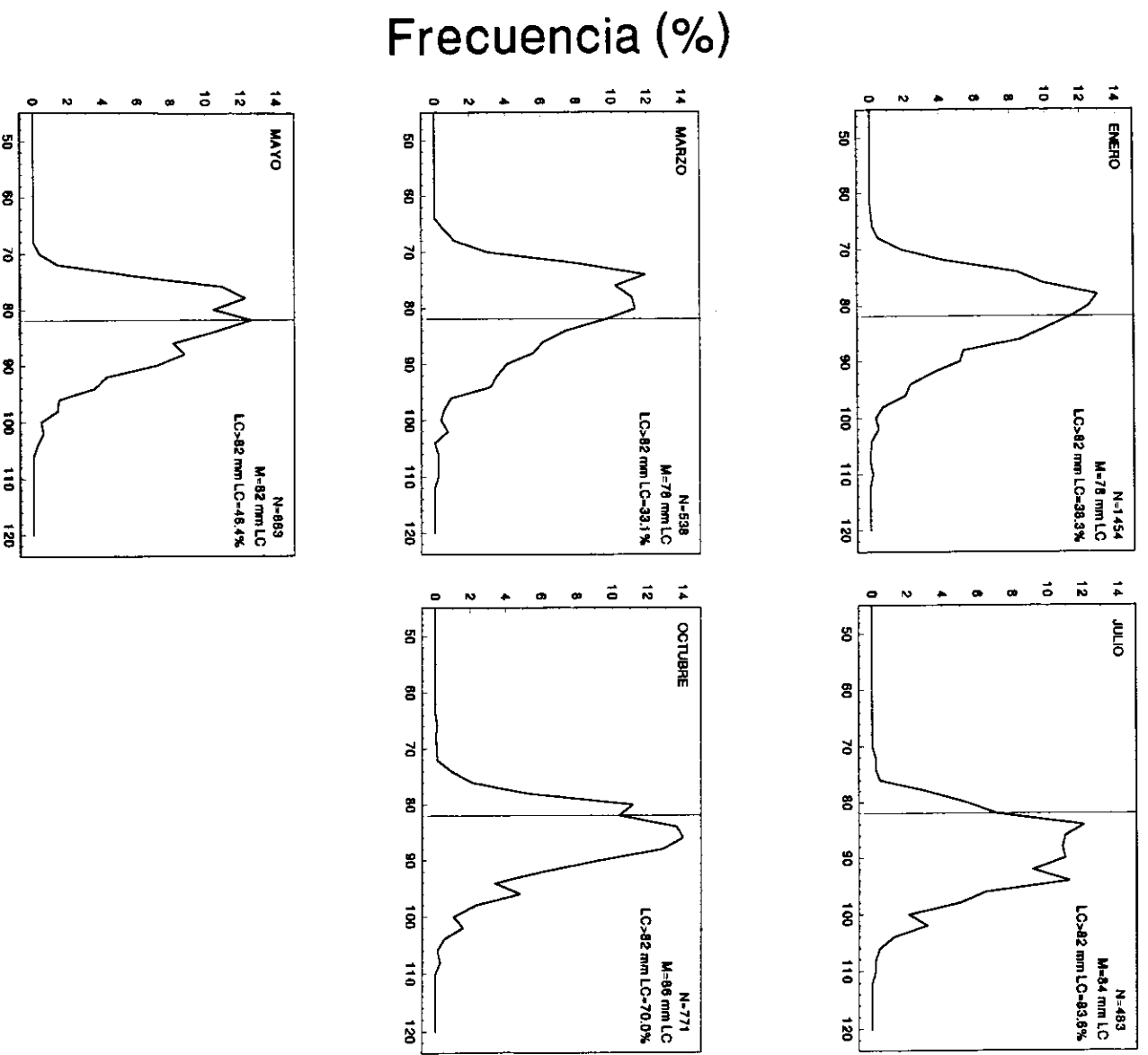


FIGURA 4: Centollón *Paralomis granulosa*. Distribución de tallas de los animales desembarcados en 5 muestreos realizados durante 1997.



Largo de caparazón (mm)

FIGURA 5: Centollón *Paralomis granulosa*. Distribución de tallas de las fracciones de machos y de hembras de la población.

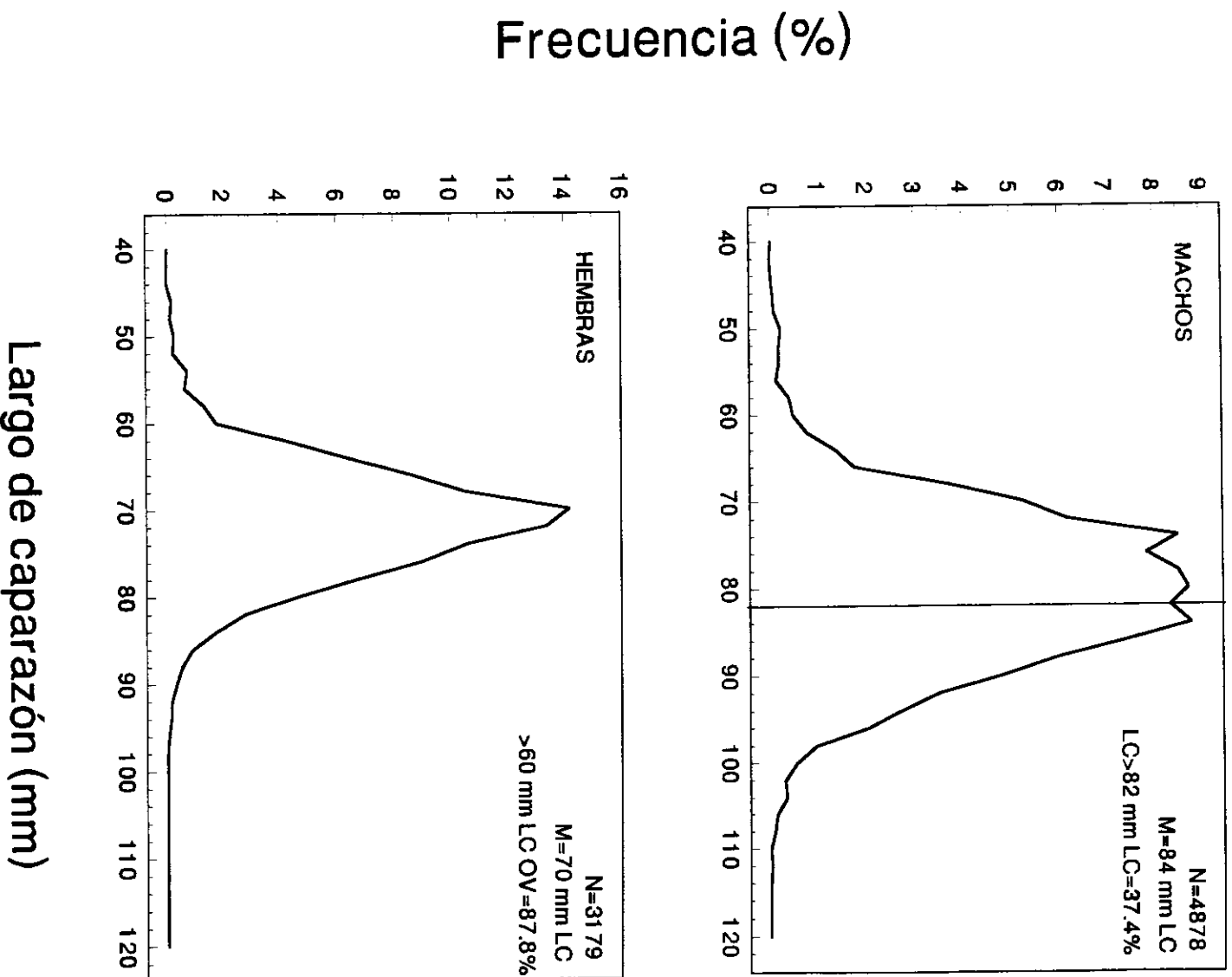
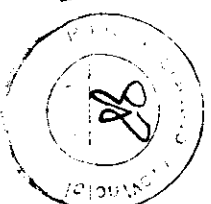
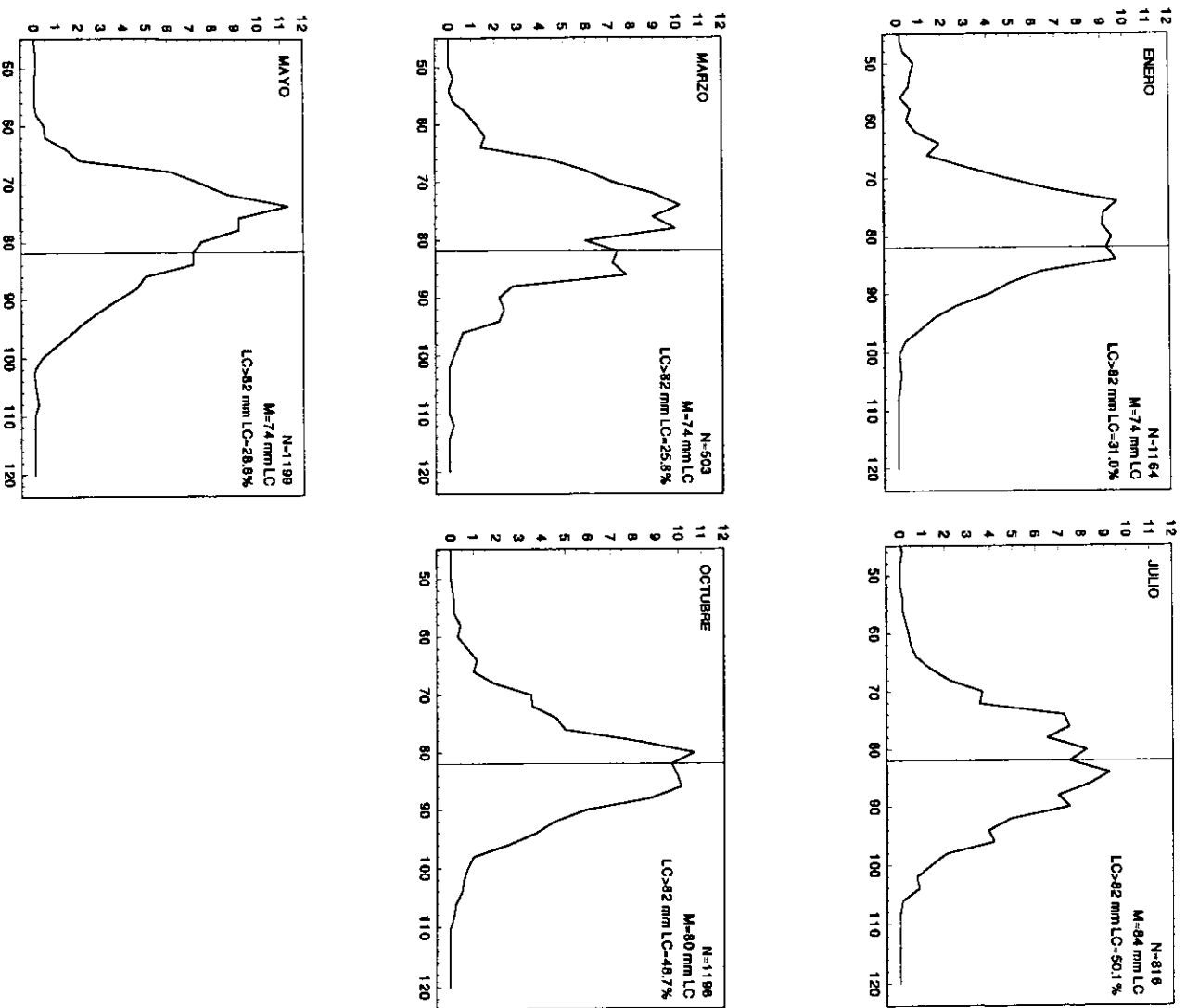


FIGURA 6: Centollón *Paralomis granulosa*. Distribución de tallas de la fracción de machos de la población.



Largo de caparazón (mm)

FIGURA 7: Centollón *Paralomis granulosa*. Distribución de tallas de la fracción de hembras de la población.

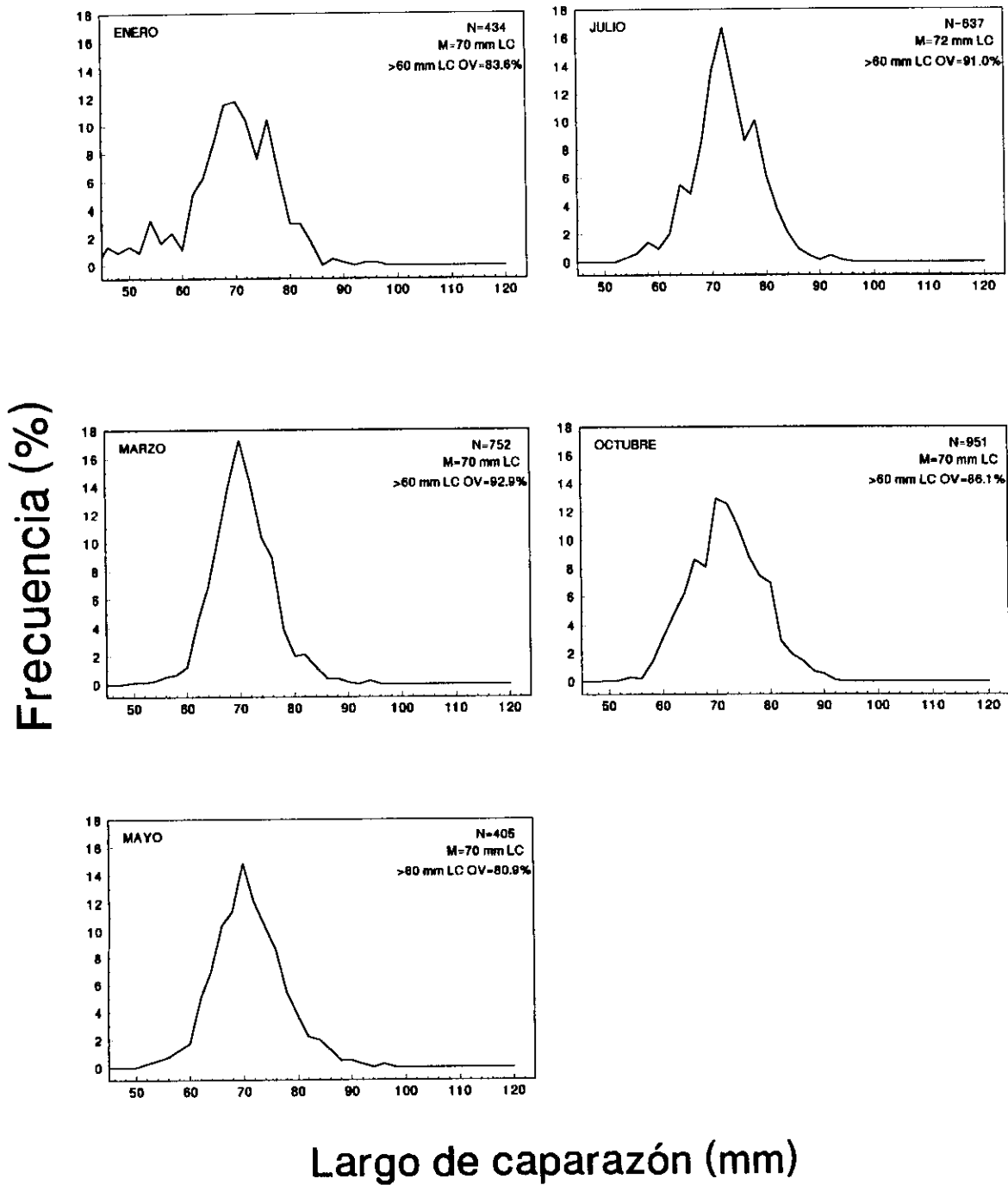


FIGURA 8: Centollón *Paralomis granulosa* Fecundidad por talla.

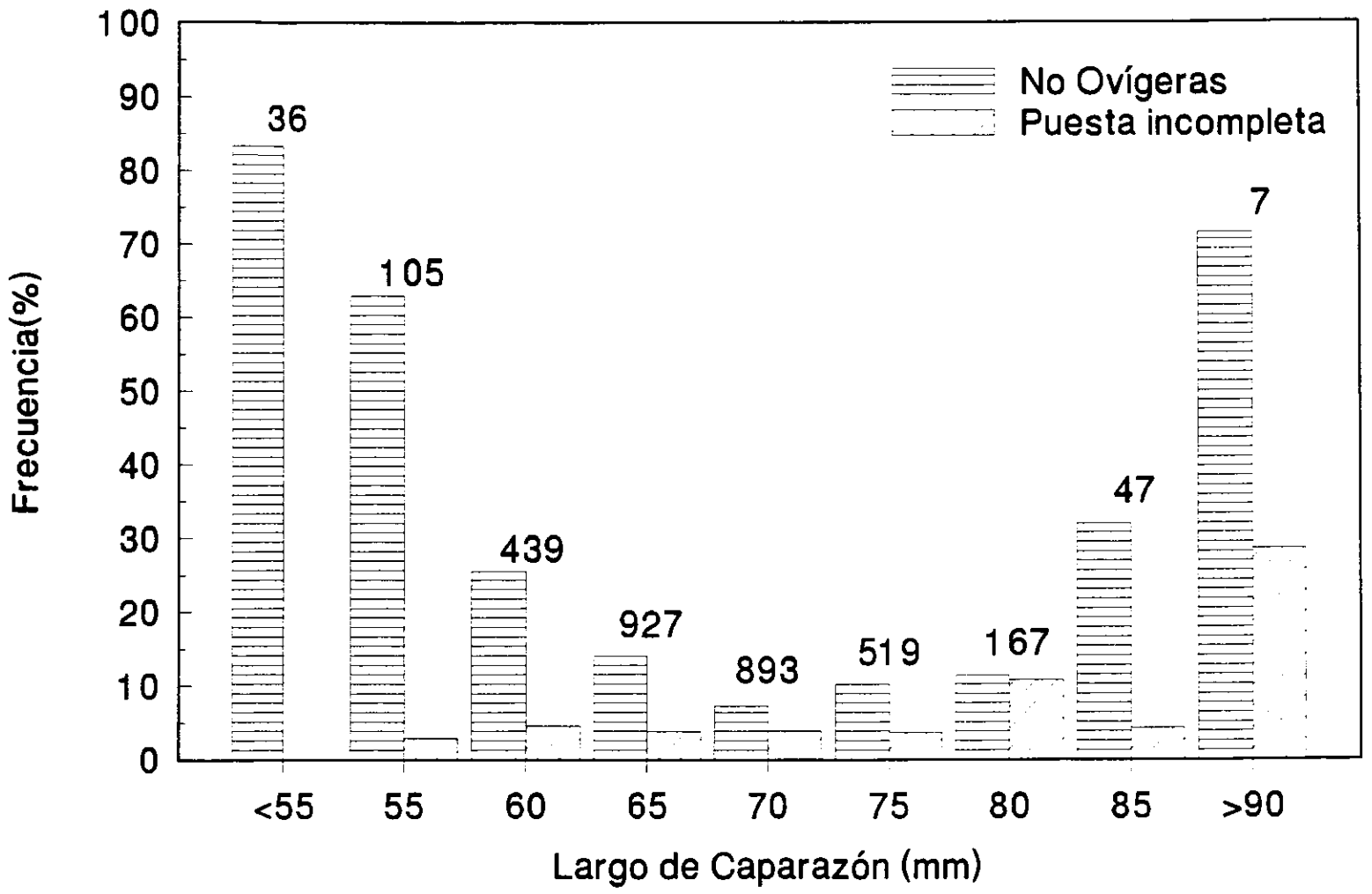


FIGURA 9: Centolla *Lithodes santolla*. Distribución de tallas y fecundidad entre P. Remolino e I. Bécasses.

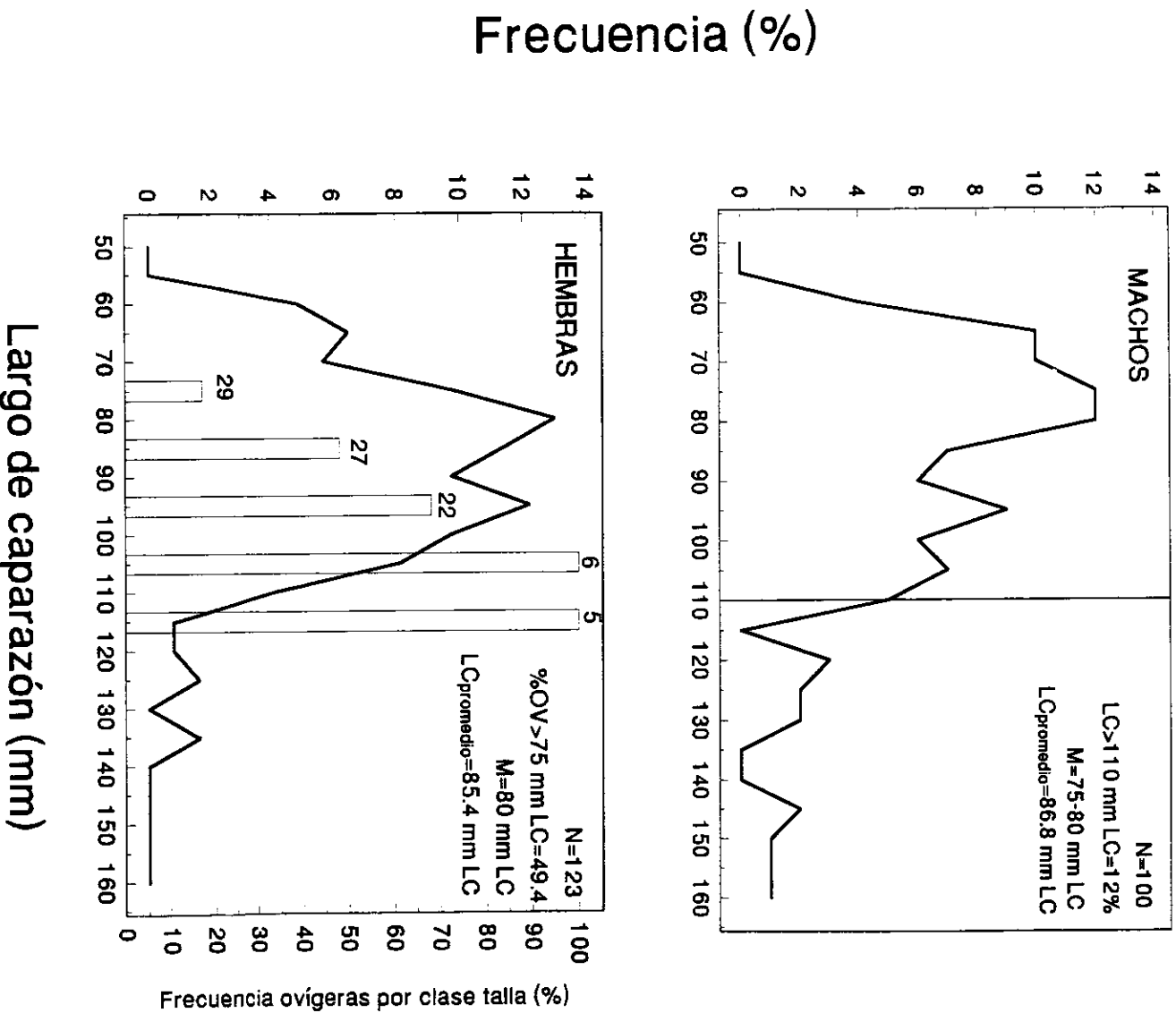
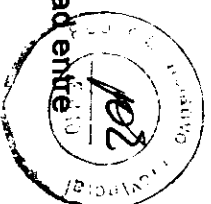
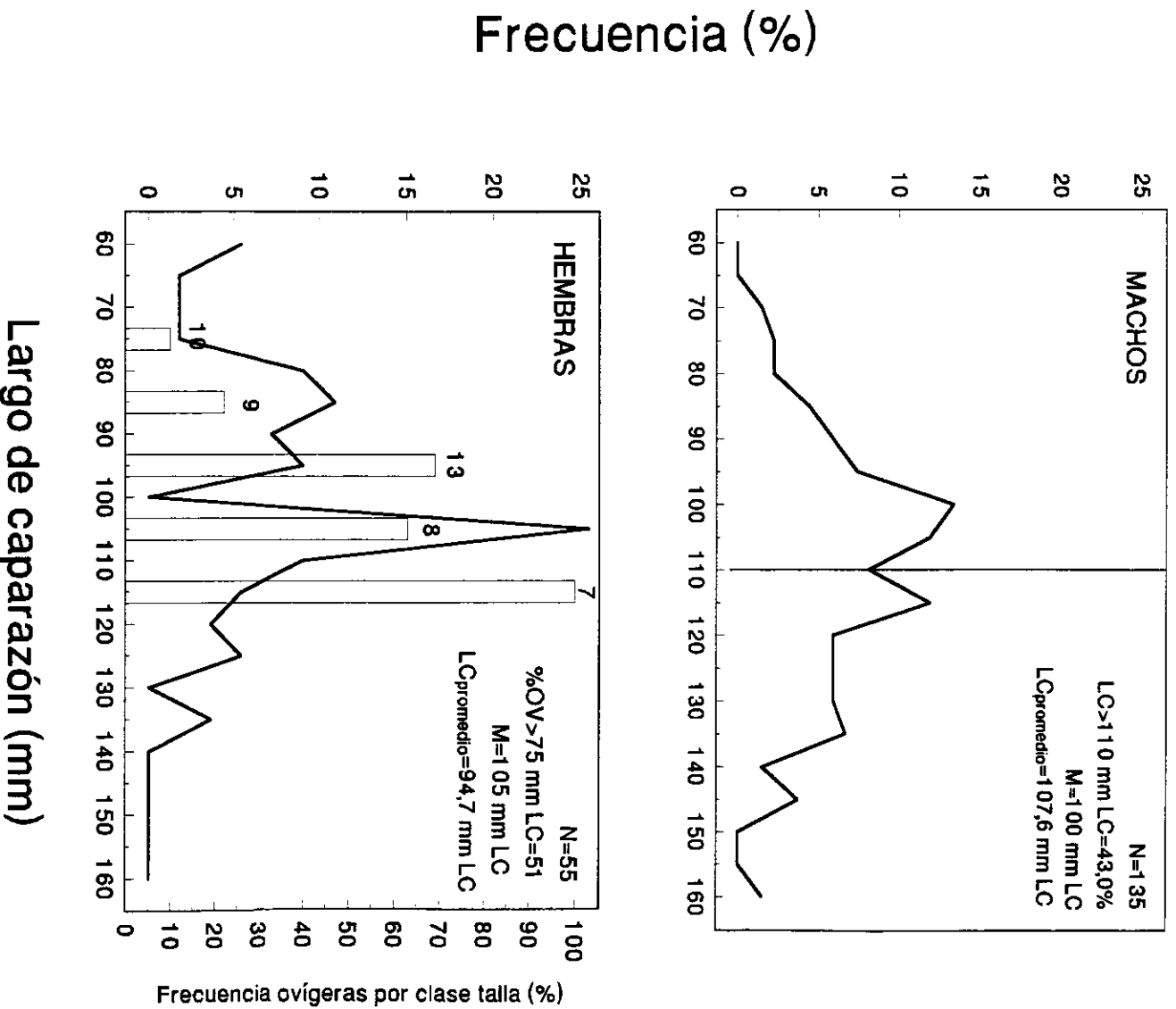
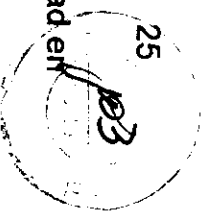


FIGURA 10: Centolla *Lithodes santolla*. Distribución de tallas y fecundidad en Bahía Ushuaia e I. Bridges.





CONTRIBUCIONES CIENTÍFICAS DEL
CENTRO AUSTRAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

- Nº 1 Orquera, L. A. y E. L. Piana. 1986. Normas para la descripción de objetos arqueológicos de piedra tallada. 108 pp.
- Nº 4 Rabassa, J., A. Coronato, y C. Pascuarelli. 1987. Cuaternario de América del Sur: volumen de resúmenes y guía de excursiones. Reunión final IGCP-201. 278 pp.
- Nº 7 Iturraspe, R. J., C. Schröder y J. Escobar. 1989. Hidrología y variables climáticas del Territorio de Tierra del Fuego. Información Básica.
- Nº10 Balestrini, C., J.H. Vinuesa, G. A. Lovrich, C. Mattenet, P. Medina y C. Cantú. 1990. Estudio de las corrientes marinas de los alrededores de la Península Ushuaia. 32 pp.
- Nº11 Vinuesa, J.H. 1990. Los recursos marinos renovables de la Tierra del Fuego. 1. Moluscos y Crustáceos. 28 pp.
- Nº12 Pinedo, L.B., O. Bianciotto y J. Ontivero. 1991. Jardines de introducción de especies forrajeras en Tierra del Fuego. 14 pp.
- Nº14 Lovrich, G.A. y J.H. Vinuesa. 1992. Información biológica básica y recomendaciones para el manejo de la pesquería del centollón en el Canal Beagle, Tierra del Fuego. 18 pp.
- Nº15 Vinuesa, J.H. y G.A. Lovrich. 1992. Biología y pesca de la centolla en el Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. Recomendaciones para su manejo. 26 pp.
- Nº16 Vinuesa, J.H. 1993. Marea roja en el Canal Beagle. 32 pp.
- Nº17 Orce, L., G. Rae y E. Helbling. 1995. Latitudinal UVR-PAR monitoring network in Argentina: Data from October 1994 to September 1995. 28 pp.
- Nº18 Lizarralde, M.S., J. Escobar y G. Deferrari. 1996. El trapeo de animales mamíferos: un ensayo para el trapeo de castor y rata almizclera con trampas Conibear 330-2 y 110-2. 12 pp.
- Nº19 Lovrich, G.A. 1995. Prospección pesquera de centolla y centollón en Puerto Español y Bahía Aguirre, Tierra del Fuego. 1995. 11 pp.
- Nº20 Lizarralde, M.S., J. Escobar y C.C. Selva. 1996. Los roedores silvestres de Tierra del Fuego: Sobre los ratones silvestres de Tierra del Fuego y sus ciclos de abundancia. 7 pp.
- Nº21 Deferrari, G., M.S. Lizarralde, y J. Escobar. 1996. Los roedores silvestres de Tierra del Fuego: situación actual de rata almizclera introducida en Tierra del Fuego y su estudio cromosómico. 17 pp.
- Nº22 Escobar, J., M.S. Lizarralde y G. Deferrari. 1996. Los roedores silvestres de Tierra del Fuego: controlando los problemas de los castores. 5 pp.
- Nº23 Lopez, H.L., N.A. San Román y M. L. García. 1996. Lista comentada de la ictiofauna del Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. 84 pp.
- Nº24 Lizarralde, M.S., G. Deferrari y J. Escobar. 1996. Los roedores silvestres de Tierra del Fuego: Estado de la población de *Castor canadensis* introducida en Tierra del Fuego y su estudio cromosómico. 16 pp.
- Nº25 Lovrich, G.A. 1997. Estado de la pesquería mixta de centolla *Lithodes santolla* y centollón *Paralomis granulosa* en el Canal Beagle, Argentina. Informe 1995- 1996. 34 pp.
- Nº26 Korembliit, G. y J.A. Forte L. 1997. Análisis agrohidrológico de la estepa fueguina. 21 pp.
- Nº27 Lizarralde, M.S. y J. Escobar. 1997. La fauna silvestre de Tierra del Fuego: avances sobre la ecología de los mamíferos silvestres introducidos en la Provincia de Tierra del Fuego. 16 pp.
- Nº 28 Bianciotto, O. y G. Korembliit. 1997. Una aproximación a la planificación del medio natural. 17 pp.
- Nº 29 Calvo, J., E. Morriconi y D. Fernández. 1998. Mortandad de peces en las costas del Canal Beagle. 6 pp.
- Nº30 Lovrich, G.A., J.H. Vinuesa, F. Tapella y A. Chizzini. 1998. La centolla *Lithodes confundens* en el intermareal sudatántico de Santa Cruz, Argentina. Informe 1997. 16 pp.

12
Poder Legislativo
1985
FOLIO



CENTRO AUSTRAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

CONTRIBUCION CIENTIFICA



**ESTADO DE LA PESQUERIA MIXTA
DE CENTOLLA *Lithodes santolla* Y CENTOLLÓN
Paralomis granulosa EN EL CANAL BEAGLE,
ARGENTINA. INFORME 1995–1996.**

Contribución Científica N° 25 del CADIC
Febrero 1997

Gustavo A. Lovrich
Laboratorio Biología de Crustáceos

Centro Austral de Investigaciones Científicas
Av. Malvinas e H. Yrigoyen, (9410) Ushuaia,
Tierra del Fuego
ARGENTINA

25

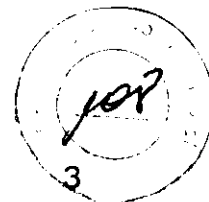
1997



RESUMEN

En este trabajo se presenta un diagnóstico de la pesquería mixta de la centolla y el centollón en el área del Canal Beagle que actualmente es explotada en forma comercial, que está comprendida entre Punta Remolinos e Islas Bécasses. La abundancia relativa promedio medida como captura por unidad de esfuerzo del centollón fue de 66 animales (machos y hembras) por trampa o 12,6 machos legales por trampa. Hasta el final de la temporada de pesca de 1996 no existen signos de sobre-explotación de la población de centollón, porque la proporción sexual de la fracción de la población capturada por las trampas está significativamente sesgada hacia los machos, y porque la proporción de hembras ovígeras es la esperada en poblaciones no sometidas a extracción comercial o a tasas de extracción muy bajas. Sin embargo, varias observaciones sugieren que a lo largo de la temporada de pesca de 1996 existe un agotamiento del stock comercial, esperable por la actividad pesquera. La pesca de la centolla en este área ha sido una actividad secundaria. Su rendimiento promedio fue de 0,5 animales y la proporción de hembras ovígeras encontrada fue del 23%.

Además, se presentan datos de la población de centolla de las Islas Bridges, correspondiente al área del Canal Beagle vedada a la pesca de centolla y centollón. El rendimiento promedio fue de 6,3 animales por trampa. El tamaño promedio fue de 96,3 y de 93,9 mm LC para los machos y las hembras, respectivamente. El porcentaje de hembras > 75 mm LC ovígeras fue del 63%.

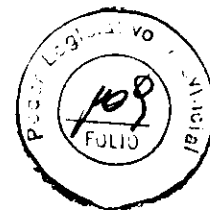


INTRODUCCIÓN

La pesquería de centollas (*Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa*) del Canal Beagle, Argentina data de la década de 1930. Desde entonces, se ha pescado casi exclusivamente la centolla *L. santolla* porque ha sido considerada de mejor calidad que el centollón *P. granulosa*, y porque su precio en el mercado al menos ha duplicado al del centollón. La pesca del centollón ha estado limitada por su posibilidad de comercialización, y hasta hace pocos años esta especie ha sido considerada un subproducto de descarte de la pesca de la centolla. La constante declinación en las capturas de centolla que se verifica desde 1982 promovió la pesca del centollón. Así, los desembarques del centollón superaron a los de la centolla en los años 1986–1987, 1989–1991, y 1993–1996. Actualmente, la pesca comercial del Canal Beagle está basada casi exclusivamente en la extracción del centollón.

En la actualidad, la actividad pesquera se concentra en el área del Canal Beagle comprendida entre Puerto Almanza y las Islas Bécasses, aunque ocasionalmente las lanchas de pesca pueden aventurarse hasta Punta Moat o pesquen en cercanías a Punta Remolinos–Punta Paraná (Figura 1). El área del Canal comprendida entre el hito XXVI -límite occidental internacional- y Punta Segunda está completamente vedada a la pesca de centolla y centollón (Ley Provincial N° 114/93 y posteriores decretos del Poder Ejecutivo Provincial). Excepcionalmente, se permite la pesca del centollón dentro de Bahía Ushuaia con un esfuerzo de pesca limitado a 100 trampas (Decreto Poder Ejecutivo Provincial N° 1156/95 y posteriores).

A los fines administrativos, las embarcaciones de pesca de centolla y centollón en el Canal Beagle se dividen en dos grupos. El primero se ha denominado "flota industrial" porque sus embarcaciones están ligadas a las plantas de procesamiento y comercialización. Las embarcaciones de pesca pertenecen a las compañías pesqueras instaladas en Ushuaia y los 2–3 tripulantes por embarcación son sus empleados. Esta fracción de la flota dispone de 800 trampas, posee lanchas más grandes, mejor equipadas, y que consecuentemente pueden aplicar un esfuerzo de captura mayor y en forma más eficiente. En contraposición, la "flota artesanal" está compuesta por pequeñas embarcaciones que pertenecen a los propios pescadores que en conjunto, disponen de 100–150 trampas, que pescan en forma



proporcional a la demanda local de los productos. El esfuerzo de pesca de esta fracción de la flota está distribuido entre Bahía Ushuaia y el área actual de pesca. En 1994, la flota artesanal fue responsable del 17 y 6% de los desembarques de centolla y centollón, respectivamente (Anónimo, 1995).

La información disponible sobre la población de centolla *L. santolla* que sostiene la pesquería del Canal Beagle data de 1975, y desde entonces se han realizado numerosos estudios que siguen su evolución (e.g. Boschi et al. 1984; Bertuche et al. 1990; Vinuesa y Lovrich 1991; Anónimo 1995; Wyngaard e Iorio 1996). Sin embargo, la disponibilidad de datos sobre la población de centollón *P. granulosa* está limitada a la información biológica básica de la especie (Lovrich y Vinuesa 1993; 1995; Lovrich 1994; 1997) y a los rendimientos globales en el área de pesca en 1994 (Anónimo 1995).

El presente trabajo provee información sobre la pesquería mixta de centolla y centollón en el sector del Canal Beagle comprendido entre Punta Segunda e Islas Bécasses durante los años 1995 y 1996 a partir de la pesca comercial. Además se presentan resultados de la población de la centolla en el área actualmente vedada, a partir de un muestreo similar a la pesca comercial.

OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

CENTOLLÓN

Para conocer la estructura de la población del centollón *Paralomis granulosa* se realizaron muestreos embarcando en las lanchas de pesca de la Pesquera del Beagle S.A. En el momento de izar cada línea, se llenó un contenedor de 0,126 m³ con los animales capturados y se registró el número de trampas necesarias para completarlo. Se midió el largo de caparazón (LC) de todos los animales y el ancho del caparazón de algunos con un calibre de dial con una precisión de 0,1 mm. Además, se registró el sexo, la edad del caparazón según la escala utilizada por Lovrich y Vinuesa (1993), la presencia y tipo de epibiontes, de parásitos, y la presencia y estado de madurez de los embriones portados por las hembras.



Para conocer la estructura del desembarque se realizaron muestreos en el muelle en el momento de la entrega a la planta procesadora y/o en la planta misma. En todos los casos se registraron los datos mencionados más arriba.

Para el análisis de la evolución de la abundancia relativa durante 1995 y 1996, se calculó la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) a partir de datos provistos por la Pesquera del Beagle S.A. En este caso el esfuerzo está expresado como el peso del desembarque por día efectivo de pesca. La abundancia relativa a partir de los muestreos embarcados durante 1996 es el cociente entre el número de animales capturados y la cantidad de trampas necesarias para tal fin.

CENTOLLA

Se realizaron muestreos en la zona actualmente explotada en forma comercial y en el área de veda a la pesca. En el área comprendida entre Punta Remolinos e Islas Bécasses y a bordo de las embarcaciones de la Pesquera del Beagle, se midieron y se registraron los mismos datos que para el centollón de todos los ejemplares de centolla capturados en el día de pesca. Los datos que se presentan del área de veda surgen a partir de un muestreo realizado entre diciembre de 1995 y abril de 1996 por medio de trampas y por buceo autónomo. Las trampas comerciales se ubicaron de manera de obtener los máximos rendimientos posibles -tal como lo haría un pescador-, y se revisaron cada 7 días.

Durante el invierno de 1995 y en cercanías de los islotes Les Eclaireurs, se realizó un muestreo de una agrupación de juveniles. En una primera etapa, entre el 27 y 30 de julio de 1995 y para determinar las profundidades con mayor abundancia de individuos, se ubicaron redes de enmalle (4 cm de abertura de malla; 25 m de largo y 1 m de alto) entre 18 y 40 m de profundidad. El 5 y el 28 de agosto de 1995 y mediante buceo autónomo se colectaron centollas a 22 m de profundidad, luego de hacer una prospección entre los 15 y 27 m. Los animales fueron marcados en el caparazón corrector de papel blanco mediante un código de 5 puntos que informan la fecha de captura.



RESULTADOS

MEDIDAS MORFOMÉTRICAS Y TALLA LEGAL

La ley provincial N° 114/93 que regula de la pesca de la centolla y el centollón es ambigua cuando menciona en su artículo 3 "*Se fija el tamaño mínimo legal para la especie centolla en doce centímetros (12 cm) de diámetro de caparazón y para la especie centollón en nueve centímetros (9 cm) de diámetro de caparazón*" por cuanto no especifica como debe ser tomada esta medida de "diámetro de caparazón". Existen dos medidas estándar para estimar el tamaño del caparazón en cangrejos: el largo (LC) o el ancho (AC). A fin de unificar el criterio de "tamaño del caparazón", en la tabla 1 se presentan las ecuaciones para transformar el largo en ancho de caparazón y viceversa. De acuerdo a estas ecuaciones un el tamaño legal de un centollón sería 90 mm AC o de 82 mm LC y el de una centolla 120 mm AC o 111 mm LC. En el texto de este trabajo se referirá al tamaño legal como los individuos macho de *P. granulosa* estrictamente mayores a 82 mm LC (>82) y a los individuos macho de *L. santolla* estrictamente mayores de 110 mm LC (>110).

OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS

En la tabla 2 se presentan los sitios, fechas y profundidades del muestreo de las poblaciones de centolla y centollón atraídos por las trampas, realizado en 1996 en el área del Canal Beagle comprendida entre Punta Remolinos e Islas Bécasses a partir de la pesca comercial. Durante 1995 sólo se realizaron muestreos del desembarque de centollón directamente en la planta de procesamiento.

CENTOLLÓN

ABUNDANCIA RELATIVA

Las embarcaciones de la Pesquera del Beagle S.A. pescan en forma regular en el área habilitada a tal fin, y por tanto los datos de desembarque aportados por ellas pueden ser considerados como un índice de abundancia relativa. En 1995 y 1996, el patrón de los desembarques de las lanchas ha sido similar, aunque la L/P Catamarca generalmente ha sido más eficiente en la pesca (Fig 2). Esto probablemente ha sucedido por la amplia experiencia y la constancia de su capitán en la pesca de litódidos del Canal Beagle.

A lo largo de los años 1995 y 1996, la abundancia relativa del centollón varió entre 450 y casi 1300 kg/día de pesca (Fig. 2). Durante 1995, en promedio, las capturas por día fueron de 768 kg y se trabajaron, en promedio, 44,5 días. Las CPUEs crecen hacia el fin de la temporada y alcanzan su máximo en septiembre. En 1996, en promedio, la CPUE fue de 825 kg/día, trabajando en promedio 40 días, las CPUEs máximas ocurrieron entre marzo y mayo, y luego declinaron hacia el fin de la temporada.

Durante 1996 las CPUEs expresadas como cantidad de animales por trampa fueron muy variables (Fig. 3). En promedio, los rendimientos fueron de 66, 39 y 13 individuos por trampa considerando machos y hembras, solo machos y sólo machos > 82 mm LC, respectivamente. Las CPUEs de machos y hembras, y sólo de machos variaron alrededor del valor promedio, sin embargo las CPUEs de los machos > 82 mm LC disminuyeron hacia el fin de la temporada de pesca de 13,2 a 8,2 individuos por trampa, a excepción del valor para el mes de julio.

DISTRIBUCIÓN DE TALLAS DE LOS DESEMBARQUES

La distribución de tallas de los desembarques no ha variado significativamente entre 1995 y 1996, al considerar el valor de la moda de la distribución y el porcentaje de animales legales (Fig. 4). Un hecho destacable es que los pescadores seleccionaron mejor el tamaño de los individuos desembarcados entre un año y otro. En 1995, el 18,2 % de los animales desembarcados eran ≤ 74 mm LC, que eran descartados en la planta de procesamiento y devueltos al mar. En 1996, el 10,2% de los animales desembarcados eran ≤ 74 mm LC. Esta disminución de la proporción de los animales que no son comercialmente aptos resultó en un aumento del 3% en el porcentaje de animales legales desembarcados en 1996 respecto de 1995.

Entre julio y septiembre de 1995, y durante el primer semestre de 1996 se desembarcaron animales progresivamente más chicos, evidenciado por el cambio en el valor de la moda de las distribuciones de talla (Figs. 5 y 6). Además, en el desembarque disminuye progresivamente la proporción de individuos legales. Los parámetros de septiembre de 1996 son la excepción a estas observaciones.

ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN

En la figura 7 se presentan las distribuciones de tallas de los machos y de las hembras capturados por las trampas de pesca comercial durante 1996. Durante la temporada de pesca -a excepción de septiembre- y para las fracciones de machos y de hembras, se capturaron progresivamente animales más chicos, que se evidenció por una disminución de la talla modal, del porcentaje de animales legales, y en la proporción de hembras ovígeras (Figs. 8 y 9).

La proporción sexual del año 1996 estuvo significativamente sesgada hacia los machos, i.e., a lo largo de la temporada de pesca se capturaron más machos que hembras (Tabla 3). Sin embargo durante el año, las proporciones sexuales fueron cambiando alternativa y significativamente, e.g., los machos fueron capturados más frecuentemente durante abril, julio y octubre.

La proporción de hembras > 60 mm LC ovígeras fue del 74,7% y 82,1% para los años 1995 y 1996 respectivamente. La proporción máxima de hembras ovígeras se verificó en las tallas entre 70 y 85 mm LC (Fig. 10). Las hembras ≥ 85 mm LC han sido proporcionalmente menos fecundas y registraron un porcentaje más alto de anomalías en la puesta.

CONSIDERACIONES GENERALES

Los desembarques de centollón durante los años 1995 y 1996 ha sido los más altos en la historia de esta pesquería, de 330 y 345 t respectivamente. Durante los años 1985–1991 la actividad pesquera era más limitada y los desembarques oscilaron alrededor de las 150 t anuales. En otros años, los desembarques raramente superaron las 100 t anuales. Estas tasas de extracción tan variables parecen no haber influenciado la estructura poblacional (Fig 4; Lovrich 1997), como efectivamente ha sucedido en la pesquería chilena del Estrecho de Magallanes (Campondónico et al. 1983). De acuerdo a esto y de sostenerse las tasas de extracción de los últimos dos años, los resultados presentados en este informe coinciden con el inicio de una pesca intensiva tal, que probablemente sea la máxima que pueda realizar la flota actual.

De los resultados presentados en este informe se deduce que hasta el final de la temporada de pesca de 1996 no existen signos de sobre-explotación en la



población del centollón del área Punta Remolinos–Islas Bécasses. Esta afirmación está basada sobre dos observaciones. Primero, la proporción sexual de la fracción de la población capturada por las trampas estuvo significativamente sesgada hacia los machos. Segundo, la proporción de hembras ovígeras fue la esperada en poblaciones no sometidas a extracción comercial o a tasas de extracción muy bajas (*c.f.* Hoggarth 1993; Lovrich y Vinuesa 1996).

No obstante, varias observaciones sugieren que a lo largo de la temporada de pesca de 1996 existe un agotamiento del stock comercial. La abundancia relativa, medida como CPUE, disminuyó entre el otoño y el final de la temporada de pesca entre aproximadamente 1100 kg/día de pesca a 550 kg/día de pesca, respectivamente (Fig.2). Si se considera que, en promedio, cada embarcación revisa 100 trampas por día, la CPUE disminuyó entre 10–12 kg/trampa a ~5 kg/trampa (Fig 2), o de 13,2 a 8,4 animales legales por trampa (Fig. 3). Asimismo, la disminución de los rendimientos, estuvo acompañada por una disminución en la talla modal de la distribución de tallas de los machos del desembarque y de la población, y de la proporción de machos legales (Figs. 6 y 8).

CENTOLLA

AREA HABILITADA A LA PESCA (PUNTA REMOLINOS–ISLAS BÉCASSES)

Durante 1996 la centolla fue claramente un subproducto de la pesca del centollón y rara vez la pesca se orientó hacia esta especie. Por esta razón los datos presentados para la centolla están limitados a la disponibilidad de ejemplares. El rendimiento por trampa, evaluado a partir de analizar la captura de 849 trampas a bordo de las embarcaciones, fue de $0,53 \pm 0,52$ animales por trampa. La captura de la centolla estuvo significativamente sesgada hacia los machos en una proporción 2,3:1 ($G_{(w)}=47,0$; $P<0.001$), que constituyeron el 70% del total de los animales capturados. En la figura 11 se presenta la distribución de tallas, la proporción de animales legales y la talla promedio de los animales capturados. Del total de hembras >75 mm LC capturadas, el 23% portaba embriones en sus cámaras incubatrices.



AREA DE VEDA

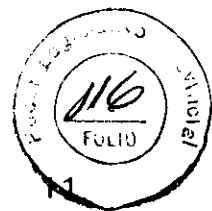
Las muestras obtenidas entre diciembre de 1995 y abril de 1996 deben ser interpretadas de acuerdo al sexo de la fracción de la población que se analice. Las hembras encontradas durante este período mudaron, tuvieron la oportunidad de aparearse y portar embriones en diciembre. Por tanto, el porcentaje de hembras > 75 mm LC ovígeras y la distribución de tallas encontradas pueden ser considerados como parámetros correspondientes para el año 1996, porque esta fracción de la población no muda ni puede portar embriones sino hasta diciembre de cada año (Fig. 12).

Sin embargo, la distribución de tallas de los machos refleja la situación de la población durante 1995. El 95% de los machos capturados por las trampas fueron ≤ 120 mm LC y el 78% sublegales (< 110 mm LC), pertenecientes a 3 clases de talla: 75, 90 y 105 mm LC (Fig. 12). Los últimos probablemente reclutaron a la talla legal > 110 mm LC durante el período de muda de abril de 1996, mientras que los de la talla de 90 mm LC alcanzaron la talla legal mudando en el invierno de 1996 y al mudar nuevamente en abril de 1997. Con el mismo razonamiento, la talla de 75 mm LC se reclutará a la pesquería en dos años, a contar a partir de abril de 1996. En una situación óptima de explotación comercial y para lograr la estabilidad de los desembarques, se debería considerar extraer machos de varias clases > 110 mm LC.

En 1996, la CPUE fue de 6,3 animales por trampa considerando los 7 días de pesca, que proporcionalmente a 2 días de pesca, el rendimiento resulta 1,8 animales por trampa, un 40% más respecto de 1994 (c.f. Anónimo 1994). Las capturas estuvieron significativamente sesgadas hacia los machos en una proporción 1,4:1 ($G_{(w)} = 16,7$; $P < 0.001$).

UNA AGRUPACIÓN DE JUVENILES

En la literatura y en informes sobre el estado de la pesquería se señala que los juveniles se encuentran en áreas de "poca profundidad, aguas someras, o bajofondos." Sin embargo, en ningún caso, se especifica a que fracción de la población se denomina "juvenil" y cuál es la profundidad exacta donde fueron encontrados.



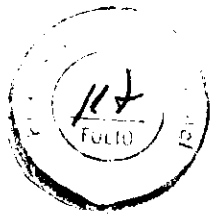
En los islotes Les Eclaireurs, sólo las redes ubicadas entre 20 y 27 m de profundidad capturaron centollas, entre 2 y 69 ejemplares, dependiendo de la red. Los animales estaban muy agregados, formando grupos bien delimitados en el espacio, de aproximadamente 28 animales por 10 m². El número de animales de esta agrupación era de 2.000 individuos. Estos grupos están formados por machos juveniles (i.e., que no alcanzaron la talla de madurez morfométrica, 92.5 mm LC) y hembras generalmente no ovíferas (Fig. 13), en una proporción sexual de 1:1 ($G_w = 1,15$; $P = 0,28$).

AGRADECIMIENTOS

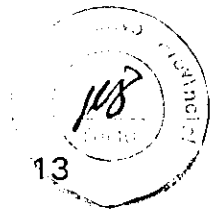
El presente trabajo fue realizado gracias a la inestimable cooperación de la Pesquera del Beagle S.A. y en especial a los tripulantes de sus embarcaciones. El Dr. Miguel S. Isla de la Subsecretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano de la Provincia de Tierra del Fuego ha proporcionado valiosa información. El desarrollo de este trabajo fue financiado por subsidios otorgados por el CONICET (PID-BID N° 0049), por la Fundación Antorchas (Buenos Aires), y por la International Foundation for Science (Estocolmo, Suecia, subsidio A-2507/1). Los Sres. A. Chizzini; A. Ferlito; V.M. García, F.J. Mattenet y Sergio Soria colaboraron con las tareas de campo o de laboratorio.

BIBLIOGRAFIA CITADA EN EL TEXTO

- ANÓNIMO. 1995. Estado actual de la legislación y manejo de los recursos centolla (*Lithodes santolla*) y centollón (*Paralomis granulosa*) en el Canal Beagle. Dirección General de Recursos Naturales, Provincia de Tierra del Fuego. 19 pp
- BERTUCHE, D. A.; J. G. WYNGAARD; C. E. FISCHBACH and E. E. BOSCHI. 1990. Population structural variation of the southern king crab, *Lithodes santolla*, of the Canal Beagle, Argentina, from 1975 to 1989. B. Melteff (ed.) Proc. Int. Symp. King and Tanner crabs, Nov 1989, Anchorage, AK, Alaska Sea Grant College Program, University of Alaska, AK-SG 90-04. p.p. 411-426.
- BOSCHI, E.E., D.A. BERTUCHE y J.G. WYNGAARD. 1984. Estudio biológico pesquero de la centolla (*Lithodes antarcticus*) del Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. Contribución N° 441 INIDEP Mar del Plata. Republica Argentina, 1-74.



- CAMPODONICO, I.; M.B. HERNÁNDEZ y E. RIVEROS. 1983. Investigación, manejo y control de las pesquerías de centolla y centollón de la XIIª Región. Informe consolidado: Recurso Centollón. Inf. Inst. Pat., 25: 97 pp.
- HOGGARTH, D.D. 1993. The life history of the lithodid crab, *Paralomis granulosa*, in the Falkland Islands. ICES J. mar. Sci., 50: 405–424.
- LOVRICH, G.A. 1991. Reproducción y crecimiento del centollón, *Paralomis granulosa* (Crustacea, Anomura, Lithodidae) en el Canal Beagle. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 160 pp.
- LOVRICH, G.A. 1994. Evolution of an unmanaged crab resource in South America: the false southern king crab *Paralomis granulosa*. En: Gendron, L. y S. Robinson (Eds.). 1994. The development of underutilized invertebrate fisheries in Eastern Canada. Workshop Proceedings, Moncton, New Brunswick, November 23-25 1993. Canadian Ms Rep. Fish. Aquat. Sci. 2247: 62-70.
- LOVRICH, G.A. 1997. La pesquería mixta de centollas *Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa* (Anomura: Lithodidae) en Tierra del Fuego, Argentina. Investigaciones Marinas, Valparaíso 25 (en prensa).
- LOVRICH, G.A. and J.H. VINUESA. 1993. Reproductive biology of the false southern king crab (*Paralomis granulosa*, Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina. Fish. Bull., U.S. 91: 664–675.
- LOVRICH, G.A. and J.H. VINUESA. 1995. Growth of juvenile false southern king crab *Paralomis granulosa* (Anomura, Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina. Scientia Marina, 59: 87–94.
- LOVRICH G.A. y J.H. VINUESA. 1996. Reproductive strategies of the two lithodids in Tierra del Fuego. A complementary management tool in a changing fishery. Proceedings of the International Symposium on biology, management, and economics of crabs from high latitude habitats. Alaska Sea Grant College Program. AK-SG 96-02: 333–340.
- VINUESA, J.H. y G.A. LOVRICH. 1992. Biología y pesca de la centolla en el Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. Recomendaciones para su manejo. Contribución Científica del Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC) N° 15: 26 pp.



WYNGAARD, J.G. y M.I. IORIO. 1996. Status of the Southern King Crab (*Lithodes santolla*) fishery of the Beagle Channel, Argentina. Proceedings of the International Symposium on biology, management, and economics of crabs from high latitude habitats. Alaska Sea Grant College Program. AK-SG 96-02: 25–39.



Tabla 1: Funciones morfométricas para los individuos macho de centollón *Paralomis granulosa* y de centolla *Lithodes santolla* útiles al manejo de la pesquería. Referencias: LC: largo de caparazón; AC: ancho de caparazón; N: tamaño de la muestra; R²: coeficiente de determinación; F: Estadístico de la regresión; P: Probabilidad de la prueba estadística; (1) datos de Lovrich (1991).

Función	Rango tallas LC (mm)	N	R ²	F	P
<i>Paralomis granulosa</i>					
$\log \text{Peso} = -3,3 + 3,05 \log \text{LC}$ (1)	12,5–115,1	347	0,996	81671	<0,001
$\text{LC} = 3,97 + 0,87 \text{AC}$	31,4–110,2	334	0,974	12521	<0,001
$\text{AC} = -2,39 + 1,12 \text{LC}$					
<i>Lithodes santolla</i>					
$\text{LC} = 8,61 + 0,86 \text{AC}$	49,5–154,5	324	0,983	18528	<0,001
$\text{AC} = -7,98 + 1,15 \text{LC}$					

Tabla 2: Ubicación de los sitios donde se realizó el muestreo durante 1996. Cuando la posición no está dada en latitud y longitud, se señala el punto de referencia más cercano. La denominación de las cuadrículas es acorde a la utilizada por la Subsecretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano de Tierra del Fuego, y extraída de Boschi et al. (1984). El número de trampas (N) se refiere a la cantidad de trampas necesarias para llenar un contenedor de 0,126 m³, examinadas durante el muestreo.

Fecha	Posición	Cuadrícula RRNN	Profundidad (m)	N trampas total/fecha	
26.01.96	S Baliza Ponsatti	376	23	3	
	S Islote Belgrano	397	27	2	
	SW Islote Belgrano	402	40	7	
	NE Islote Haskenyeshka	432	27	8	
27.01.96	E Islas Bécasses	498	47	6	
	54° 55.38' S 67° 05.51' W	474	43	4	
	54° 55.30' S 67° 05.38' W	474	32	1	31
02.04.96	NW Islote Haskenyeshka	423	30	2	
	54° 54.79' S 67° 10.22' W	416	25	5	
02.04.96	SW Islote Belgrano	397	23	7	14
24.07.96	54° 52.44' S 67° 47.47' W	266	23	10	
	E Isla Martillo	364	30	1	
	E Isla Martillo	369	30	2	



	E Isla Martillo	369	27	1	
	54° 54.01' S 67° 21.45 W	362	20	2	
	Rada de los Cazadores	362	19	10	
	54° 54.34' S 67° 20.96' W	369	22	1	
	54° 54.46' S 67° 21.79 W	363	22	3	
	54° 54.37' S 67° 21.13' W	369	22	4	34
09.09.96	54° 53.56' S 67° 36.68' W	292	40	3	
	54° 53.29' S 67° 37.64' W	291	45	2	
	54° 53.13' S 67° 37.70' W	291	35	10	
	54° 52.99' S 67° 35.77' W	296	38	2	
10.09.96	54° 53.53' S 67° 36.87' W	294	40	3	
10.09.96	54° 53.40' S 67° 37.63' W	291	41	2	
	54° 52.69' S 67° 46.99' W	266	23	10	
	54° 52.04' S 67° 50.53' W	255	28	2	34
02.10.96	54° 53.74' S 67° 34.10' W	306	34	10	
	54° 54.40' S 67° 21.37' W	363	21	10	
	54° 54.06' S 67° 13.52' W	397	28	2	
	54° 54.25' S 67° 11.80' W	408	28	3	

	54° 54.10' S 67° 11.71' W	402	28	10	
	54° 53.99' S 67° 11.02' W	407	38	10	
03.10.96	54° 55.32' S 67° 06.51' W	453	49	5	
	54° 55.69' S 67° 06.27' W	454	45	6	
	54° 54.87' S 67° 07.81' W	443	38	4	
	54° 54.19' S 67° 08.97' W	432	30	2	62



Tabla 3: Centollón *Paralomis granulosa*. Proporción sexual de los de la fracción de la población capturada por las trampas durante 1996. Referencias: G_w es el estadístico G con corrección de Williams que docima la hipótesis de igualdad en la proporción sexual. En todos los casos la probabilidad de la prueba es «0,001.

	MACHOS	HEMBRAS	G_w
ENERO	1	1,92	90,8
ABRIL	4,35	1	388,7
JULIO	2,83	1	429,3
SEPTIEMBRE	1	3,59	429,1
OCTUBRE	2	1	152,8
ANUAL	1,27	1	129,4

LEYENDAS A LAS FIGURAS

- Figura 1: Localización geográfica del Canal Beagle.
- Figura 2: Centollón *Paralomis granulosa*. Abundancia relativa expresada como captura por unidad de esfuerzo (kg/día efectivo de pesca), calculada a partir de los datos de desembarque provistos por la Pesquera del Beagle S.A., discriminados por embarcación de pesca (arriba), y en promedio para todas las embarcaciones de la empresa (abajo).
- Figura 3: Centollón *Paralomis granulosa*. Abundancia relativa promedio expresada como captura por unidad de esfuerzo (cantidad de animales por trampa), calculada a partir de los datos obtenidos en sucesivos embarques durante 1996. Las barras indican las CPUE máximas y mínimas y los números sobre las barras indican la cantidad de trampas analizadas para realizar el cálculo de CPUE. En la figura inferior, el tamaño promedio de los individuos macho de centollón > 82 mm LC fue convertido a peso fresco —indicado con un \blacktriangle — según la ecuación presentada en la Tabla 1.
- Figura 4: Centollón *Paralomis granulosa*. Distribución de tallas de los animales desembarcados en 1995 y 1996, dispuestos en intervalos de talla de 2 mm LC. La línea de puntos indica el límite de la talla legal de 82 mm LC.
- Figura 5: Centollón *Paralomis granulosa*. Distribución de tallas de los animales desembarcados en julio y septiembre de 1995 dispuestos en intervalos de talla de 2 mm LC. La línea de puntos indica el límite de la talla legal de 82 mm LC.
- Figura 6: Centollón *Paralomis granulosa*. Distribución de tallas de los animales desembarcados en enero, abril, junio y septiembre de 1996 dispuestos en intervalos de talla de 2 mm LC. La línea de puntos indica el límite de la talla legal de 82 mm LC.
- Figura 7: Centollón *Paralomis granulosa*. Distribución de tallas de la fracciones de machos y de hembras de la población muestreada a bordo de las embarcaciones de pesca, en intervalos de talla de 2 mm de LC, en 1996. Referencias: N es el tamaño de la muestra; M es la moda de la distribución; $LC > 82$ mm LC es el porcentaje de machos legales; > 60 mm LC OV es el porcentaje de hembras ≥ 60 mm LC ovígeras.

125

Figura 8: Centollón *Paralomis granulosa*. Distribución de tallas de la fracción de machos de la población muestreada a bordo de las embarcaciones de pesca, en intervalos de talla de 2 mm de LC, por mes de muestreo, en 1996. Referencias: N es el tamaño de la muestra; M es la moda de la distribución; $LC > 82$ mm LC es el porcentaje de machos legales

Figura 9: Centollón *Paralomis granulosa*. Distribución de tallas de la fracción de hembras de la población muestreada a bordo de las embarcaciones de pesca, en intervalos de talla de 2 mm de LC, por mes de muestreo, en 1996. Referencias: N es el tamaño de la muestra; M es la moda de la distribución; > 60 mm LC OV es el porcentaje de hembras ≥ 60 mm LC ovígeras.

Figura 10: Centollón *Paralomis granulosa*. Frecuencia de ocurrencia de hembras con sedas virginales (barras punteadas) o con puestas de tamaño significativamente menor (barras rayadas), en clases de talla de 5 mm LC en 1996. En la abcisa se indica el valor del límite inferior del intervalo de talla, i.e., 60 mm LC corresponde a animales de 60–64,9 mm LC, y así sucesivamente. Los números sobre las barras representa el tamaño de la muestra en cada clase de talla. Referencias: N es el tamaño de la muestra; M es la moda de la distribución; > 60 mm LC OV es el porcentaje de hembras ≥ 60 mm LC ovígeras.

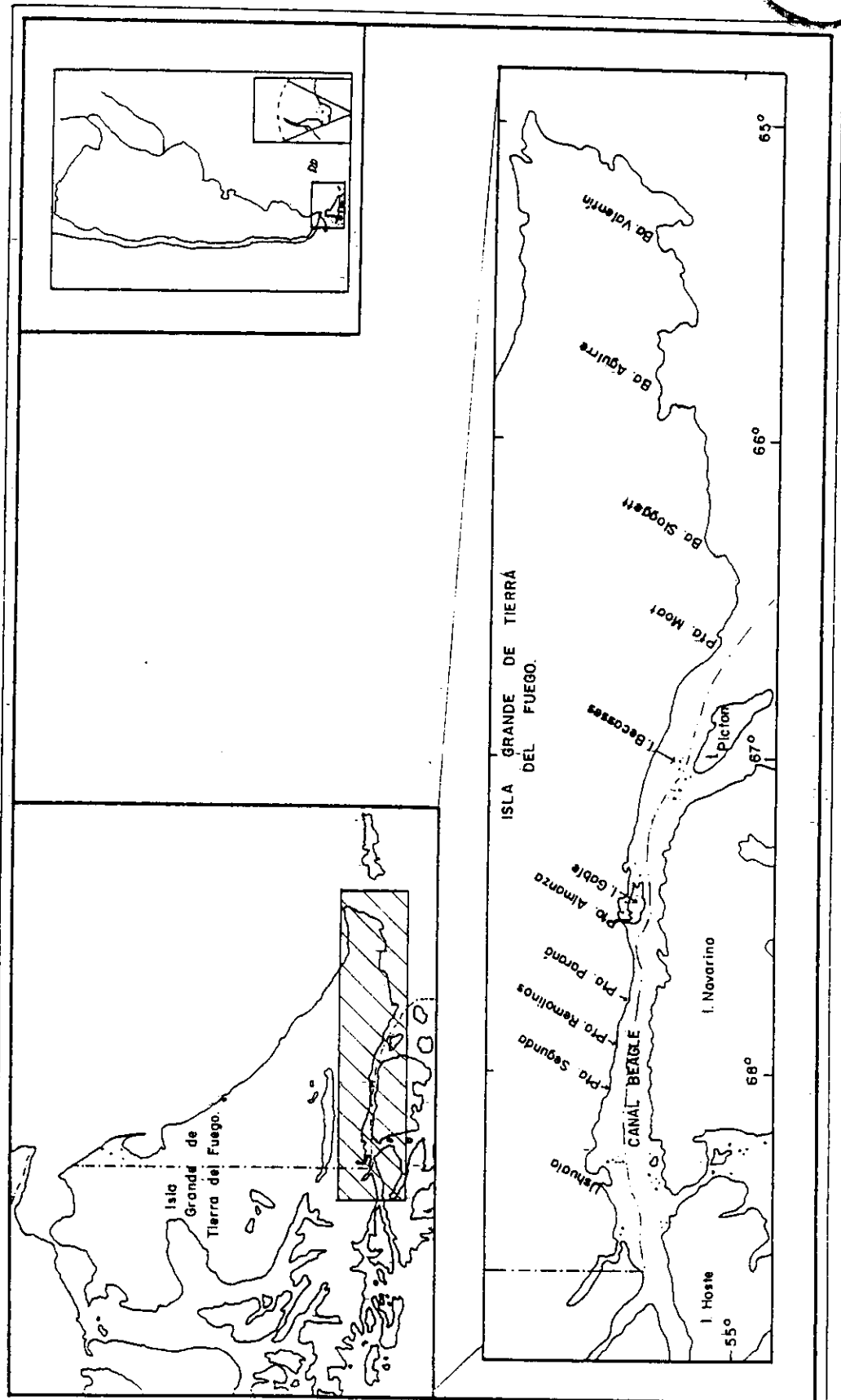
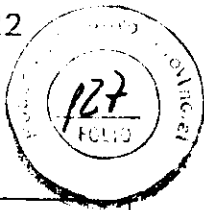
Figura 11: Centolla *Lithodes santolla*. Distribución de tallas de la fracción de machos (arriba) y de hembras (abajo) de la población muestreada a partir de las capturas comerciales de 1996 de las embarcaciones de pesca en el área comprendida entre Punta Remolino e Islas Bécasses, en intervalos de talla de 5 mm de LC. La línea de puntos indica la talla legal de 110 mm LC. En la figura inferior, las barras representan la proporción de hembras ovígeras en cada uno de los intervalos de talla de 10 mm LC. Los números sobre las barras representa el tamaño de la muestra en cada clase de talla. En la abcisa se indica el valor del límite inferior del intervalo de talla, i.e., 75 mm LC corresponde a animales de 75–84,9 mm LC, y así sucesivamente. El intervalo correspondiente a 115 mm LC abarca todos los animales ≥ 115 mm LC. Referencias: N es el tamaño de la muestra; $LC > 110$ mm LC es el porcentaje de machos legales; M es la moda de la distribución; > 75 mm LC OV es el porcentaje de hembras ≥ 75 mm LC ovígeras.

Figura 12: Centolla *Lithodes santolla*. Distribución de tallas de la fracción de machos (arriba) y de hembras (abajo) de la población muestreada a partir de muestreos propios con trampas comerciales entre diciembre de 1995 y abril de 1996, en las Islas Bridges y Bahía Ushuaia, en intervalos de talla de 5 mm de LC. La línea de puntos indica la talla

legal de 110 mm LC. En la figura inferior, las barras representan la proporción de hembras ovígeras en cada uno de los intervalos de talla de 10 mm LC. Los números sobre las barras representa el tamaño de la muestra en cada clase de talla. En la abcisa se indica el valor del límite inferior del intervalo de talla, i.e., 75 mm LC corresponde a animales de 75–84,9 mm LC, y así sucesivamente. El intervalo correspondiente a 115 mm LC abarca todos los animales ≥ 115 mm LC. Referencias: N es el tamaño de la muestra; LC > 110 mm LC es el porcentaje de machos legales; M es la moda de la distribución; > 75 mm LC OV es el porcentaje de hembras ≥ 75 mm LC ovígeras.

Figura 13: Centolla *Lithodes santolla*. Distribución de tallas de la fracción de machos (arriba) y de hembras (abajo) de la población muestreada por medio de buceo autónomo y redes de enmalle en el invierno de 1995 en los Islotes Les Eclaireurs, en intervalos de talla de 5 mm de LC. La línea de puntos indica la talla legal de 110 mm LC. En la figura inferior, las barras representan la proporción de hembras ovígeras en cada uno de los intervalos de talla de 10 mm LC. Los números sobre las barras representa el tamaño de la muestra en cada clase de talla. En la abcisa se indica el valor del límite inferior del intervalo de talla, i.e., 75 mm LC corresponde a animales de 75–84,9 mm LC, y así sucesivamente. El intervalo correspondiente a 95 mm LC abarca todos los animales ≥ 95 mm LC. Referencias: N es el tamaño de la muestra; LC > 110 mm LC es el porcentaje de machos legales; M es la moda de la distribución; > 75 mm LC OV es el porcentaje de hembras ≥ 75 mm LC ovígeras.

FIGURA 1



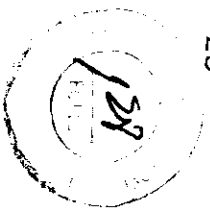
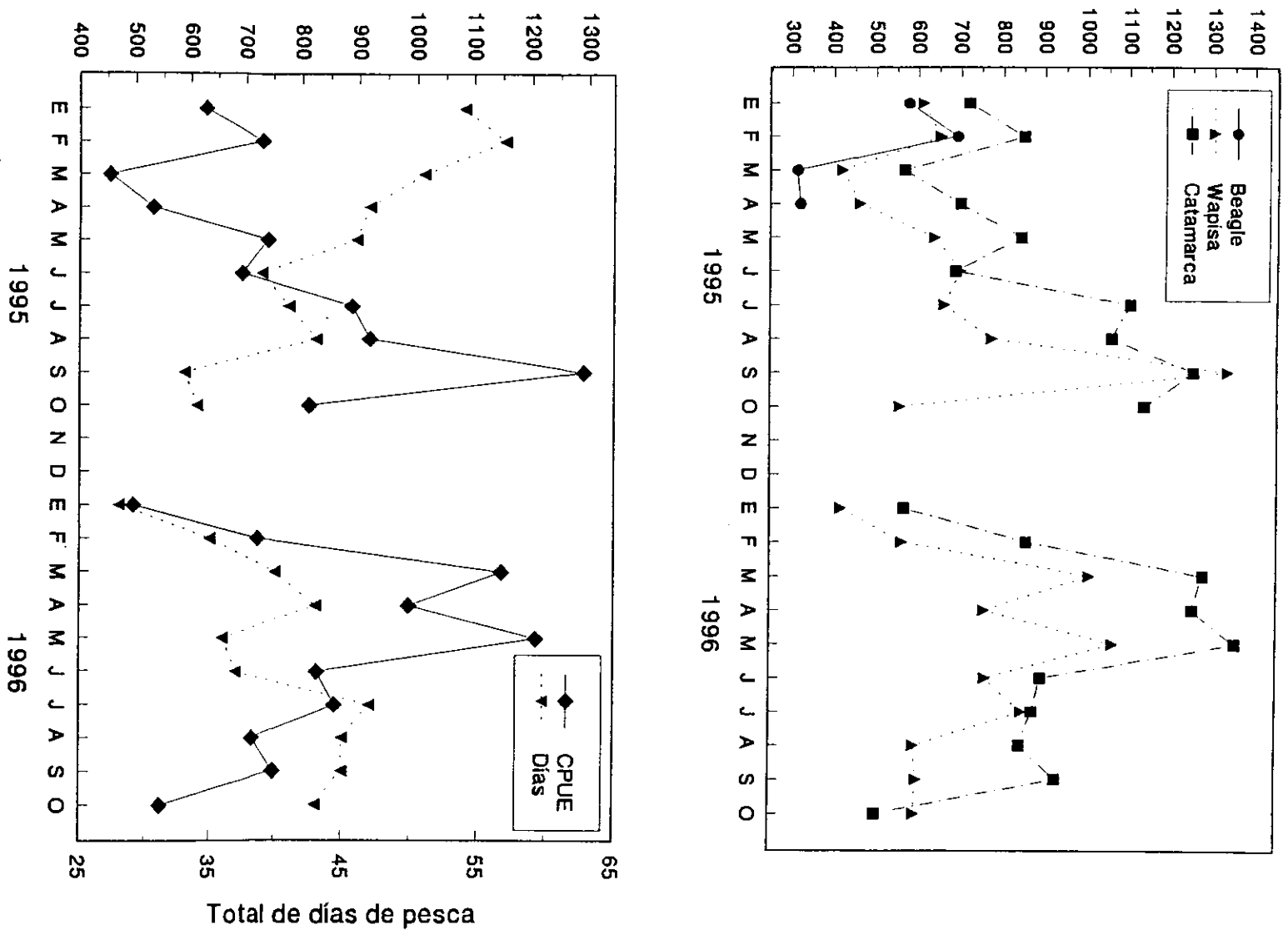


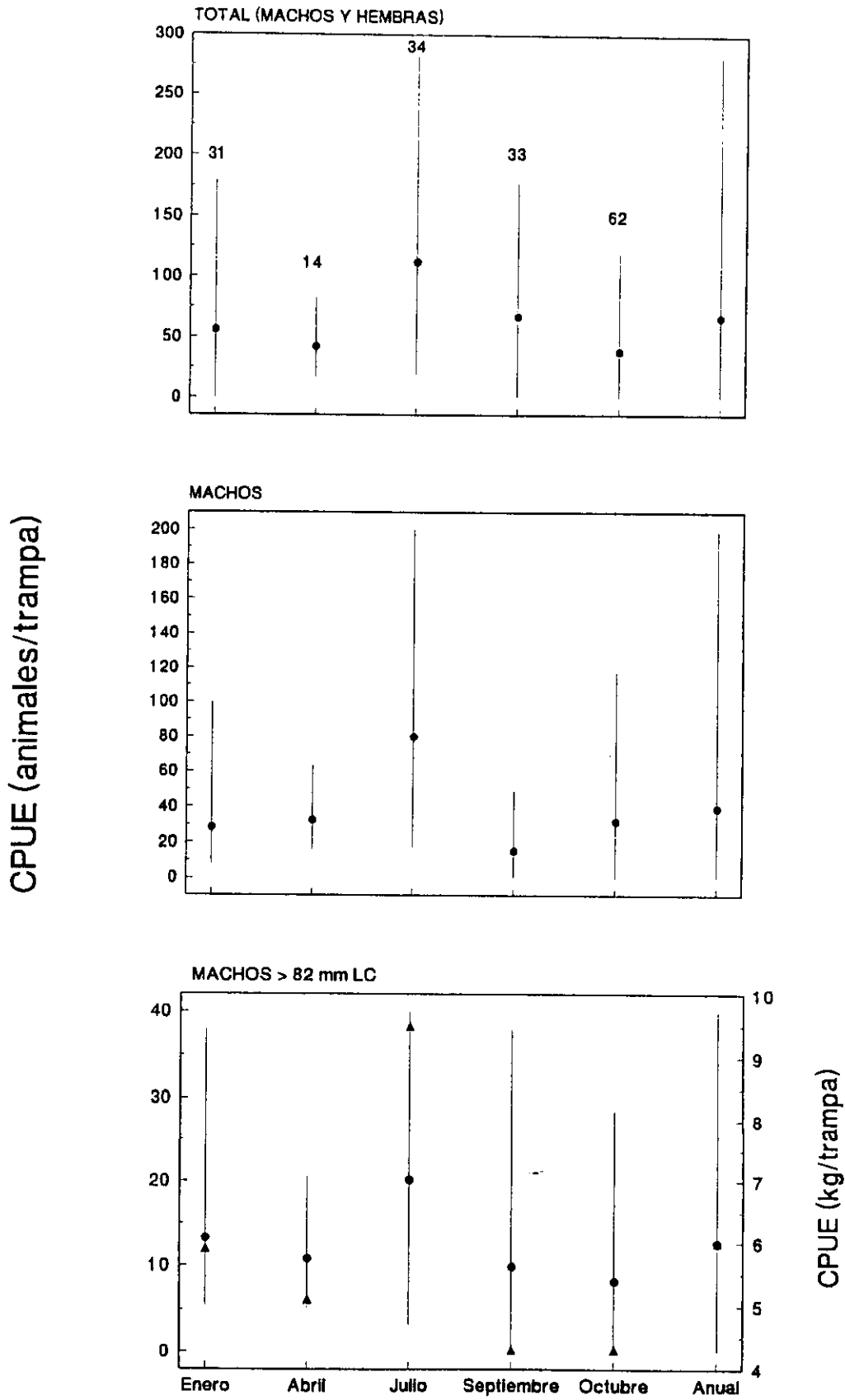
FIGURA 2

CPUE (kg/día de pesca/embarcación)



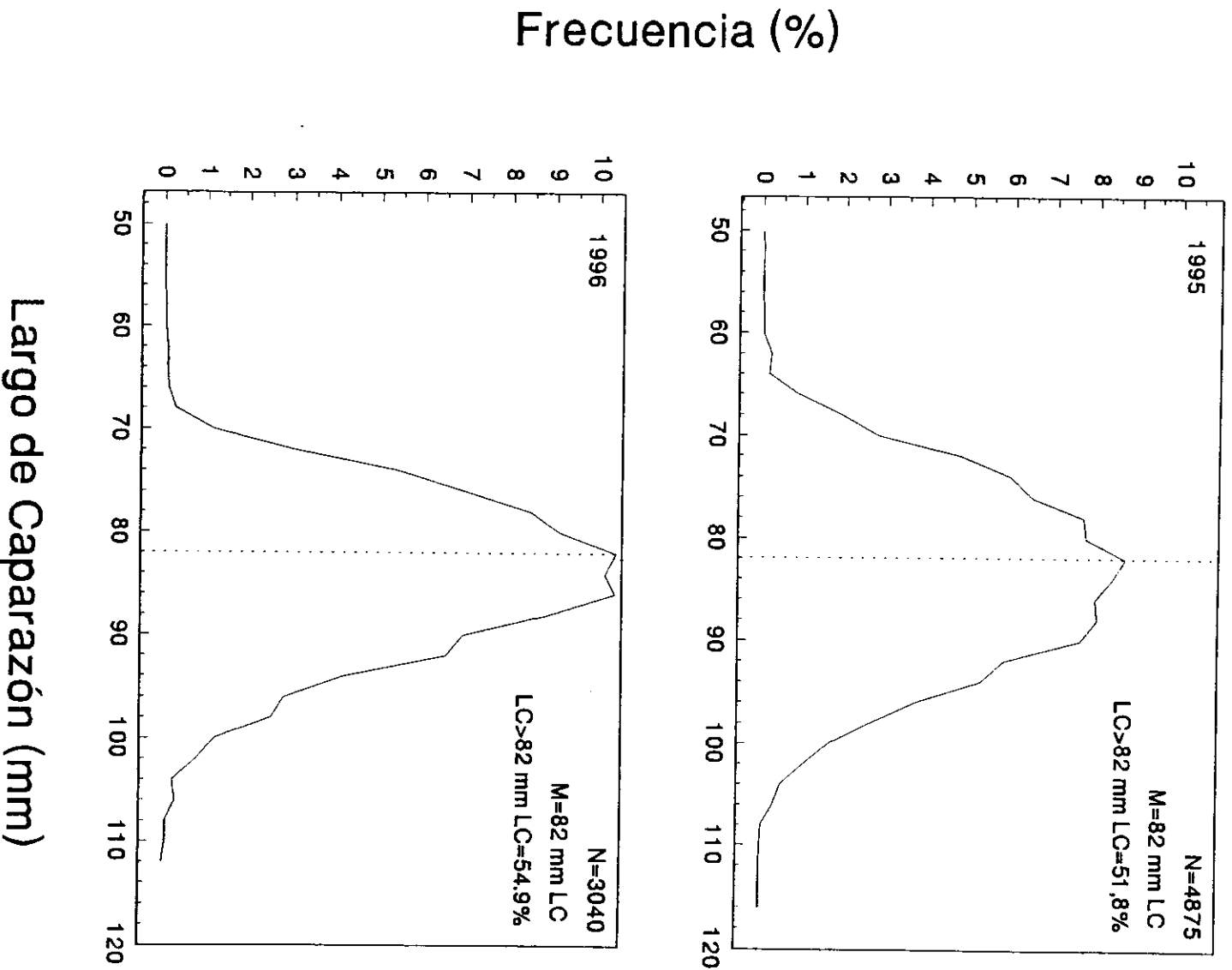
129

FIGURA 3



130

FIGURA 4



131

FIGURA 5

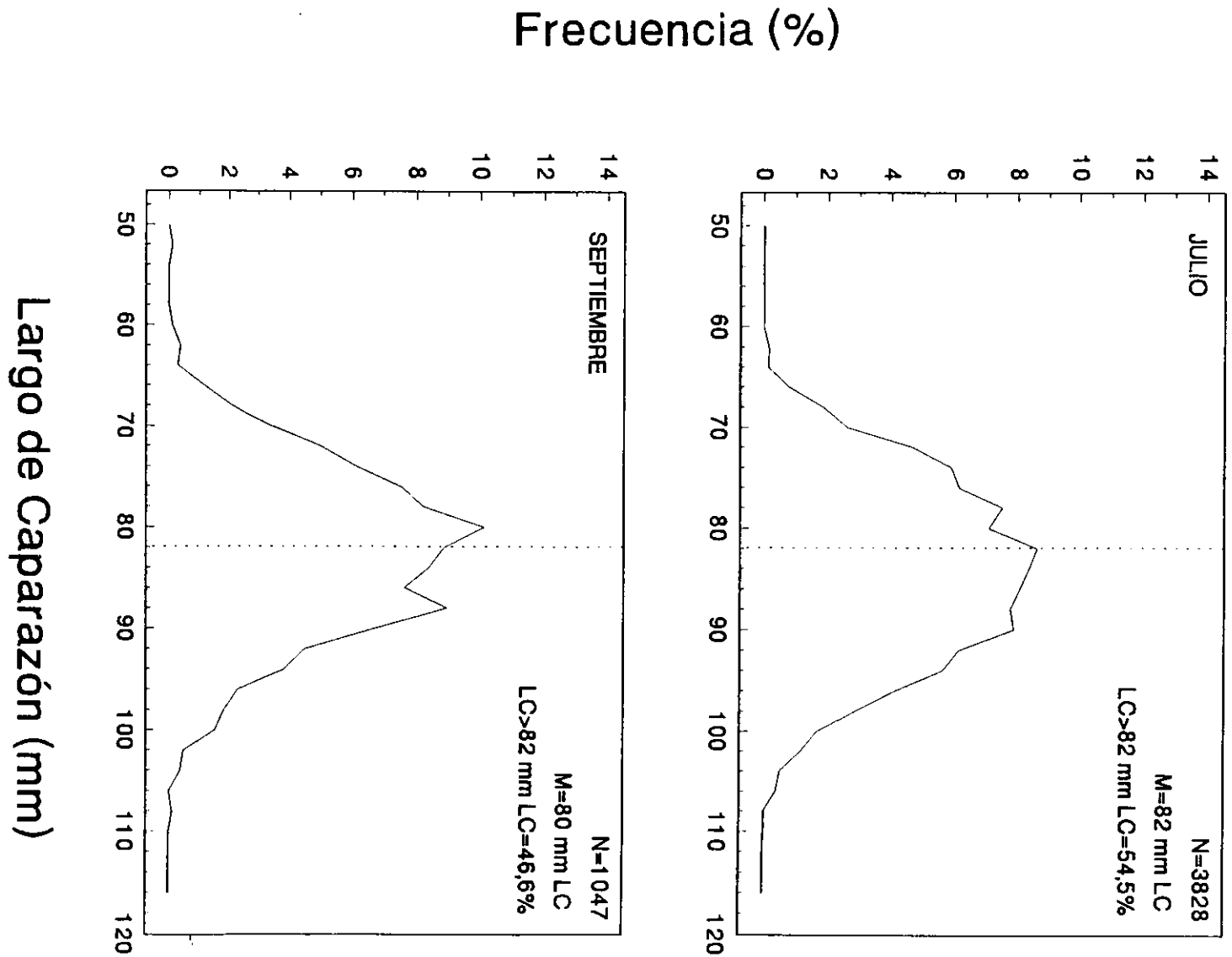
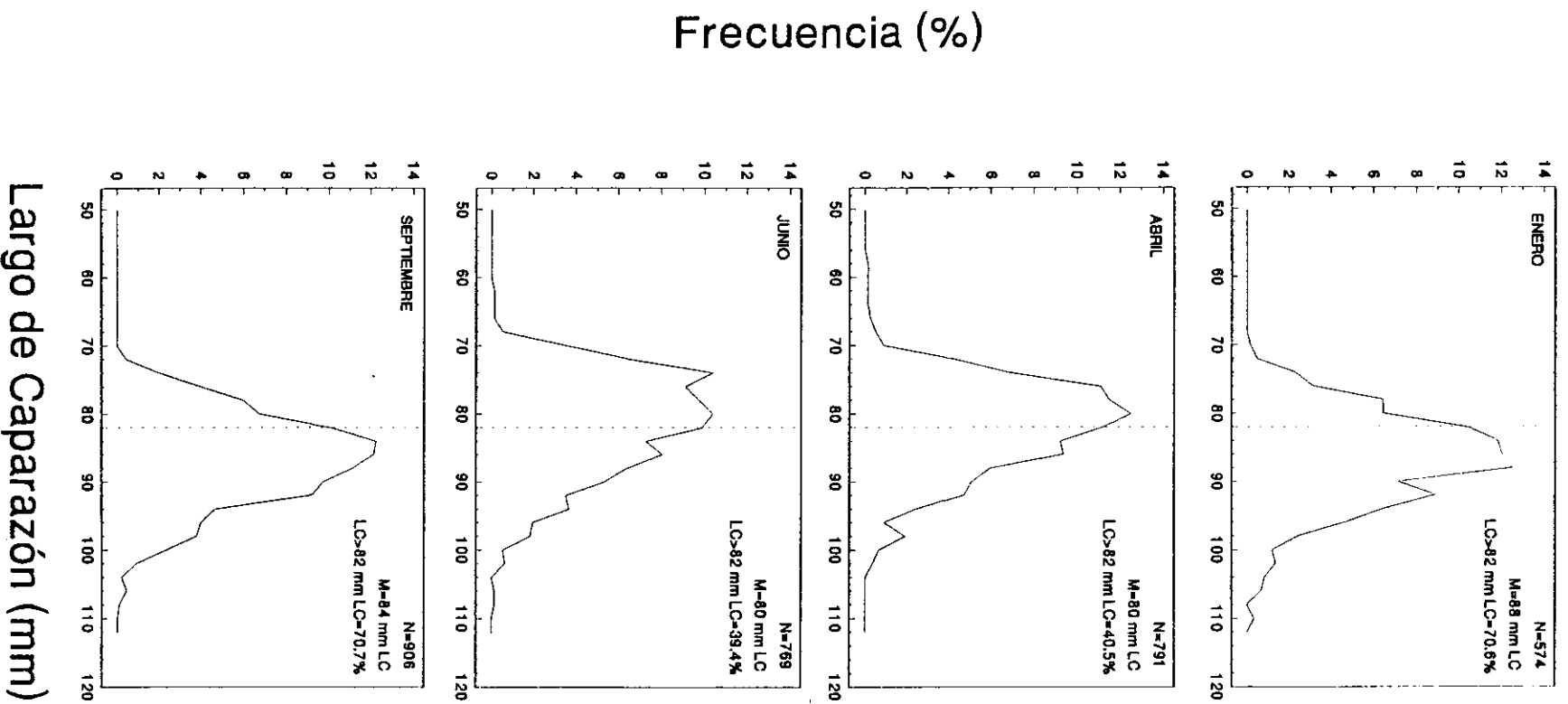


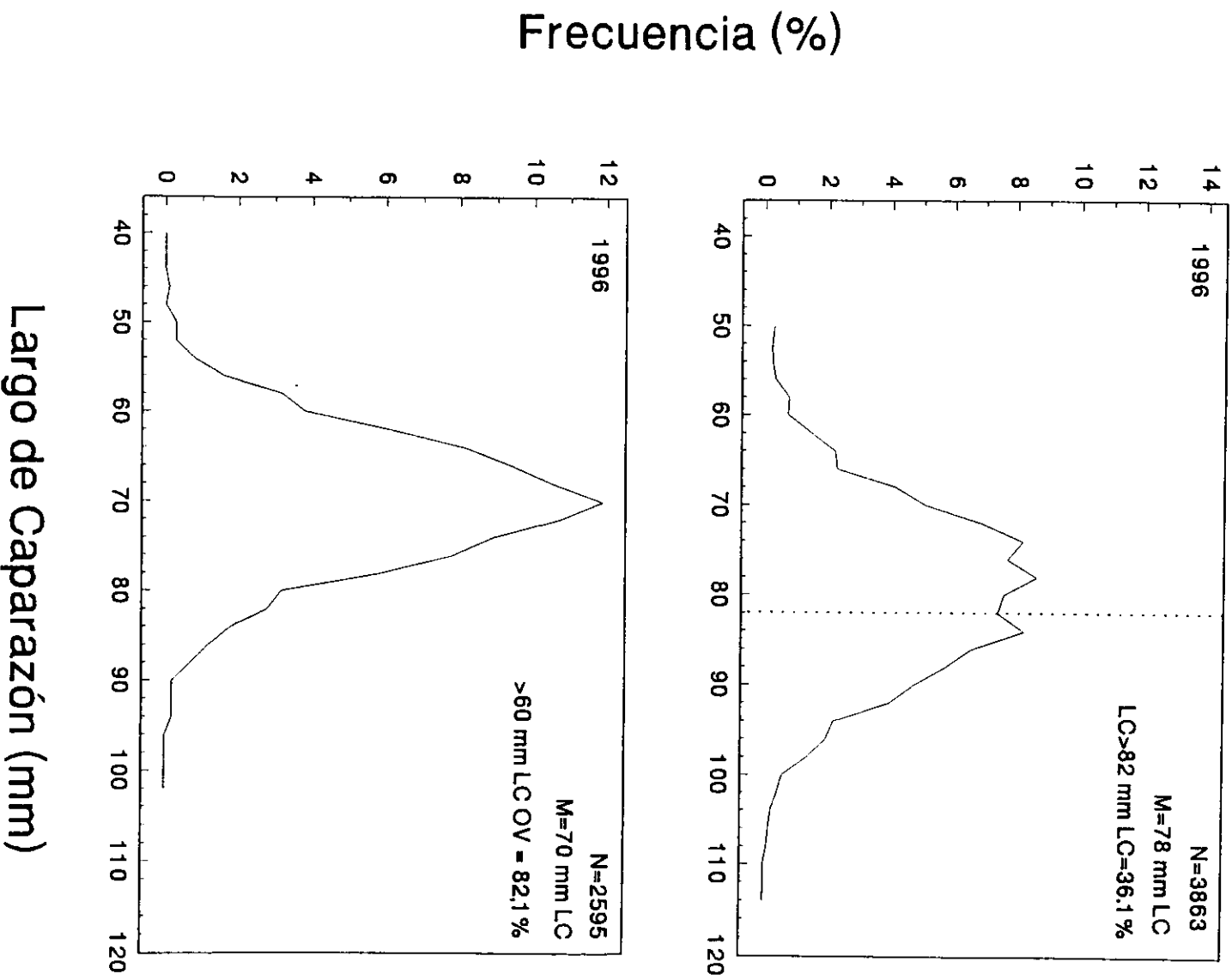
FIGURA 6



Largo de Caparazón (mm)

FIGURA 7

133



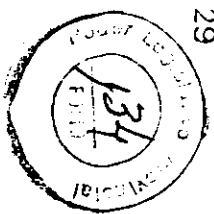
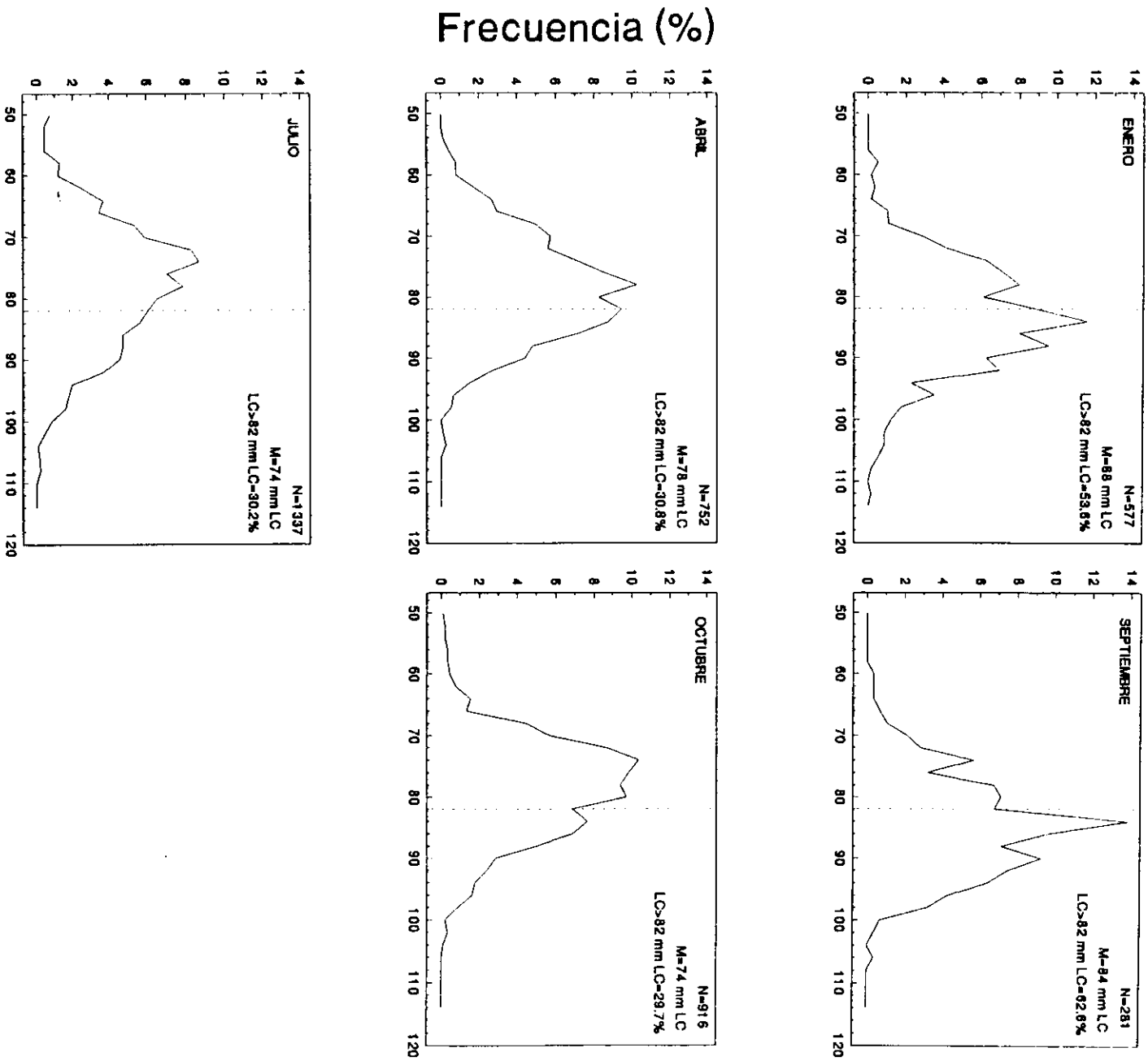
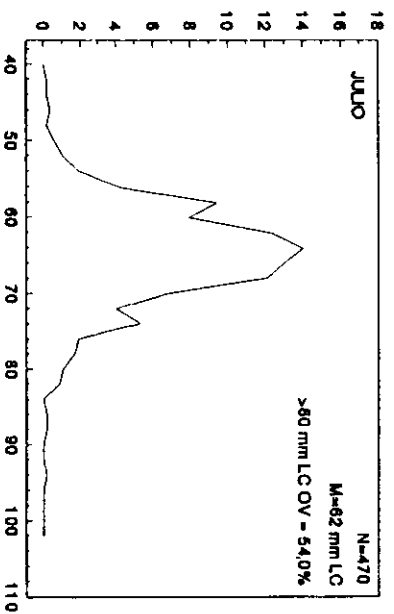
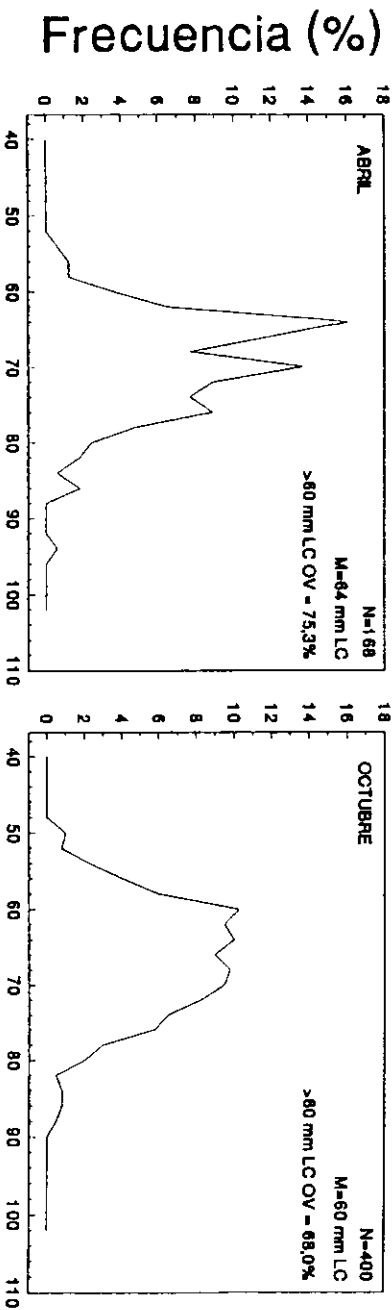
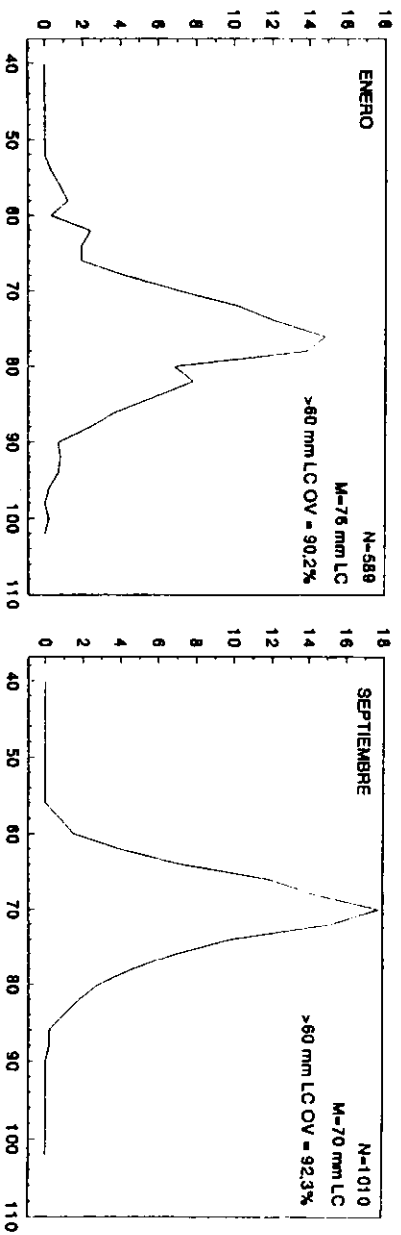


FIGURA 8



Largo de Caparazón (mm)

FIGURA 9



Largo de Caparazón (mm)

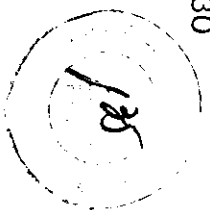
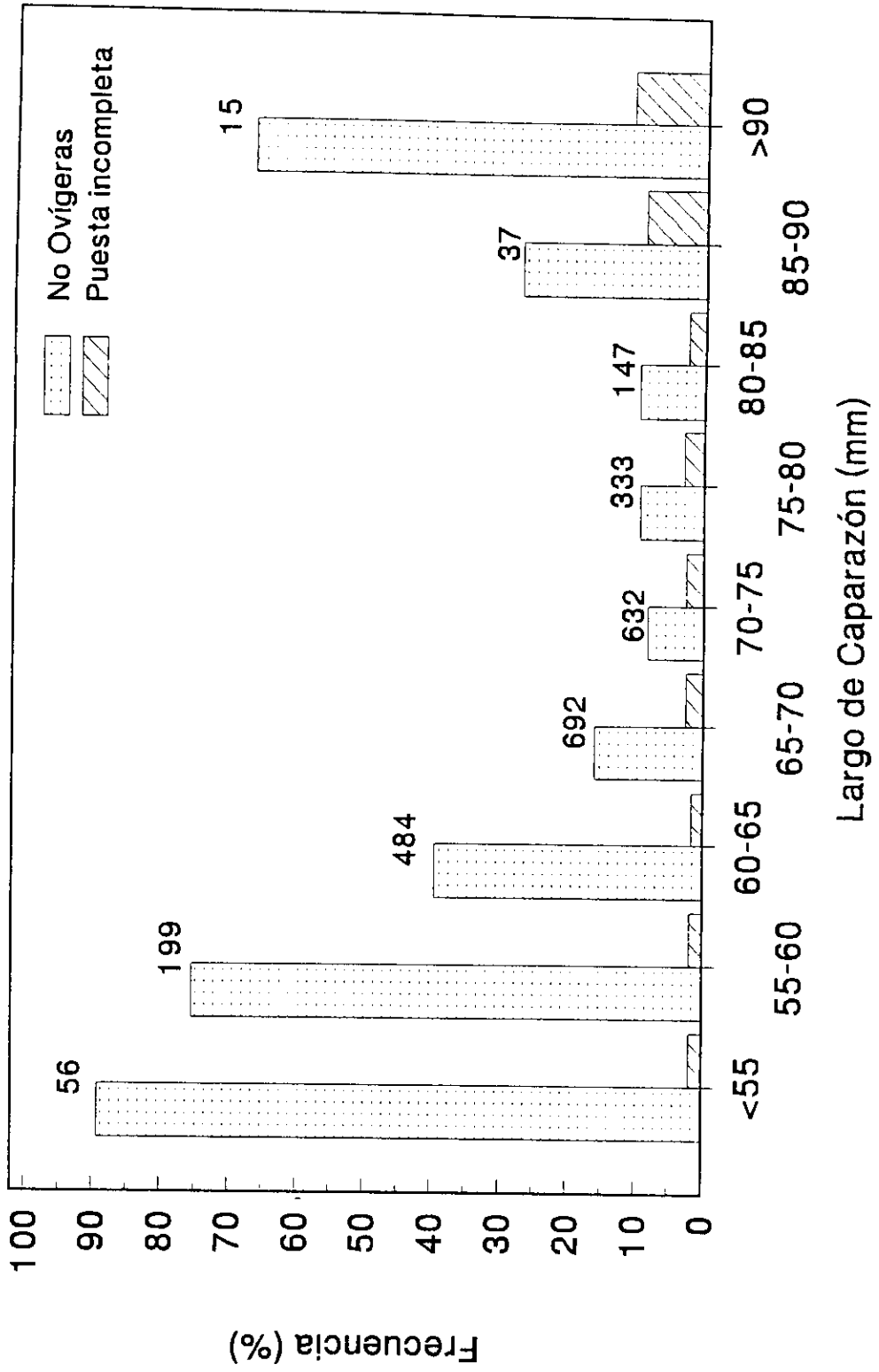
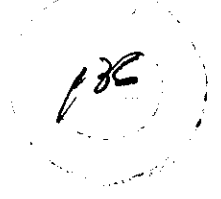


FIGURA 10



Largo de Caparazón (mm)

Largo de Caparazón (mm)

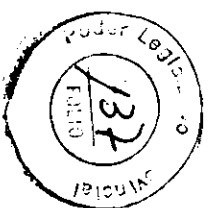
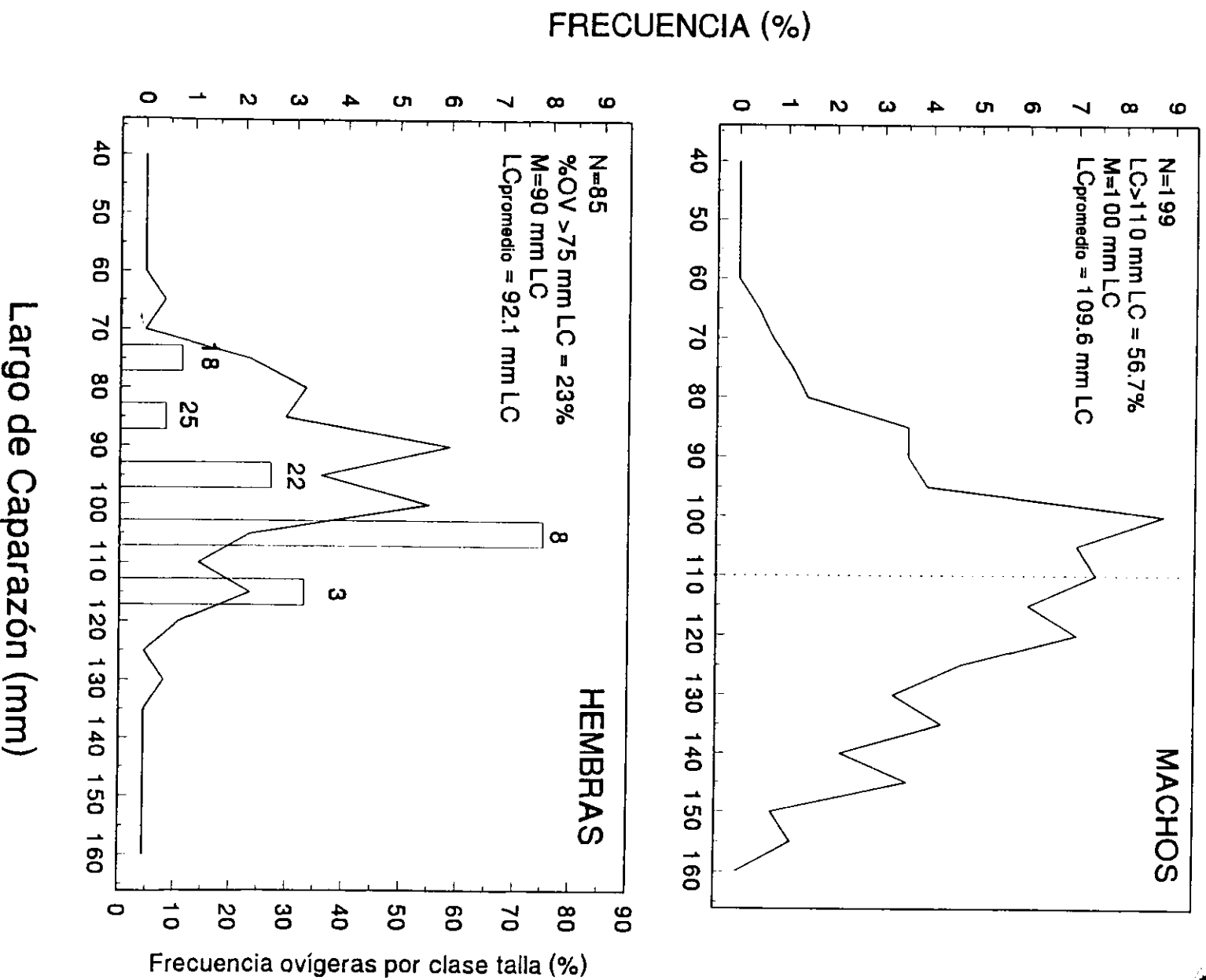


FIGURA 11



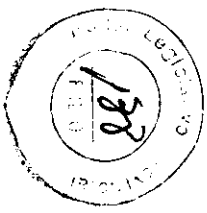


FIGURA 12

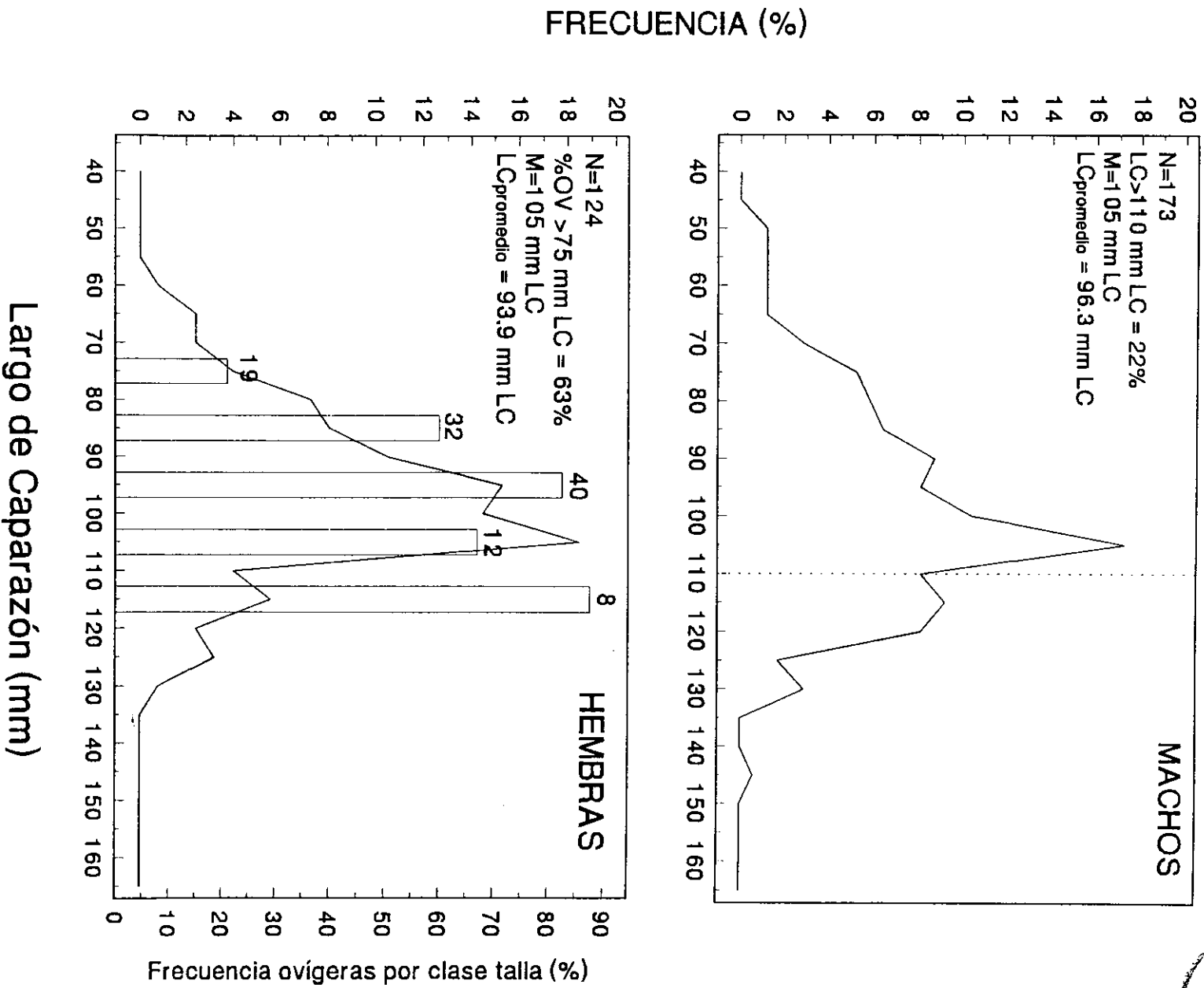
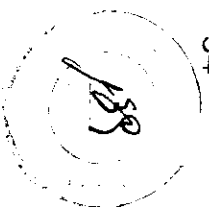
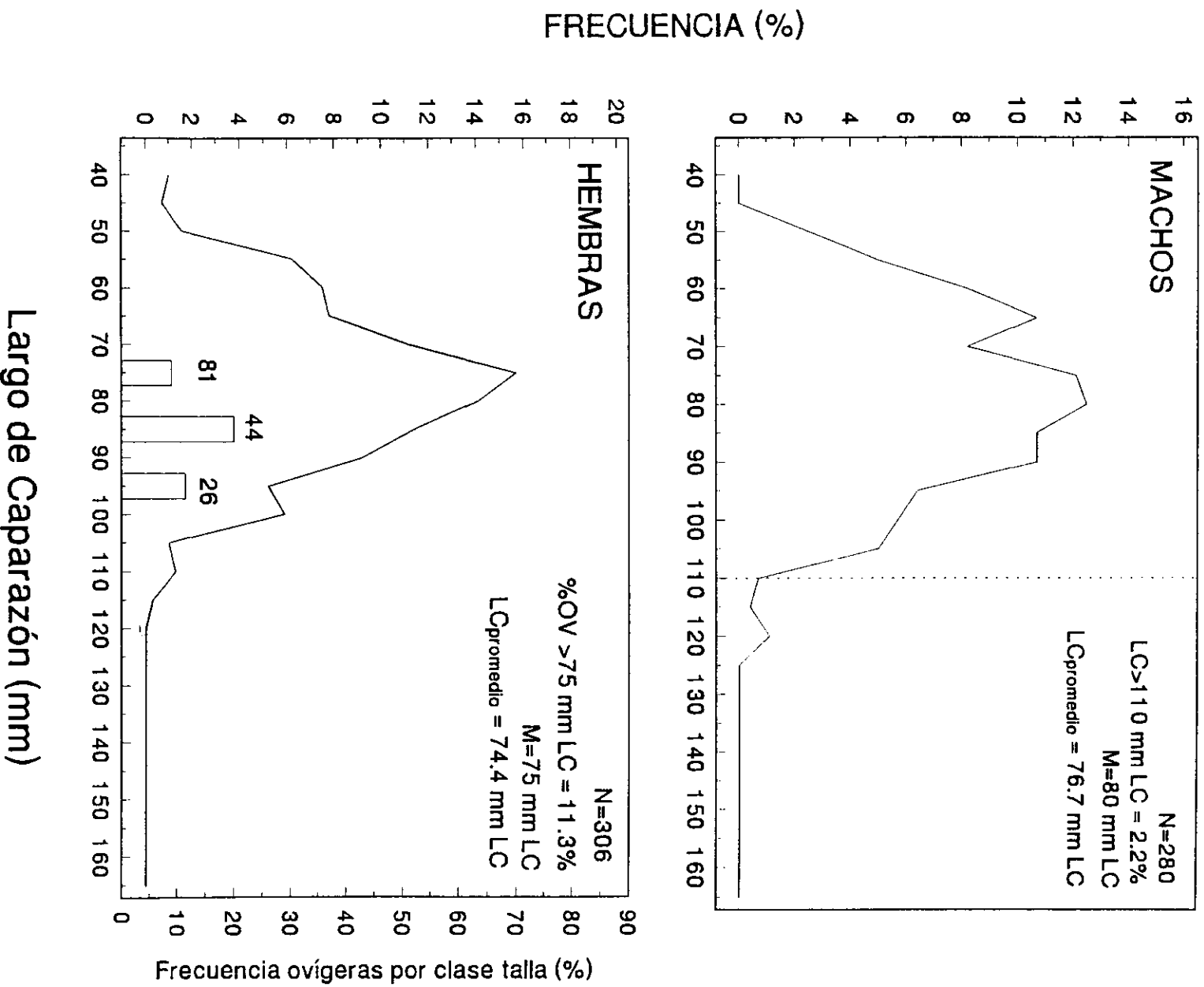
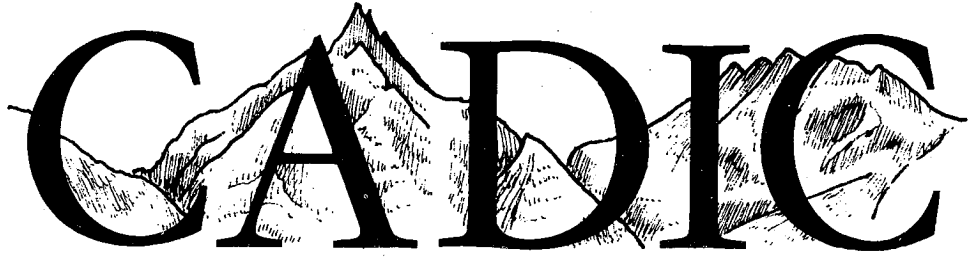


FIGURA 13





CENTRO AUSTRAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

CONTRIBUCION CIENTIFICA



**ESTADO DE LA PESQUERIA MIXTA
DE CENTOLLÓN *Paralomis granulosa* Y LA
CENTOLLA *Lithodes santolla* EN EL CANAL
BEAGLE, ARGENTINA. INFORME 1998.**

**Contribución Científica N° 33 del CADIC
Mayo 1999**

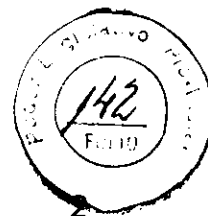
**Gustavo A. Lovrich, Federico Tapella, María Carolina Romero
Laboratorio Biología de Crustáceos**



**Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Centro Austral de Investigaciones Científicas
Av. Malvinas e H. Yrigoyen, (9410) Ushuaia,
Tierra del Fuego
ARGENTINA**

33

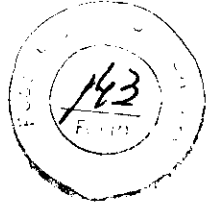
1999



RESUMEN

En este trabajo se presenta un diagnóstico de la pesquería mixta de la centolla y el centollón en un sector de casi 100 km de extensión del Canal Beagle que actualmente es explotado en forma comercial. Este área está comprendida entre Punta Remolinos y Punta Moat. La abundancia relativa promedio medida como captura por unidad de esfuerzo del centollón fue de 97 animales (machos y hembras) por trampa o 27 machos legales por trampa. Por área de pesca, los rendimientos resultaron significativamente más bajos en Remolinos-Islas Bécasses que en Punta Moat y fueron de 97 y 130 animales por trampa o de 19 y 38 machos legales por trampa, respectivamente. Se detectó que en el área Puerto Almanza-Islotes Bécasses las estructuras de tallas de todos los machos de la población susceptibles de ser capturados por las trampas y de los desembarcados demuestran que las clases de tallas legales comienzan a ser escasas. Otros parámetros como la proporción sexual o la proporción de hembras ovígeras no indican signos de sobre-explotación en la población de centollón.

Además, se presentan datos de la centolla en el mismo área de pesca. El rendimiento anual promedio fue de 1,7 machos y hembras o 0,3 machos legales (>110 mm LC) por trampa. El 36% de los machos capturados fueron mayores que la talla legal. El tamaño promedio fue de 104,9 y de 97,6 mm LC para los machos y las hembras, respectivamente. El porcentaje de hembras >75 mm LC ovígeras fue del 24%.



INTRODUCCIÓN

En el Canal Beagle ocurren tres especies de centollas: *Paralomis granulosa*, *Lithodes santolla* y *L. turkayi*, de las cuales las dos primeras han sido abundantes, de tamaño adecuado para su explotación comercial, y con distribución batimétrica hasta los 100 m de profundidad. Consecuentemente estas especies constituyen una pesquería mixta y han representado la única actividad pesquera genuina que se realiza en el Canal Beagle en forma continua desde hace 30 años.

Tal como ocurre desde 1994, durante 1998 la pesquería de dos especies de centollas del Canal Beagle tuvo como especie principal al centollón o falsa centolla *Paralomis granulosa*. Actualmente y en el Canal Beagle, la centolla *Lithodes santolla* es un subproducto de la pesca del centollón. El volumen disponible de esta última especie y su relativa facilidad de comercialización, sumados a los bajos rendimientos de la pesca de centolla, han hecho que la actividad se concentre en el centollón. No obstante, en el mercado local la centolla sigue manteniendo elevada su demanda, especialmente asociada a la gastronomía turística. A nivel nacional, el principal abastecedor de centolla *Lithodes santolla* es Chubut, desde los puertos de Comodoro Rivadavia y Caleta Córdova, donde en los últimos 4 años se han registrado desembarques de alrededor de 300 t anuales (Vinuesa et al. 1998). Sin embargo, el producto de esta pesquería es para consumo interno exclusivamente.

El área de extracción principal y donde más esfuerzo se ha concentrado ha sido el área del Canal Beagle comprendida entre Puerto Almanza e Islas Bécasses. Sin embargo, durante 1998 se comenzó a pescar regularmente (1-2 veces por semana) en las cercanías de Punta Moat. El área cercana a Punta Remolinos-Punta Paraná fue visitada ocasionalmente y se dedicó relativamente poco esfuerzo pesquero.

Desde 1994, el área del Canal comprendida entre el hito XXVI -límite occidental internacional- y Punta Segunda estuvo completamente vedada a la pesca de centolla y centollón (Ley Provincial N° 114/93 y posteriores decretos del Poder Ejecutivo Provincial). Excepcionalmente, se permitió la pesca del centollón dentro de Bahía Ushuaia con un esfuerzo de pesca limitado a 100 trampas (Decreto Poder Ejecutivo Provincial N° 1156/95 y posteriores). No obstante ello, se han verificado numerosas infracciones y durante los años de veda se detectaron alrededor de 200 trampas ubicadas en áreas vedadas.

El presente trabajo es el resultado del monitoreo continuo de la pesquería de centollón y centolla del Canal Beagle que se inició en 1995, cuyos resultados se han informado oportunamente (Lovrich, 1997, Lovrich et al. 1998). A continuación se provee información

sobre la pesquería mixta de centollón y centolla en el sector de aproximadamente 100 km de extensión del Canal Beagle comprendido entre Punta Segunda y Punta Moat durante el año 1998 a partir de muestras obtenidas de la pesca comercial.

OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

CENTOLLÓN

Para conocer la estructura de la población del centollón *Paralomis granulosa* se realizaron muestreos embarcando en las lanchas de pesca de la Pesquera del Beagle S.A. Con el fin de cuantificar la abundancia relativa, en el momento de izar cada línea se llenó un contenedor de 0,126 m³ con los animales capturados y se registró el número de trampas necesarias para completarlo. Se midió el largo de caparazón (LC) de todos los animales con un calibre de dial con una precisión de 0,1 mm. Además, se registró el sexo, la edad del caparazón según la escala utilizada por Lovrich y Vinuesa (1993), la presencia y tipo de epibiontes, de parásitos, y la presencia y estado de madurez de los embriones portados por las hembras.

Para conocer la estructura del desembarque se realizaron muestreos en el muelle en el momento de la entrega a la planta procesadora. En todos los casos se registraron los datos mencionados más arriba. En este estudio se considera como animales legales a los machos > 82 mm LC, que es equivalente a los 90 mm AC -medidos entre las escotaduras posteriores del caparazón- (Lovrich 1997).

CENTOLLA

Se realizaron muestreos en la zona actualmente explotada. En el área comprendida entre Punta Remolinos y Punta Moat, y a bordo de las embarcaciones de la Pesquera del Beagle, se midieron y se registraron los mismos datos que para el centollón de todos los ejemplares de centolla capturados en el día de pesca. Los datos de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) que se presentan en este informe, corresponden a las líneas utilizadas ex profeso para pescar centolla o bien que eran dispuestas al azar, para evaluar los rendimientos del nuevo caladero.

RESULTADOS

OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS

En la tabla 1 se presentan fechas, profundidades del muestreo y cantidad de trampas muestreadas durante la pesca de centolla y centollón durante 1998, en el área del Canal Beagle comprendida entre Punta Remolinos y Punta Moat a partir de la pesca comercial. A fin de preservar la confidencialidad de los lugares de pesca, se omite expresamente la ubicación geográfica de los caladeros. Sin embargo, estos datos están disponibles mediante solicitud al primer autor de este informe.

CENTOLLÓN

ABUNDANCIA RELATIVA

Durante 1998, las capturas por unidad de esfuerzo (CPUEs) expresadas como cantidad de animales por trampa fueron muy variables (Fig. 2). En promedio, los rendimientos fueron de 97, 73 y 27 individuos por trampa considerando machos y hembras, sólo machos, y machos legales (>82 mm LC), respectivamente. En el caso del rendimiento total está en el mismo orden que en 1997, pero los machos y los machos legales aumentaron respecto de 1997 un 30 y 59% respectivamente. Como el desembarque estuvo constituido por animales más grandes, el rendimiento promedio anual expresado en peso fue más elevado que en años anteriores. Sin embargo, si sólo se comparan los rendimientos en el área Punta Remolinos-Islas Bécasses excluyendo los de Punta Moat se observó que: (1) la cantidad de hembras capturadas por las trampas ha disminuído haciendo que disminuya la captura total de 105 (en 1997) a 75 animales por trampa, (2) la cantidad de machos y machos legales -de 59 y 19 animales por trampa, respectivamente- fueron similares a los de 1997.

Este aumento en los rendimientos promedio anuales se debió a la extensión del área de pesca hacia Punta Moat, donde las categorías (total de animales, machos, machos legales, y peso de machos legales) fueron estadísticamente más elevados que los rendimientos del área Punta Remolinos-Islas Bécasses (P de las pruebas de t-Student < 0.001; Fig. 3).

DISTRIBUCIÓN DE TALLAS DE LOS DESEMBARQUES

La distribución de tallas de los desembarques de 1998 estuvo sesgada hacia los animales de talla legal (Fig.4). La moda de la distribución se situó en 84 mm LC y el porcentaje de

6
146

los animales legales desembarcados fue del 62%. Durante 1998, estos parámetros fueron los más altos registrados desde 1995. Esta estructura de los desembarcos demuestra que los pescadores han seleccionado mejor los animales legales, probablemente condicionados por las inspecciones periódicas realizadas.

Esta mejoría en la selección estuvo también avalada por el hecho que en 1998 la proporción de machos ≤ 74 mm LC desembarcados –que no son comercialmente aptos y por tanto descartados sin procesar– fue del 2,5% y significativamente más baja que los valores registrados anteriormente del 18 % (en 1995) y ~10% (en 1996 y 1997). Asimismo, la proporción de machos ≤ 74 mm LC desembarcados fue de 3,8% en el área de Punta Remolinos-Islas Bécasses y más alta que la de Punta Moat, que resultó del 0,4%.

A lo largo de 1998, la moda de la distribución de frecuencias de tallas de los machos desembarcados fue variable, aunque se registró un aumento hacia el final de la temporada desde los 78 mm LC en marzo hasta llegar a los 88 mm LC en octubre (Fig 5). La proporción de machos legales en el desembarque también tendió a aumentar de un valor promedio relativamente bajo (31%) al principio de la temporada de pesca a prácticamente unas 2,7 veces superior al finalizar la temporada de pesca.

ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN

Durante 1998 la distribución de tallas de la fracción de machos susceptible de ser capturada por las trampas registró la moda más baja de los registros de los últimos 4 años (Fig. 6). No obstante, la proporción de machos legales se mantuvo más o menos constante respecto del 37% registrado en 1997, pero fue un 10% más baja que en 1995 y 1996. La moda de las distribución de tallas de las hembras se mantuvo constante respecto a los años anteriores y la proporción de hembras >60 mm LC ovígeras disminuyó un 5% respecto de 1997.

En las figuras 7 y 8 se presentan las distribuciones de tallas de los machos y de las hembras capturados por las trampas de pesca comercial durante 1998. Existe una tendencia a capturar machos más grandes conforme aumenta la temporada de pesca. Además, existe una diferencia en la composición por tallas de las fracciones de la población de Punta Moat y de Remolinos-Bécasses. La fracción de la población de Remolinos-Bécasses (pesca en marzo y junio) está compuesta por relativamente menos clases de tallas que la de Moat (pesca en junio y agosto). Como ejemplo, puede señalarse que en Bécasses los machos >90 mm LC fueron de 3 y 4% en junio y marzo, respectivamente, mientras que en Moat fueron del 15 y 25% del total de machos en junio y agosto, respectivamente. La distribución de tallas de los machos de la población de

7
147

octubre 1998 es particular, porque se combina el efecto del aumento de la talla hacia fin de la temporada de pesca y la pesca en el área de Punta Remolinos. En éste área los animales han sido habitualmente más grandes -aunque más escasos- que en el resto del área de pesca.

Las hembras > 60 mm LC ovígeras superaron el 75% en todos los muestreos realizados y en promedio representaron el 82% de la fracción de hembras de la población (Fig. 9). Las clases de talla con mayor proporción de hembras ovígeras fue la de 65-69,9 y 70-74,9 mm LC. Las hembras ≥ 85 mm LC han sido proporcionalmente menos fecundas. Las hembras con anomalías en su puesta han sido más o menos constantes y fueron <7% de las hembras analizadas.

La proporción sexual del año 1998 estuvo siempre significativamente sesgada hacia los machos, i.e., a lo largo de la temporada de pesca se capturaron más machos que hembras (Tabla 2).

CONSIDERACIONES GENERALES

En el Canal Beagle Argentina, el desembarque de centollón durante 1998 fue de 322 t y se mantuvo dentro de los valores de los 3 años precedentes. En el área con alta presión pesquera (Puerto Almanza-Islotes Bécasses) y durante 1998, la abundancia relativa del centollón del conjunto de la población disminuyó respecto de 1997, pero la abundancia relativa de los machos y machos legales se mantuvo constante. Como observación común a los años precedentes es destacable el aumento de la abundancia relativa hacia el segundo semestre del año, después del invierno.

La incorporación del área de Punta Moat a la pesquería del centollón hizo que los rendimientos aumentaran y mejorara el tamaño -y en consecuencia la calidad- de los animales desembarcados.

De los resultados presentados en este informe se deduce que hasta el final de la temporada de pesca de 1998 y en general, no existen signos de sobre-explotación en la población del centollón del área Punta Remolinos-Punta Moat.

Sin embargo la pesquería debe analizarse por sectores. (1) En el área de Punta Moat no existen evidencias de impacto pesquero. (2) En el área Puerto Almanza-Islotes Bécasses la estructura de tallas de todos los machos de la población susceptibles de ser capturados por las trampas y de los desembarcados demuestran que las clases de tallas legales comienzan a ser escasas (en especial comparativamente a las registradas en Punta Moat).

Consecuentemente se deberán tomar los recaudos necesarios para la recuperación parcial del stock en este sector. (3) En el área Punta Remolinos-Puerto Almanza y durante el fin de la temporada de pesca no existen evidencias de sobre-explotación.

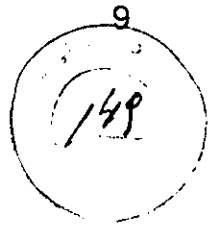
Otros parámetros de la población no indican signos de sobre-explotación. La proporción sexual de la fracción de la población capturada por las trampas estuvo significativamente sesgada hacia los machos. Finalmente, la proporción de hembras ovígeras fue la esperada en poblaciones no sometidas a extracción comercial o a tasas de extracción muy bajas (c.f. Hoggarth 1993; Lovrich y Vinuesa 1996)

CENTOLLA

Durante 1998 la centolla fue nuevamente un subproducto de la pesca del centollón y rara vez la pesca se orientó hacia esta especie. La abundancia relativa promedio de esta especie calculada sobre la base de revisar la captura de 139 trampas fue de 1,7 (\pm SD: 1,8) machos y hembras, 0,9 (\pm 1,3) machos, y 0,3 (\pm 0,8) machos legales (>110 mm LC) por trampa, respectivamente. Los machos se capturaron en mayor proporción que las hembras ($G_{(w)}=9.2$; $P=0,002$). En la figura 10 se presenta la distribución de tallas, la proporción de animales legales y la talla promedio de los animales capturados. La captura de machos y de hembras estuvieron constituidos principalmente por 3 y 4 clases de talla, respectivamente. El 36% de los machos fueron mayores a la talla legal. La mayoría de los animales capturados fueron <110 mm LC. Del total de hembras >75 mm LC capturadas, sólo el 24% portaba embriones en sus cámaras incubatrices.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado con la cooperación de la Pesquera del Beagle S.A. y gracias a los tripulantes de sus embarcaciones. El desarrollo de este trabajo fue financiado por subsidios otorgados por el CONICET (PIP N°4307) y por la International Foundation for Science (Estocolmo, Suecia, subsidio A-2507/1). Agradecemos a A. Chizzini, A. Ferlito y V. García por el apoyo en algunas tareas de campo. G.A. Lovrich es miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET y F. Tapella y M.C. Romero son becarios del CONICET.



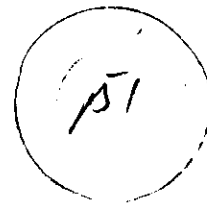
BIBLIOGRAFIA CITADA EN EL TEXTO

- HOGGARTH, D.D. 1993. The life history of the lithodid crab, *Paralomis granulosa*, in the Falkland Islands. ICES J. mar. Sci., 50: 405–424.
- LOVRICH, G.A. 1997. Estado de la pesquería mixta de centolla *Lithodes santolla* y centollón *Paralomis granulosa* en el Canal Beagle, Argentina. Informe 1995–1996. Contribución Científica del CADIC N° 25: 34 pp.
- LOVRICH, G.A., M.C. ROMERO, y E. OROZCO. 1998. Estado de la pesquería mixta de centollón *Paralomis granulosa* y de la centolla *Lithodes santolla* en el Canal Beagle, Argentina. Informe 1997 Contribución Científica N° 31 del CADIC. 25 pp.
- LOVRICH, G.A. and J.H. VINUESA. 1993. Reproductive biology of the false southern king crab (*Paralomis granulosa*, Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina. Fish. Bull., U.S. 91: 664–675.
- LOVRICH, G.A. y J.H. VINUESA. 1996. Reproductive strategies of the two lithodids in Tierra del Fuego. A complementary management tool in a changing fishery. Proceedings of the International Symposium on biology, management, and economics of crabs from high latitude habitats. Alaska Sea Grant College Program. AK-SG 96-02: 333–340.
- VINUESA, J.H., P. BALZI y G.A. LOVRICH. 1998. La centolla *Lithodes santolla* del Golfo San Jorge. Contribución Científica N° 32 del CADIC. 32 pp.

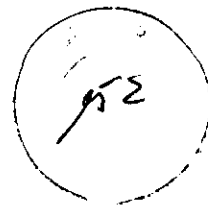
10
150

Tabla 1: Ubicación de los sitios donde se realizó el muestreo durante 1998. Se omite expresamente la posición de los caladeros para preservar su confidencialidad. Se cita un código de referencia que puede ser consultado al autor. El número de trampas (N) se refiere a la cantidad de trampas necesarias para llenar un contenedor de 0,126 m³, examinadas durante el muestreo.

Fecha	Posición	Profundidad (m)	N trampas	
			total/fecha	
26.03.98	195	28-34	1	
	196	27	2	
	197	14	3	
	198	15	2	
	199	23	1	
	200	33	2	
	201	25	8	
	202	15	1	20
27.03.98	203	31	1	
	204	24-33	10	
	205	22	2	
	205	20-24	1	
	206	14	1	
	207	19	1	
	208	15	2	18
03.06.98	MOAT209	31	1	
	MOAT210	32	1	
	MOAT210	32	1	
	MOAT211	31	1	
	MOAT212	33	1	
	MOAT213	31	1	
	MOAT214	26	1	
	MOAT215	32	1	
	MOAT216	27	1	9



04.06.98	218	24	2	
	219	23	2	
	220	27	10*	
	221	24	3	
	222	25	2	
	223	13	5	
	224	20	2	
	225	25	1	27
22.08.98	MOAT226	27	1	
	MOAT227	30	6	
	MOAT228	39	1	
	MOAT228	38	1	
	MOAT229	35	1	
	MOAT230	39	8	
	MOAT231	37	1*	
	MOAT232	38	2	
	MOAT233	20	10*	
MOAT234	74	10*	41	
13.10.98	236	28	5	
	237	27	3	
	238	25	1	
	239	26	3	
	240	26	3	
	241	19	5	
	242	30	8	
	180A	37	3	
	181A	19	3	34
14.10.98	243	33	3	
	244	33	1	
	245	38	2	
	245	38	10*	



246	37	1	
246	37	10*	
247	39	4	
248	44	2	
249	45	5	
182A	33	5	
183A	33	5	
184A	31	2	50

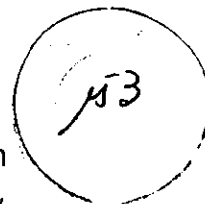


Tabla 2: Centollón *Paralomis granulosa*. Proporción sexual de la fracción de la población capturada por las trampas durante 1998 Referencias: G_w es el estadístico G con corrección de Williams que docima la hipótesis de igualdad en la proporción sexual. En todos los casos la probabilidad de la prueba es «0,001.

	MACHOS	HEMBRAS	G_w
ENERO	5,2	1	987
ABRIL	5,1	1	387
JULIO	2,8	1	286
SEPTIEMBRE	2,6	1	181
OCTUBRE	1,8	1	216
ANUAL	2,3	1	1805



LEYENDAS A LAS FIGURAS

- Figura 1: Localización geográfica del Canal Beagle.
- Figura 2: Centollón *Paralomis granulosa*. **Abundancia relativa promedio** expresada como captura por unidad de esfuerzo (cantidad de animales por trampa), calculada a partir de los datos obtenidos en sucesivos embarques durante 1998. Las barras indican las CPUE máximas y mínimas y los números sobre las barras indican la cantidad de trampas analizadas para realizar el cálculo de CPUE. En la figura inferior, el tamaño de los individuos macho de centollón >82 mm LC fue convertido a peso fresco y calculado su promedio —indicado con un triángulo— según la ecuación $\log \text{Peso} = -3,3 + 3,05 \log \text{LC}$ (Lovrich 1997). Junto al mes de muestreo se consigna con "H" los resultados del área Puerto Almanza - Islas Bécasses y con "M" los de Punta Moat.
- Figura 3: Centollón *Paralomis granulosa*. **Abundancia relativa anual promedio** en dos áreas del Canal Beagle, con diferentes antecedentes de extracción pesquera. Punta Remolino - Islotes Bécasses ha sido explotada durante 1984-1991 a razón de 100 t de centollón al año y desde 1995 a razón 300 t al año de extracción de 300 t al año, mientras que en Punta Moat se pescó sólo ocasionalmente. La abundancia relativa ha sido expresada como el total de animales, sólo los machos, machos legales y peso fresco.
- Figura 4: Centollón *Paralomis granulosa*. **Distribución de tallas de los animales machos desembarcados en 1998**, dispuestos en intervalos de talla de 2 mm LC. La línea vertical indica el límite de la talla legal de 82 mm LC. N es el tamaño de la muestra, M es la moda de la distribución y LC>82 mm LC es el porcentaje de animales legales.
- Figura 5: Centollón *Paralomis granulosa*. **Distribución de tallas de los animales machos desembarcados en 4 muestreos realizados durante 1998**, dispuestos en intervalos de talla de 2 mm LC. La línea vertical indica el límite de la talla legal de 82 mm LC. N es el tamaño de la muestra, M es la moda de la distribución y LC>82 mm LC es el porcentaje de animales legales.
- Figura 6: Centollón *Paralomis granulosa*. **Distribución de tallas de la fracciones de machos y de hembras de la población** muestreada a bordo de las embarcaciones de pesca, en intervalos de talla de 2 mm de LC, en 1998. Referencias: N es el tamaño de la muestra; M es la moda de la distribución; LC>82 mm LC es el porcentaje de machos legales; >60 mm LC OV es el porcentaje de hembras ≥60 mm LC ovígeras.
- Figura 7: Centollón *Paralomis granulosa*. **Distribución de tallas de la fracción de machos de la población** muestreada a bordo de las embarcaciones de pesca, en intervalos de talla de 2 mm de LC, por mes de muestreo, en 1998.

Referencias: N es el tamaño de la muestra; M es la moda de la distribución; LC>82 mm LC es el porcentaje de machos legales.

- Figura 8: Centollón *Paralomis granulosa*. **Distribución de tallas de la fracción de hembras de la población** muestreada a bordo de las embarcaciones de pesca, en intervalos de talla de 2 mm de LC, por mes de muestreo, en 1998. Referencias: N es el tamaño de la muestra; M es la moda de la distribución; >60 mm LC OV es el porcentaje de hembras ≥ 60 mm LC ovígeras.
- Figura 9: Centollón *Paralomis granulosa* **Fecundidad por talla**. Frecuencia de ocurrencia de hembras con sedas virginales (barras punteadas) o con puestas de tamaño significativamente menor (barras rayadas), en clases de talla de 5 mm LC en 1998. En la abcisa se indica el valor del límite inferior del intervalo de talla, i.e., 60 mm LC corresponde a animales de 60–64,9 mm LC, y así sucesivamente. Los números sobre las barras representa el tamaño de la muestra en cada clase de talla. Referencias: N es el tamaño de la muestra; M es la moda de la distribución; >60 mm LC OV es el porcentaje de hembras ≥ 60 mm LC ovígeras.
- Figura 10: Centolla *Lithodes santolla*. **Distribución de tallas** de la fracción de machos (arriba) y de hembras (abajo) de la **población** muestreada a partir de las capturas comerciales de 1998 de las embarcaciones de pesca en el área comprendida entre **Punta Remolino y Punta Moat**, en intervalos de talla de 5 mm de LC. La línea vertical indica la talla legal de 110 mm LC. En la figura inferior, las barras representan la proporción de hembras ovígeras en cada uno de los intervalos de talla de 10 mm LC. Los números sobre las barras representan el tamaño de la muestra en cada clase de talla. En la abcisa se indica el valor del límite inferior del intervalo de talla, i.e., 75 mm LC corresponde a animales de 75–84,9 mm LC, y así sucesivamente. Referencias: N es el tamaño de la muestra; LC>110 mm LC es el porcentaje de machos legales; M es la moda de la distribución; >75 mm LC OV es el porcentaje de hembras ≥ 75 mm LC ovígeras.

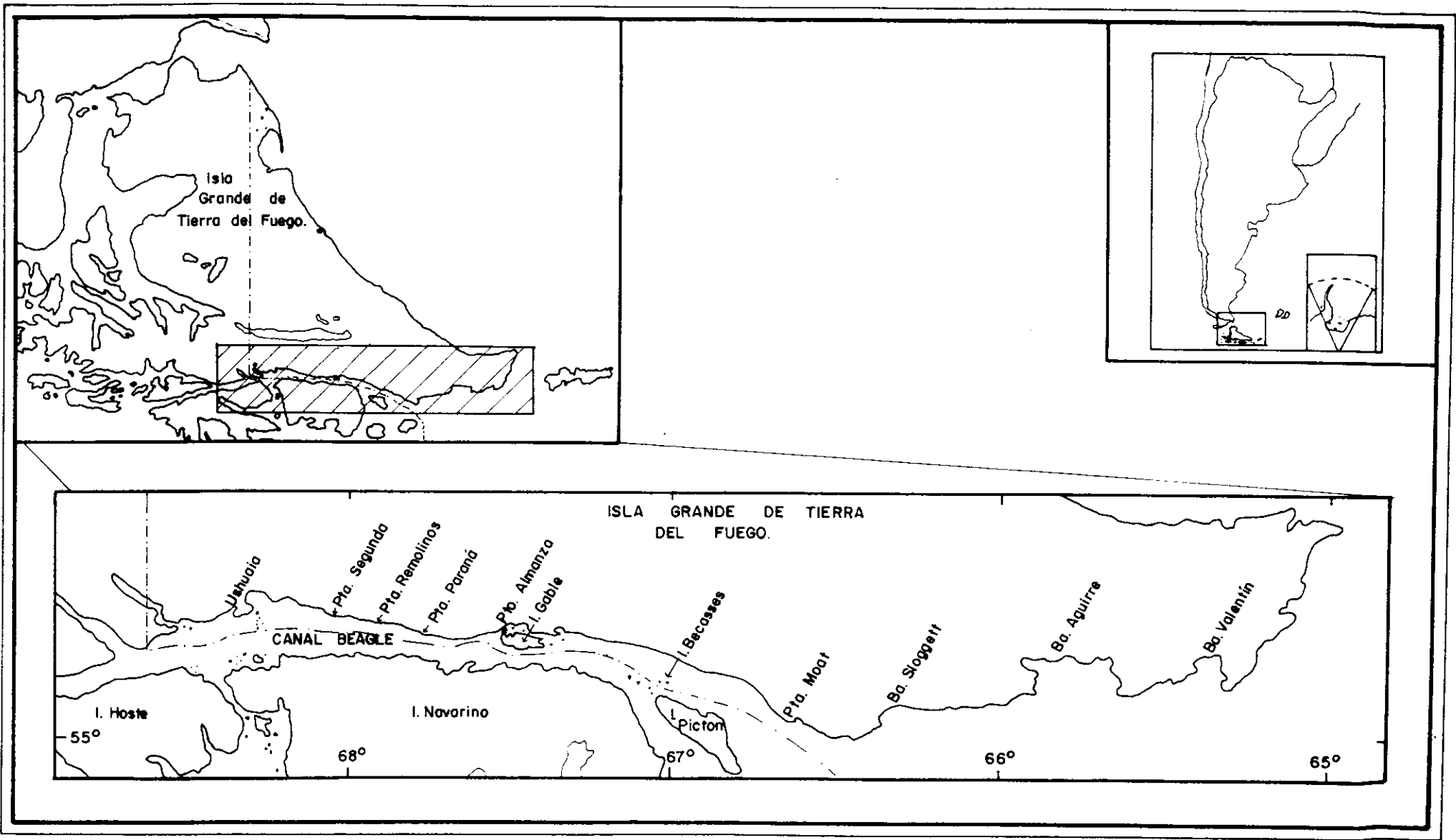


FIGURA 2: Centollón *Paralomis granulosa*. Abundancia relativa promedio

157

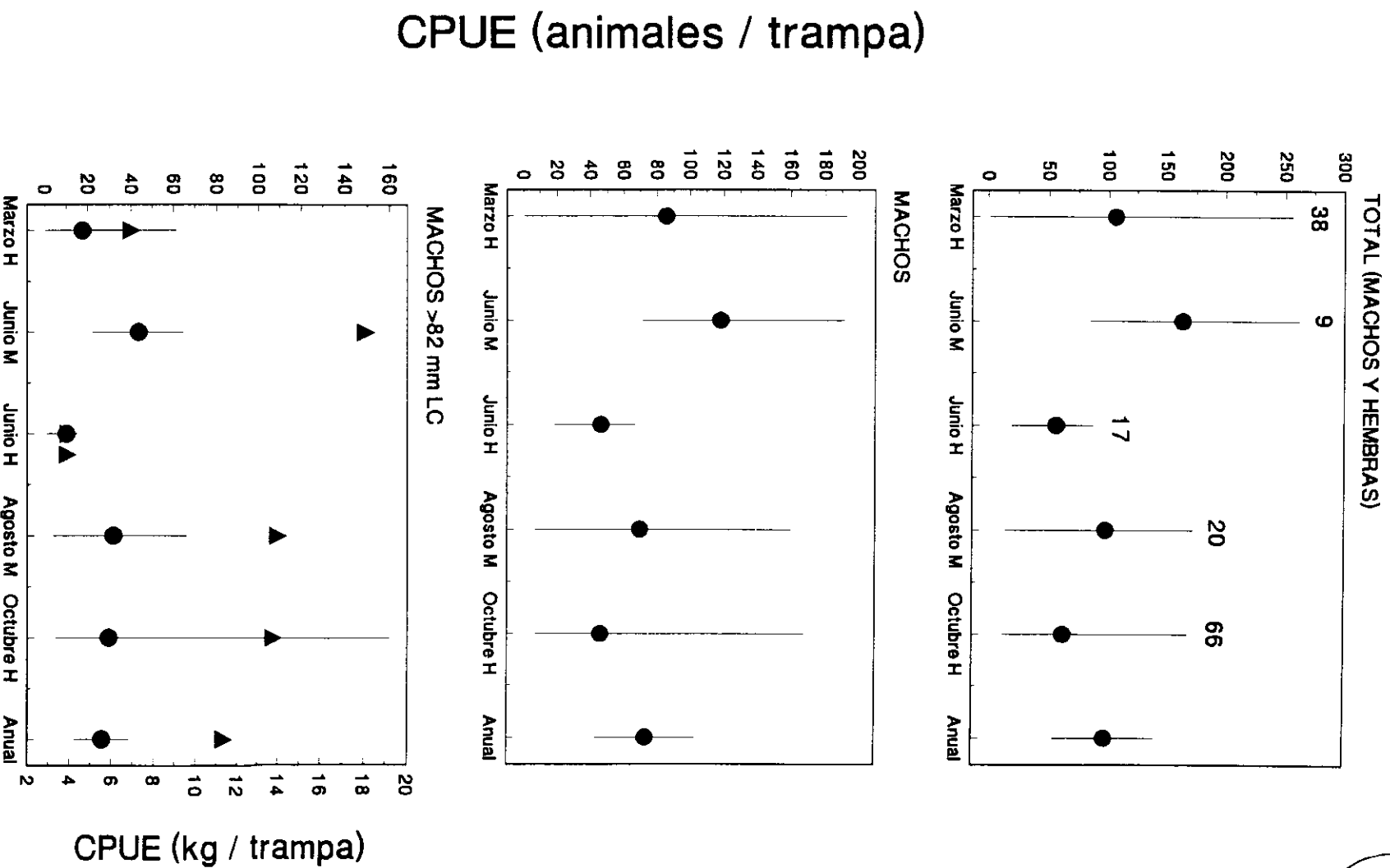


FIGURA 3:

Centollón *Paralomis granulosa*. Abundancia relativa anual promedio en las áreas Remolinos-Bécasses y P. Moat.

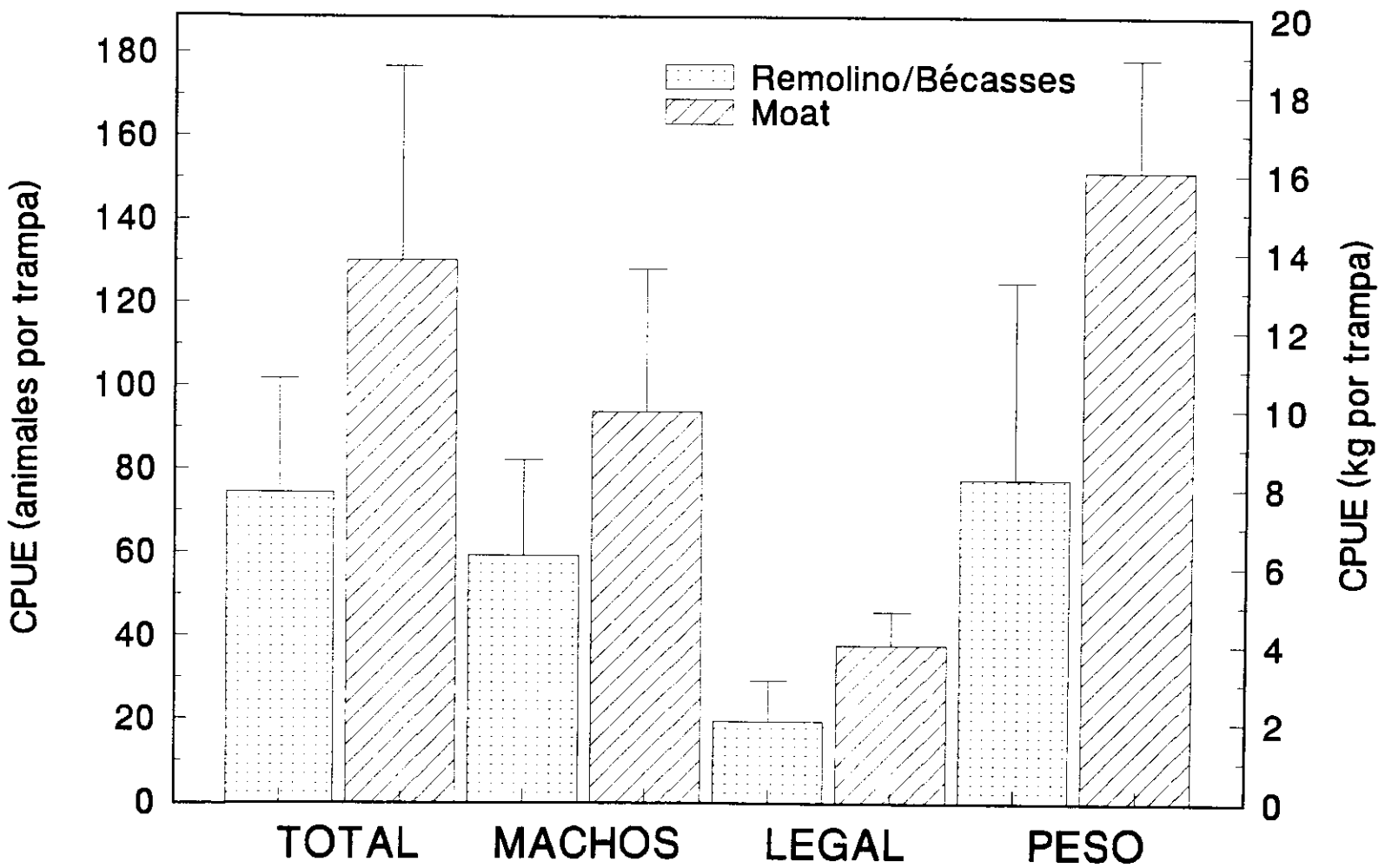


FIGURA 4:

Centollón *Paralomis granulosa*. Distribución de tallas de los animales desembarcados en 1998.

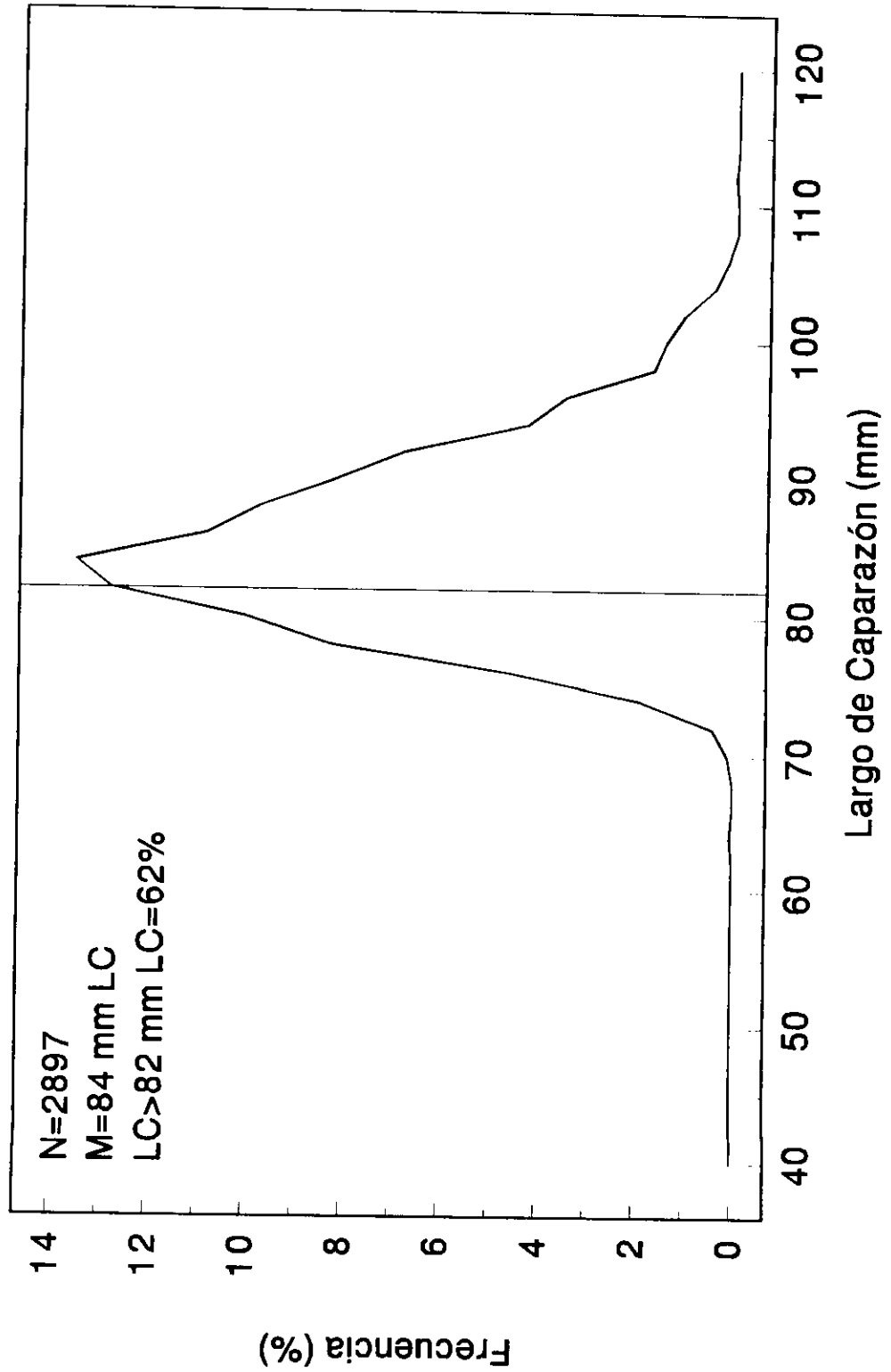
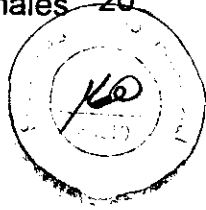
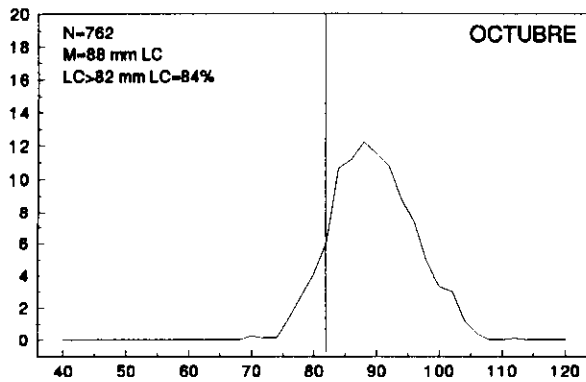
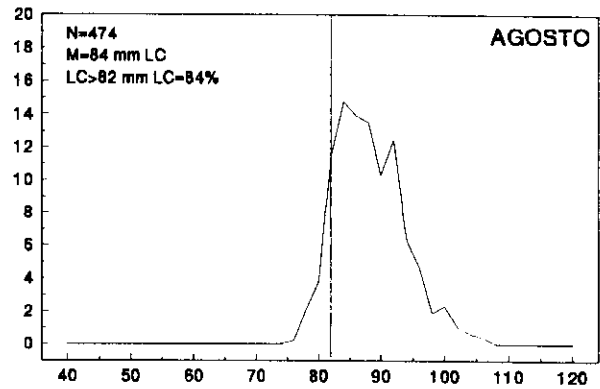
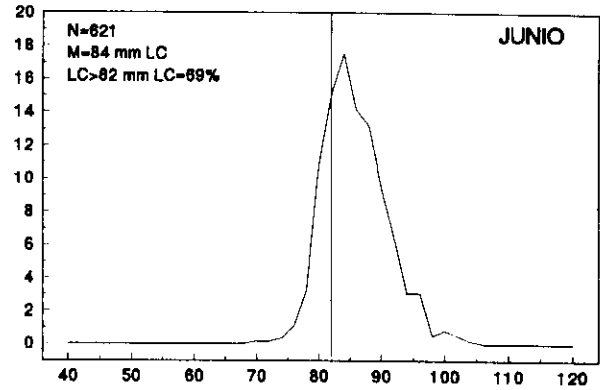
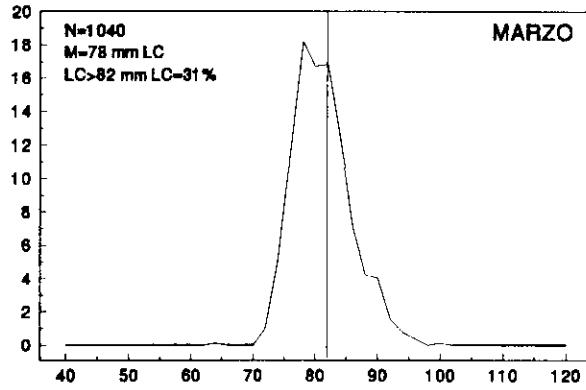


FIGURA 5: Centollón *Paralomis granulosa*. Distribución de tallas de los animales desembarcados en 4 muestreos realizados durante 1998. 20



Remolino-Bécasses

Moat



Frecuencia (%)

Largo de caparazón (mm)

FIGURA 6:

Centollón *Paralomis granulosa*. Distribución de tallas de las fracciones de machos y de hembras de la población .

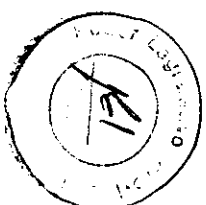
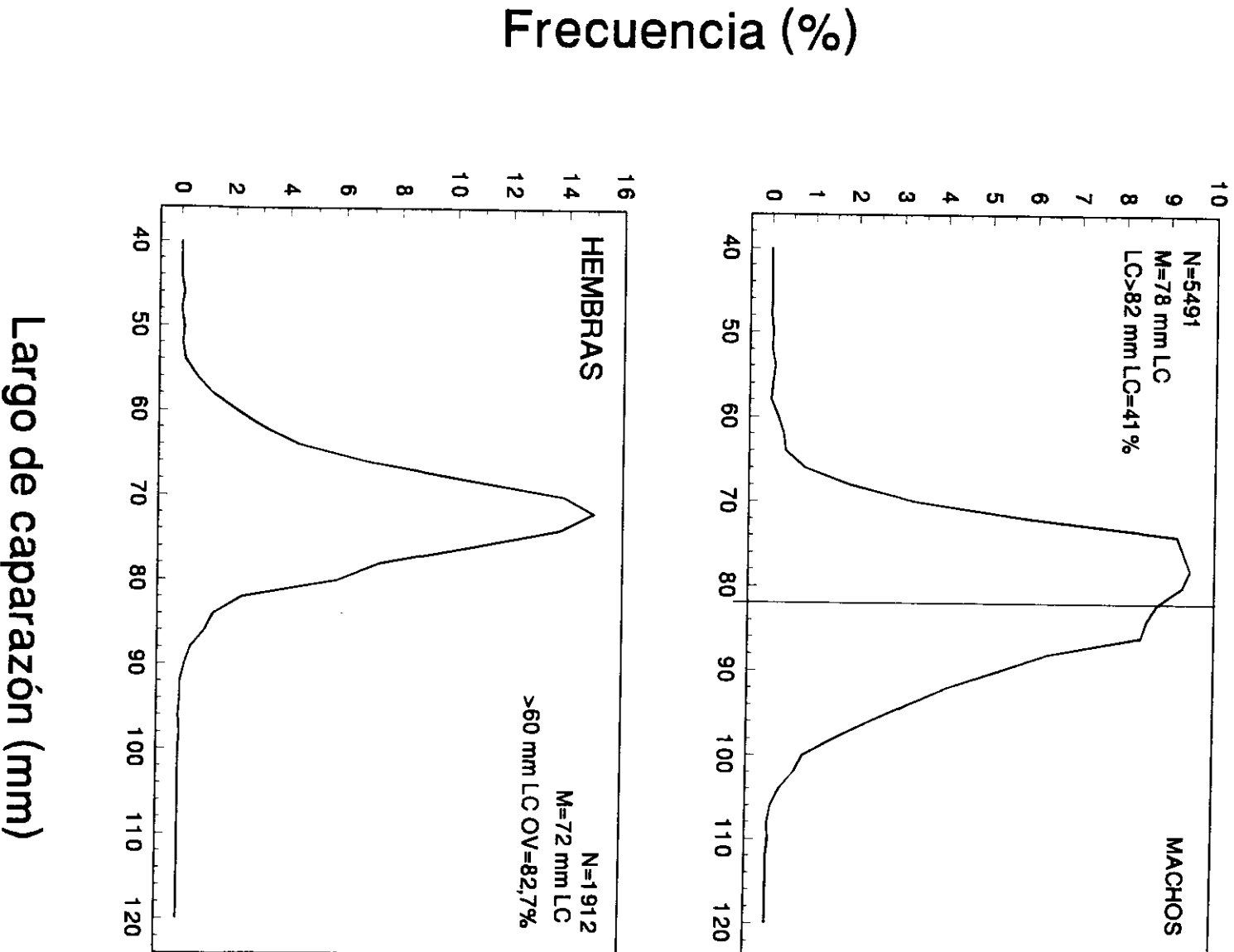


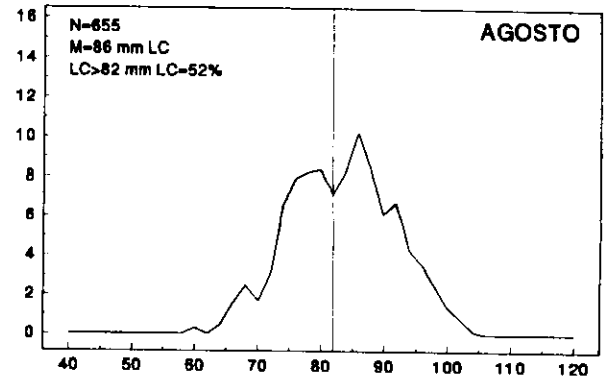
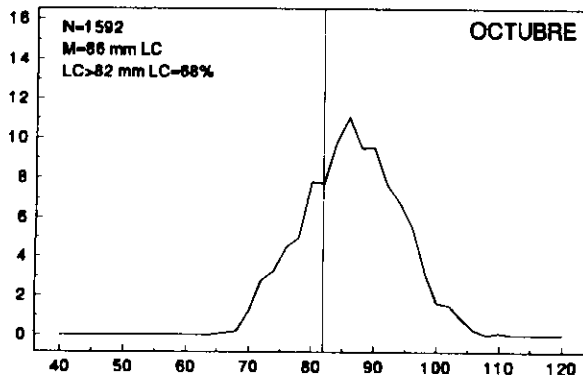
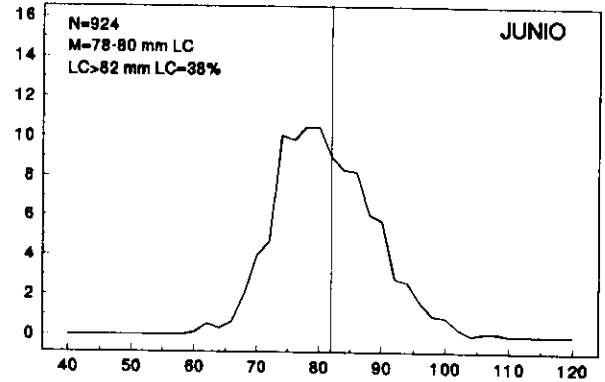
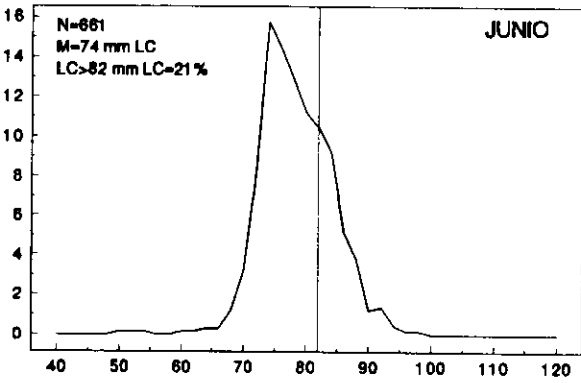
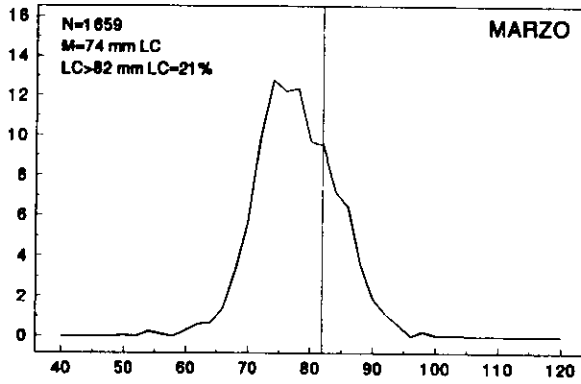
FIGURA 7: Centollón *Paralomis granulosa*. Distribución de tallas de la fracción de machos de la población.



Remolino-Bécasses

Moat

Frecuencia (%)



Largo de caparazón (mm)

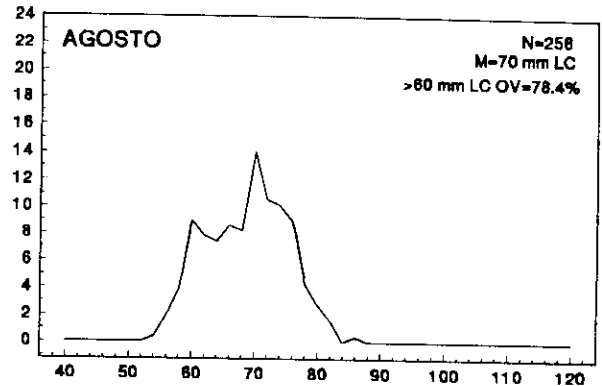
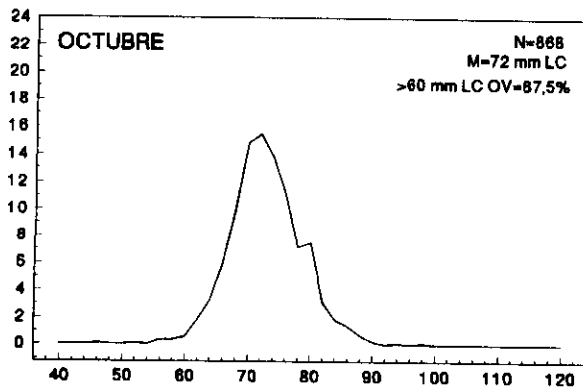
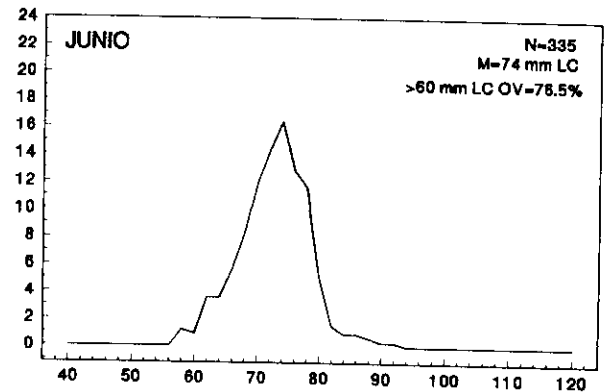
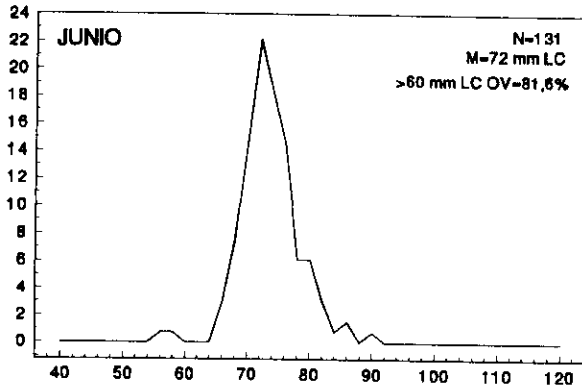
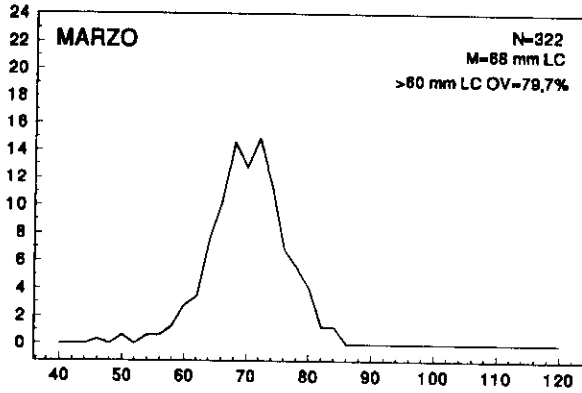
FIGURA 8: Centollón *Paralomis granulosa*. Distribución de tallas de la fracción de 23 hembras de la población.

163

Remolino-Bécasses

Moat

Frecuencia (%)



Largo de caparazón (mm)

FIGURA 9: Centollón *Paralomis granulosa* Proporción de hembras ovígeras por 24 talla.
talla.

164

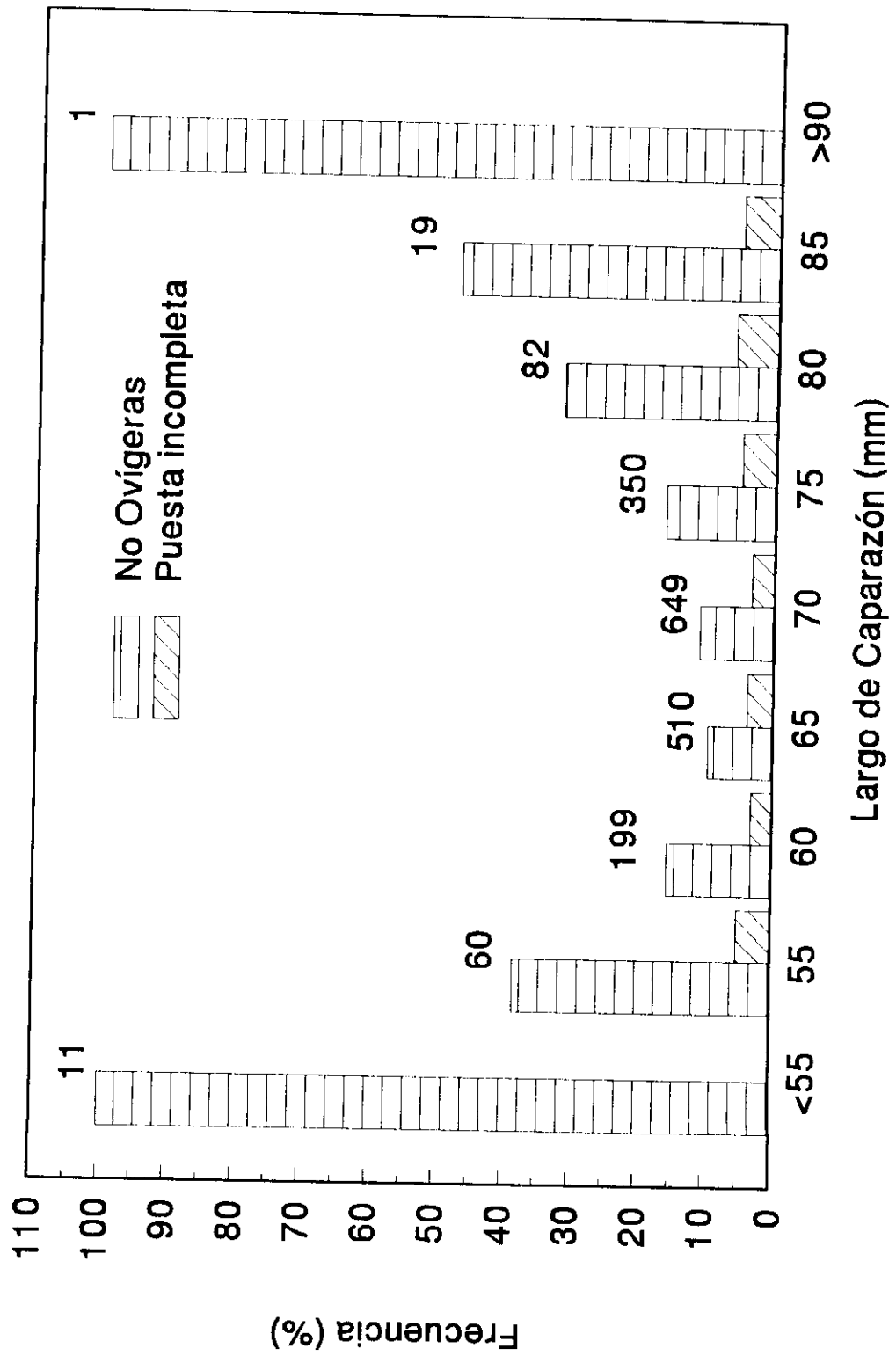
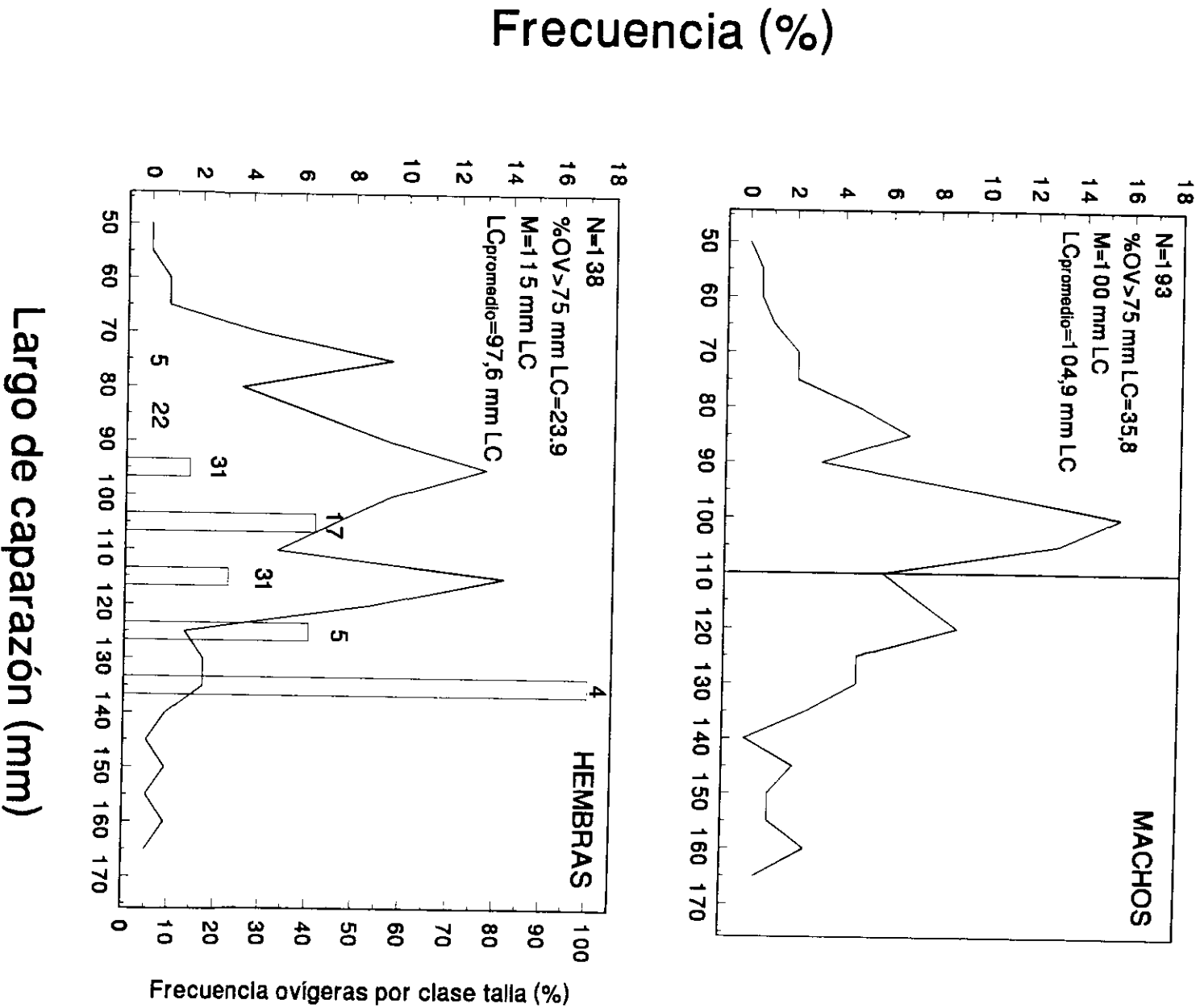


FIGURA 10: Centolla *Lithodes santolla*. Distribución de tallas y fecundidad entre P. Remolino e I. Bécasses.

25
165



CONTRIBUCIONES CIENTÍFICAS DEL
CENTRO AUSTRAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

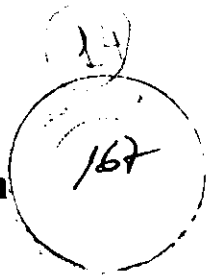
166

- Nº 1 Orquera, L. A. y E. L. Piana. 1986. Normas para la descripción de objetos arqueológicos de piedra tallada. 108 pp.
- Nº 4 Rabassa, J., A. Coronato, y C. Pascuarelli. 1987. Cuaternario de América del Sur: volumen de resúmenes y guía de excursiones. Reunión final IGCP-201. 278 pp.
- Nº 7 Iturraspe, R. J., C. Schröder y J. Escobar. 1989. Hidrología y variables climáticas del Territorio de Tierra del Fuego. Información Básica.
- Nº10 Balestrini, C., J.H. Vinuesa, G. A. Lovrich, C. Mattenet, P. Medina y C. Cantú. 1990. Estudio de las corrientes marinas de los alrededores de la Península Ushuaia. 32 pp.
- Nº11 Vinuesa, J.H. 1990. Los recursos marinos renovables de la Tierra del Fuego. 1. Moluscos y Crustáceos. 28 pp.
- Nº12 Pinedo, L.B., O. Bianciotto y J. Ontivero. 1991. Jardines de introducción de especies forrajeras en Tierra del Fuego. 14 pp.
- Nº14 Lovrich, G.A. y J.H. Vinuesa. 1992. Información biológica básica y recomendaciones para el manejo de la pesquería del centollón en el Canal Beagle, Tierra del Fuego. 18 pp.
- Nº15 Vinuesa, J.H. y G.A. Lovrich. 1992. Biología y pesca de la centolla en el Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. Recomendaciones para su manejo. 26 pp.
- Nº16 Vinuesa, J.H. 1993. Marea roja en el Canal Beagle. 32 pp.
- Nº17 Orce, L., G. Rae y E. Helbling. 1995. Latitudinal UVR-PAR monitoring network in Argentina: Data from October 1994 to September 1995. 28 pp.
- Nº18 Lizarralde, M.S., J. Escobar y G. Deferrari. 1996. El trampeo de animales mamíferos: un ensayo para el trampeo de castor y rata almizclera con trampas Conibear 330-2 y 110-2. 12 pp.
- Nº19 Lovrich, G.A. 1995. Prospección pesquera de centolla y centollón en Puerto Español y Bahía Aguirre, Tierra del Fuego. 1995. 11 pp.
- Nº20 Lizarralde, M.S., J. Escobar y C.C. Selva. 1996. Los roedores silvestres de Tierra del Fuego: Sobre los ratones silvestres de Tierra del Fuego y sus ciclos de abundancia. 7 pp.
- Nº21 Deferrari, G., M.S. Lizarralde, y J. Escobar. 1996. Los roedores silvestres de Tierra del Fuego: situación actual de rata almizclera introducida en Tierra del Fuego y su estudio cromosómico. 17 pp.
- Nº22 Escobar, J., M.S. Lizarralde y G. Deferrari. 1996. Los roedores silvestres de Tierra del Fuego: controlando los problemas de los castores. 5 pp.
- Nº23 Lopez, H.L., N.A. San Román y M. L. García. 1996. Lista comentada de la ictiofauna del Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. 84 pp.
- Nº24 Lizarralde, M.S., G. Deferrari y J. Escobar. 1996. Los roedores silvestres de Tierra del Fuego: Estado de la población de *Castor canadensis* introducida en Tierra del Fuego y su estudio cromosómico. 16 pp.
- Nº25 Lovrich, G.A. 1997. Estado de la pesquería mixta de centolla *Lithodes santolla* y centollón *Paralomis granulosa* en el Canal Beagle, Argentina. Informe 1995-1996. 34 pp.
- Nº26 Korembli, G. y J.A. Forte L. 1997. Análisis agrohidrológico de la estepa fueguina. 21 pp.
- Nº27 Lizarralde, M.S. y J. Escobar. 1997. La fauna silvestre de Tierra del Fuego: avances sobre la ecología de los mamíferos silvestres introducidos en la Provincia de Tierra del Fuego. 16 pp.
- Nº 28 Bianciotto, O. y G. Korembli. 1997. Una aproximación a la planificación del medio natural. 17 pp.
- Nº 29 Calvo, J., E. Morriconi y D. Fernández. 1998. Mortandad de peces en las costas del Canal Beagle. 6 pp.
- Nº30 Lovrich, G.A., J.H. Vinuesa, F. Tapella y A. Chizzini. 1998. La centolla *Lithodes confundens* en el intermareal sudatántico de Santa Cruz, Argentina. Informe 1997. 16 pp.
- Nº31 Lovrich, G.A., M.C. Romero, y E. Orozco. 1998. Estado de la pesquería mixta de centollón *Paralomis granulosa* y de la centolla *Lithodes santolla* en el Canal Beagle, Argentina. Informe 1997. 25 pp.
- Nº32 Vinuesa, J.H., P. Balzi y G.A. Lovrich. 1998. La centolla *Lithodes santolla* del Golfo San Jorge. 32 pp.

Submitted to Fishery Bulletin U.S.
MS # 2126

Aceptado para publicar

The barnacle *Notobalanus flosculus* as an indicator of the intermolt period of the lithodid crab *Paralomis granulosa* in the Beagle Channel, Argentina.



Gustavo A. Lovrich
Consejo Nacional de Investigaciones Cientificas y Tecnicas
Centro Austral de Investigaciones Cientificas
CADIC - CC 92
V9410BFD Ushuaia, Tierra del Fuego
Argentina
email: lovrich@tierradelfuego.org.ar

Javier A. Calcagno
Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Depto. Ciencias Biológicas - Lab 64, 4° Piso, Pab. II
Ciudad Universitaria
C1428BFA Buenos Aires
Argentina
email: javier@bg.fcen.uba.ar

and

Barry D. Smith
Environment Canada, Canadian Wildlife Service
Pacific Wildlife Research Centre
5421 Robertson Road
Delta, BC, V4K 3N2
Canada
email: barry.smith@ec.gc.ca

Key words: king crab – growth – barnacles – epibiosis – intermolt period – Southwestern Atlantic.

168

ABSTRACT

In the Beagle Channel (ca. 55°S 67°W) the exoskeleton of the stone crab *Paralomis granulosa* (Decapoda: Lithodidae) is one of the substrates on which the barnacle *Notobalanus flosculus* settles. As was attempted for other crab species, this feature could be useful for estimating the intermolt period of pre-recruits and recruits to the legal stock. In September 1996, we deployed 240 artificial collectors which were checked monthly for the presence of newly settled *N. flosculus*. Between December 1996 and December 1998, 10-15 male *P. granulosa* with *N. flosculus* as an epibiont were sampled from the fishery catches. In almost every month from 1995 to 1998, we evaluated the carapace age of 30,051 crabs, as judged from the degree and type of epibionts. We also measured the water content of crabs with or without epibiont barnacles. *Paralomis granulosa* molted in December, yet the frequency of molted crabs >80 mm CL decreased with size. Prevalence of barnacles was significantly higher in crabs >80 mm CL. On the collectors, three cohorts of *N. flosculus* settled in November, and December, 1996, and February 1997. Barnacles that settled in November were always proportionally more abundant than later cohorts. Settlement timing of *N. flosculus* onto *P. granulosa* was consistent with that observed for the collectors and was detected each December and January. *Notobalanus flosculus* grew well as an epibiont on *P. granulosa*. The water content of the cheliped of crabs with epibiont barnacles was constant throughout the molting period. This observation, the time of barnacle settlement, and the period of molting of male *P. granulosa* in December provide evidence that *P. granulosa* having *N. flosculus* as an epibiont had skipped their molt. We speculate that this skip molting could be density-dependent. Our conclusion may serve to help us calculate the proportion of skip molters in the population, and consequently the reason for their being no increase in the fishable stock after each molting season.

INTRODUCTION

Paralomis granulosa (Jacquinot, 1847) the false southern king crab or stone crab, is a commercially exploited lithodid in southern South America. This species is particularly abundant in coastal waters of the Beagle Channel and the Strait of Magellan at <40 m depth (Macpherson, 1988). In the last three decades, and for the Argentinean Tierra del Fuego, king crabbing has been the main fishery in coastal waters. In the last five years, both the Chilean and Argentine fisheries have yielded about 3,000 t \cdot yr $^{-1}$ (Vinuesa et al., 1996). This fishery is regulated by a fishing season limited to January until October and by the exclusive harvest of males >82 mm of carapace length (CL). Therefore, the growth per molt and the intermolt period of sublegal-sized and legal-sized crabs are important parameters to be measured in order to forecast stock abundance and manage the fishery.

Growth is slow in the juvenile phase of *P. granulosa* (Lovrich and Vinuesa, 1995). The molt increment is about 13% of the premolt size, irrespective of the size of the crab. Crabs between 10—40 mm CL molt twice a year, crabs between 40—57 mm CL molt once a year, and ovigerous females molt biennially (Lovrich and Vinuesa, 1993; 1995). Growth of adult males >60 mm CL is still under investigation and will be reported elsewhere (Lovrich in prep.). There is anecdotal evidence that males >80 mm CL may molt biennially (Hoggarth, 1993, Lovrich, 1997).

Crab carapaces may act as semipermanent hard substrata for epibionts (organisms attached to the crab exoskeleton) that can provide useful information about molting of the host. Hard “live” substrates, such as exoskeletons or shells of snails and limpets, offer the first stages of a succession, with the diversity and number of epibionts increasing with the time after settlement (Dick et al., 1998). In all crustaceans, and especially in commercial crabs, one of the main problems is the measurement of growth rate, as defined by the increment per molt and the intermolt period (Botsford, 1985). One approach to solving this problem has been to measure the growth rate of epibiont barnacles to calculate or infer the intermolt duration of decapods (Barnes and Bagenal, 1951; Williams and Moyse, 1988; Abelló et al., 1990; Abelló and Macpherson, 1992; Jeffries et al., 1992; Gili et al., 1993), or to calculate the life span after the terminal molt in majid crabs (Paul and Paul, 1986).



In the Beagle Channel, barnacles *Notobalanus flosculus* Darwin, 1854 are frequent epibionts on the carapaces of *P. granulosa* and *Lithodes santolla* (Molina, 1782), and were occasionally found on the brachyurans *Eurypodius latreillei* Guérin, 1828 and *Peltarion spinosulum* (White, 1843) (Calcagno and Lovrich, 2000). Particularly in mature female *P. granulosa*, barnacles are one of the indicators of their 2-yr intermolt period, first occurring during the second year of embryogenesis, i.e., onto females that carry eyed-eggs (Lovrich and Vinuesa, 1993). Moreover, *N. flosculus* differentially occurs as an epibiont of male *P. granulosa*. That is, on crabs >80 mm CL the prevalence of *N. flosculus* was between 15-25%, whereas among smaller crabs the prevalence drops to 5% (Lovrich, 1997). A second barnacle species, *Austromegabalanus psittacus* (Molina, 1782), also occurs as epibiont of *P. granulosa*, although much less frequently (Lovrich and Calcagno, pers. obs.).

In this article our objective is to demonstrate that male *P. granulosa* >80 mm CL fouled by *N. flosculus* may have skipped their annual molt, whereas those with clean-shells most-likely molted annually. We report the molting frequency of male *P. granulosa*, and the timing of barnacle settlement on *P. granulosa* and on artificial collectors. We provide evidence that the presence of *N. flosculus* as an epibiont of *P. granulosa* can be a useful and easily applied tool to estimate the proportion of skip molters in the population. This estimation can then be used to forecast the change in abundance of the fishable stock available for the beginning of each fishing season.

MATERIAL AND METHODS

Specimens of *P. granulosa* were sampled from the Beagle Channel (54° 54' S ; 67° 15' W) onboard fishing boats between June 1995 and October 1998. During the fishing seasons, i.e., January-October, and during a survey for stock assessment in December 1996, captures were made with commercial conical traps deployed at 10-50 m depth. Additional samples were taken in December 1995 and 1997, and November 1996 and 1997, in which crabs were caught with six tangle nets of 40 mm mesh and 25 m length, deployed on the bottom between 2 and 30 m depth. During each survey, the carapace length of each sampled crab was measured with a dial caliper (± 0.1 mm) according to

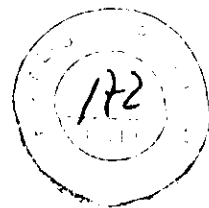


Lovrich and Vinuesa (1993). Each crab was sorted into one of the following categories of carapace age (re-adapted from Lovrich and Vinuesa, 1993): (1) postmolt (POM): shell soft, bright red and non-calcified, without epibionts; (2) early intermolt (EIM): shell hard but brittle, bright red, without epibionts; (3) advanced intermolt (AIM): shell hard, red to brown, variably covered by epibionts, mainly serpulids; (4) intermolt with barnacles (CIM): shell hard, with at least five barnacles on the carapace, usually co-occurring with other epibionts such as bryozoans, coralline algae, or bivalves. Among crabs in this stage, we further distinguished those with barnacles recently settled, as judged by the barnacles' small sizes; (5) premolt (MOL): new shell partially visible under the old one.

Among crabs that presented with epizoic barnacles, 10 to 15 crabs per month were randomly sampled from the commercial catch of one fishing day. Most of these were 80-95 mm CL, since that was the size class with the most fouling prevalence (Lovrich, 1997). In the laboratory, the carapaces were removed and frozen at -15°C . Later, epizoic barnacles were enumerated, removed with a scalpel, fixed in 70% ethanol and measured.

We evaluated the water content of crabs throughout a molt cycle of *P. granulosa*, and in relation to the presence of barnacles, on the basis of the water content of the right cheliped. For this purpose we randomly collected two monthly samples of 10 to 15 crabs each, with or without epizoic barnacles, between June 1996 and October 1997. In the laboratory, crab carapace length was measured, the right cheliped (propodite and dactilopodite) was dissected, then placed in pre-weighed aluminum-envelopes and dried to constant weight at 60°C .

The time of settlement of *N. flosculus* was estimated using clay tiles as artificial collectors. These clay tiles of 8 x 16 x 0.5 cm had both a smooth face and a rugged face. Both sides plus the edge gave a total surface for settlement of 280 cm². The rugged face consisted in an arrangement of 129 squares of 0.5 cm per side and 0.1 cm depth, that were delimited by strips of 0.25 cm width. One end of each collector was anchored to a rope secured on the sea bottom at intervals of 1.1 m. At the other end of the collector, a buoy of 5 cm diameter was fastened, so that plates were suspended in a vertical position. Collectors were numbered and arranged in lines of 30. Lines were



deployed at eight different sites in the Beagle Channel on 23 September 1996. Since no information about the differential distribution of *N. flosculus* in the Beagle Channel was available, the sites for deploying collector lines were chosen with consideration for the dominant current from the southwest (Balestrini et al., 1998) and where *P. granulosa* frequently occurs, particularly at the time of barnacle settlement (Lovrich, pers. obs.). Thus, two lines of collectors were deployed at the harbor of Ushuaia, where currents are low (maximum $2.6 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$) whereas the other six lines were deployed around the Bridges Islands where currents are comparatively stronger (16 to $32.5 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$). Depths of deployment were between 6 and 22 m. Collectors were checked for the presence of newly settled barnacles every two weeks in October and November and every month thereafter. Checked lines were carefully raised to the water surface, inspected visually, and the collectors were then sorted into two categories according to the presence or absence of *N. flosculus*. Every month, 1-3 collectors with barnacles were randomly removed (and replaced by new ones), frozen at -15°C and later fixed in 70% ethanol. At the time that settlement was detected (defined as formerly clean collectors colonized by barnacles) we added new collectors to all the lines; 30 in November 1996 and 15 in January 1997. An additional line of 30 collectors was deployed in June 1997 near the Bridges Islands.

Barnacles were removed from the recovered collectors in the laboratory where they were enumerated and measured. The size of barnacles was estimated from the rostrocarinal length of the shell orifice (hereafter referred to as orifice diameter DO, Calcagno et al., 1997). Barnacles were measured under a binocular microscope using a gridded eyepiece with a precision of $\pm 0.04 \text{ mm}$.

The density of epizoic barnacles on *P. granulosa* was calculated only for those that settled on the carapace, although they occurred everywhere on the exoskeleton. Carapace area was calculated using a linear regression between the digitized perimeter shape of the carapace and the standard measure of CL; i.e.: Carapace surface area = $147.4 \text{ CL} - 5891.6$ ($R^2=0.94$; $F=354.0$, $p<<0.001$) (Venerus¹). The density of barnacles

¹ Venerus, L. 2000. Crecimiento y producción de *Notobalanus flosculus* (Crustacea, Cirripedia) en el Canal Beagle, Ushuaia, Argentina. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Ciudad Universitaria B1428BFA Buenos Aires.



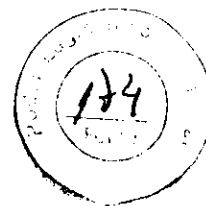
on collectors was calculated using only tiles on which barnacles had settled.

Standard statistical analyses were performed according to Sokal and Rohlf (1995) and Daniels (1978) as indicated in the text. Parametric tests were first checked for normality and homogeneity of variance using Kolmogorov-Smirnov and Bartlett's tests, respectively. We used size frequency analysis to describe the model (i.e., cohort) composition of *N. flosculus* that settled on both *P. granulosa* and the artificial collectors in two separate analyses. The modal composition, proportion of barnacles, mean size-at-age and SD-at-age of each cohort were calculated using the multiple size frequency analysis method initially described by Smith and Jamieson (1989), except that for our application (1) the parameters describing the growth of *N. flosculus* were estimated using only our size frequency data since no growth data for individual barnacles were available, and (2) we used the von Bertalanffy growth rate and growth rate variance structure described by Smith et al. (1998) and Smith and Botsford (1998) with pulsed recruitment. Our analysis was designed to identify the approximate settlement date of consecutive cohorts settling at about monthly intervals, as visual scrutiny of collectors in the field and our data suggested. The maximum-likelihood estimates for von Bertalanffy growth rate and growth rate variance defined the mean sizes-at-age and SDs-at-age for the progression of cohorts observed in our size frequency distribution data.

RESULTS

Notobalanus flosculus were attached as an epibiont all over the exoskeleton of the host *Paralomis granulosa*. They were particularly easily noticed on the carapace because of the contrasting white color of the barnacles on the red or brownish red of the carapaces. Barnacles were also very evident since they occurred on 282 crabs at a high average density (\pm SD) of 52.1 (71.0) individuals•carapace⁻¹ or 0.8 (1.1) individuals•cm⁻² (Fig. 1). The mode of the distribution of number of barnacles per carapace was located at the interval of 20-29 barnacles per carapace, and classes of <40 barnacles per crab accounted for 52% of the crabs with *N. flosculus*.

Within the Beagle Channel, the prevalence of epizoic *N. flosculus* on *P. granulosa* varied geographically in accordance with the intensity of fishing at the site. In 1995—



1998 period the fished area of the Channel at 54° 53'S extended between 67° 10' to 67° 50'W. In 1998, the fishery expanded eastwards and also included the area at 55° 03'S; 66° 40'W, that was then firstly exploited. At each fishing season in the 1995–1997 period for the fished area of the Channel, prevalences of *N. flosculus* on *P. granulosa* were significantly higher for crabs >80 mm CL than for those smaller (Fig. 2A–C; Fisher's exact tests $p \ll 0.001$). Contrarily, in 1998 for the fished area, the prevalence of epizoic *N. flosculus* drastically changed and only for crabs ≤ 64.9 mm CL was the prevalence >10% (Fig. 2D). In this case, the prevalence of barnacles among crabs <80 mm CL was marginally significantly higher than that for crabs ≥ 80 mm CL (Fisher's exact test $p = 0.04$). In 1998 in the non-fished area, the prevalence of barnacles was significantly lower for crabs <80 mm CL than for crabs ≥ 80 mm CL (Fig. 2E, Fisher's exact test $p \ll 0.001$) and followed the same pattern as that for the exploited areas during 1995–1997.

Molting frequency of male *P. granulosa*

Male *P. granulosa* >55 mm CL molted during December. The highest frequencies of crabs with carapaces in postmolt condition (postmolt or early intermolt) occurred during December 1995, 1996 and 1997 (Fig. 3), and in January 1996. On 10 December 1996, only 43 of 1263 male *P. granulosa* caught by traps were found in an obvious pre-molt stage, i.e., with swelled abdomen and new shell visible.

In December 1996, the frequency of the carapace condition of male *P. granulosa* varied according to crab size (Fig. 4). Crabs in premolt, postmolt and early intermolt stages were significantly more frequent among crabs <80 mm CL than among crabs ≥ 80 mm CL (Table 1; Fisher's exact test $p \ll 0.001$). More than 80% of crabs <80 mm CL had recently molted, whereas among crabs ≥ 80 mm CL, the frequency of recent molters decreased with increasing size, from 66 to 0% for the 80–84.9 mm CL and >100 mm CL size classes, respectively. The frequency of crabs with epizoic barnacles increased with crab size from 2% to 83% for the 60–64.9 mm CL and >100 mm CL size classes, respectively.

In December 1996 no crabs that had recently molted (postmolt and early intermolt stages) had epizoic *N. flosculus* (Table 2). At this time the only difference between

175

molt stages “advanced intermolt” and “intermolt with barnacles” was due to the presence of epizoic *N. flosculus*. Moreover, among the 542 crabs that hosted barnacles, 98% had *N. flosculus* of a very small size that were judged to be recently settled (c.f. Fig. 6).

The water content of the cheliped of male *P. granulosa* varied according to the molting period (Fig. 5). The most obvious variation in water content occurred concurrently with the molting period. In crabs with epizoic *N. flosculus* water content increased up to an average of 82.4% (in December 1997), then gradually declined over the following three months to the average of 56.6% water content for crabs that hosted barnacles. Water content in crabs with epizoic *N. flosculus* gradually, but significantly, increased towards the end of the intermolt period ($F_{\text{slope-June-November 1996}}=11.4$; $p=0.001$; $F_{\text{slope-December 1996-October 1997}}=14.7$; $p<0.001$). Moreover, in November 1996 and October 1997, the water content of crabs with *N. flosculus* was significantly higher than in crabs without *N. flosculus* (Fig. 5), the implication being that those crabs with *N. flosculus* experienced a longer intermolt period. Conversely, during 1996, and in crabs without epizoic *N. flosculus*, water content remained constant ($F_{\text{slope}}=1.3$; $p=0.25$). The water content of *P. granulosa* without *N. flosculus* for the period June–November 1996 was similar to that of *P. granulosa* with *N. flosculus* for the period December 1996 to May 1997 (ANOVA $F=1.8$; $p=0.08$).

Timing of barnacle settlement on *P. granulosa*

From the analysis of the modal (i.e., cohort) structure of the size frequency distributions of epizoic *N. flosculus* on *P. granulosa* we found barnacles of the smallest size class on crabs sampled on 5 December 1995, 2 and 29 November 1996, and 24 December 1997 (Fig. 6). On 2 November 1996 the proportion of the smallest size class detected, i.e., 0.84 mm DO, was 94.4%. On 29 November 1996, the size class of 0.84 mm DO accounted only for 72.3% of the epizoic barnacles, because specimens belonging to different size classes, and as large as 5.1 mm DO, were also found. On 22 December 1996, the size class of 1.25 mm DO accounted for 86.2% of the barnacles and a second minor modal group occurred at 0.84 mm DO. The largest of both modal groups seemingly corresponded to barnacles that probably had settled after 24 October 1996 and were detected after 2 November 1996 (c.f. Fig. 6). The modal group of 0.91 mm DO probably corresponds to another, less intense, settlement that occurred during



December 1996.

In February, March and May of 1997, the size frequency distributions were clearly multimodal with one of the modal groups being as small as those detected in November and December 1996, i.e., ~ 0.85 mm DO (Fig. 6; Table 3). In March 1997, 20 specimens of *N. flosculus* of an average size of $0.7 (\pm 0.01)$ mm DO occurred as epibionts of other barnacles that ranged in size between 1.8 and 3.0 mm DO. This is unequivocal evidence of the occurrence of a second cohort of cyprids. Thus we can conclude that in February 1996 a second cohort of *N. flosculus* settled onto *P. granulosa*. Notwithstanding these apparently frequent (i.e., about monthly) settlements, the smallest barnacles were always proportionally less abundant than barnacles > 1.6 mm DO.

After the settlements in November and December of 1996 and 1997 the size frequency distributions became more dispersed over time. From November 1996 to October 1997, the progression of the modal size indicated that epizoic *N. flosculus* grew well on *P. granulosa*. Details of this growth will be reported elsewhere (Calcagno and Lovrich, in prep.).

Individuals of *N. flosculus* that most likely settled in late January and were first detected on carapaces of *P. granulosa* in February, March, and May 1997 (Fig. 6) co-occurred with barnacles that had already settled in November. Among the 39 crabs collected in February and March 1996 and 1997, and May 1997, that were dissected to measure epibionts, 24 (62%) were encrusted by barnacles of modal sizes of ~ 0.85 mm OD and larger. The remaining 15 crabs hosted only barnacles of the modal sizes of ~ 2.0 , 2.3 and 2.9 mm DO, that presumably settled in November and December.

Settlement on artificial collectors

New recruits of *N. flosculus* were detected in November and December, 1996 and in February 1997 from the size frequency distributions of barnacles on collectors in the harbor of Ushuaia (Fig. 7). The settlement detected in December 1996 was not identified in our January 1997 samples, although the percentage frequency for the 1.6 mm DO size class was greater than predicted (see Fig. 7). In February 1997, the three identified modal groups probably correspond to the three settlement cohorts.

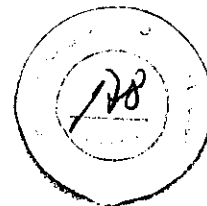
177

From the progression of modes we infer that the two largest modal groups, i.e., 2.08 and 3.27 mm DO were the same as those detected in December 1996, i.e., 0.70 and 1.43 mm DO. The third modal group of 1.41 mm DO is too large to be interpreted as recently settled, and probably settled much earlier, e.g., in January, but was not captured by our collectors.

The settlement detected in November was proportionally larger than the following settlements. The proportion-at-size for the size classes for those barnacles detected first in November 1996 was always greater than other smaller (younger) modal (cohort) groups (Fig. 7). In December 1996, the smaller of the two modal groups, i.e., 0.70 mm DO, accounted only for 27% of the barnacles. In February and March 1997, the largest modal group of ca. 3.3 mm DO accounted for 77 and 81% of the sampled barnacles, respectively.

From the frequent inspection of collectors *in situ*, new recruits of *N. flosculus* were detected on 16 November 1996, 31 January 1997 and 14 November 1997. In November 1996, 92 of 187 collectors had new recruits of *N. flosculus*, in January 1997 only 4 of 41 non-previously colonized collectors had new recruited barnacles, and in November 1997, 19 of 30 collectors had barnacles. In January 1997, the settlement of *N. flosculus* was only detected on collectors at the harbor of Ushuaia.

In the Beagle Channel, *N. flosculus* settled at different densities. Over the study period, the average density of 1.30 (± 1.03) individuals \cdot cm⁻² on collectors at the harbor of Ushuaia was significantly higher than the average of 0.11 (± 0.13) individuals \cdot cm⁻² observed for collectors placed in the Bridges Islands (Fig. 1; Mann-Whitney's U=1.0; $p < 0.01$). Differences in preference of settlement between each side of the collectors were also detected: *N. flosculus* were significantly more dense on the rugged side of the collector than on the plain side or the edge (Kruskal-Wallis statistic=13.9, $p = 0.001$, Tukey $p_{\text{rugged vs plain}} = 0.002$; Tukey $p_{\text{rugged vs side}} = 0.03$). Moreover, the density of settlement on the rugged side of the collectors placed in the harbor of Ushuaia was similar to the density on carapaces of *P. granulosa* (Fig. 1) (Student's t-test=1.61; $p = 0.11$).

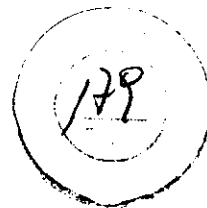


DISCUSSION

The results we present allow us to resolve the chronology of barnacle settlement and crab molting, and to conclude that male *P. granulosa* with epizoic *N. flosculus* probably have skipped their molt for that year. In November and December, *N. flosculus* settled over hard substrata, i.e., either *P. granulosa* exoskeletons in intermolt condition (Fig. 6; Table 2) or artificial collectors (Fig. 7). In December, male *P. granulosa* molted, lost their old exoskeletons and therefore also their epibionts. Crabs >80 mm CL may have skipped their molt (Fig. 4), and if so, epizoic *N. flosculus* remain attached and easily detected. A third cohort of barnacles settled in February (Fig. 6), and the settlement was only detected on *P. granulosa* having older *N. flosculus* that settled previously, i.e., in November or December. Barnacles persist at most for 13 months on the exoskeletons of *P. granulosa* (Fig. 6) and probably die when the cast shell rots (but see Williams and Moyse, 1988).

Settlement of cyprid larvae was not observed during this study. Cyprids are considered to be recruited to a surface only after settlement and metamorphosis to juvenile (Walker, 1995). Therefore, size at settlement likely was smaller than the smallest barnacles recorded herein, and may have occurred before we detected these early specimens of *N. flosculus*. On 20 October 1998 we recorded the co-occurrence of cyprids and recently metamorphosed *N. flosculus* of an average size of 0.57 (± 0.05) mm DO. During this study, settlement on *P. granulosa* may have occurred between 24 October and 2 November 1996 (c.f. Fig. 6). Hence, we interpret the size frequency distribution of *N. flosculus* on collectors of 16 November 1996 and as an epibiont of *P. granulosa* on 2 November 1996 (Figs. 6 and 7), to correspond to a settlement of cyprids that occurred some time previously, probably near the end of October 1996. Similarly, on collectors sampled on 19 December 1996 and on *P. granulosa* of 22 December 1996, the smaller-sized mode can be interpreted as a cyprid settlement that had occurred some days earlier. Hence we conclude that three cohorts of cyprids occurred in the Beagle Channel: about early November 1996, early December 1996, and in February 1997 (Figs. 6 and 7).

Paralomis granulosa provides an appropriate substrate for the settlement of *N. flosculus*. The rugosity of the carapace is comparable to that of the artificial



collectors since barnacles settled at similar densities on the rugged face of artificial collectors placed in a low current environment and on *P. granulosa* (Fig. 1). Cyprids are known to prefer surfaces of a given complexity but avoid grooves of 1 mm (c.f. Bourget et al., 1994; Lemire and Bourget, 1996). Furthermore, in *P. granulosa* seemingly there is no an antifouling mechanism that might impede cyprid colonization of the carapace. In lithodids, cleaning mechanisms appear to be restricted to groom embryos and gills (Pohle, 1989). Becker (1993) provides evidence that the tropical crab *Scylla serrata* has a such antifouling mechanism since artificial substrates become more densely colonized in a half of the intermolt period. Natant crustaceans with some kind of antifouling mechanism, e.g. grooming or cleaning by other organisms, exclude all type of macroorganisms that settle on other substrates in the same habitat from fouling their carapace (Becker, 1996).

One possible objection to our assertion that crabs with epizoic *N. flosculus* are skip molters is that the settlement of barnacles overlaps with, or occurs after, the molting period. However, the following evidence supports our affirmation. First, there was no evidence that *N. flosculus* settled onto male crabs in postmolt condition (Table 2). By contrast, the colonization of the carapace by the most frequent epibionts, such as spirorbid polychaetes, takes place very rapidly, since they begin to occur when the carapace is still soft after ecdysis (Lovrich, pers. obs.). Moreover, in adult females that molt biennially in October, the prevalence of *N. flosculus* is significantly higher during the second year of the intermolt period (Lovrich, 1991). Therefore, in females that molt in October, and in males that molt in November, the surface of the exoskeleton may not be available to cyprids immediately after molting, probably because the chemical cues for a barnacle settlement are not adequate. For example, the absence of an appropriate microbial or microalgal film, or the presence of some kind of secondary metabolite, as could happen as a result of the ecdysis onto the new epicuticle, are reportedly known to affect barnacle settlement (see Walker, 1995; Wahl, 1989 for reviews; Thompson et al., 1998). Furthermore, cyprids settling in early December are probably no longer available in the plankton at the time of *P. granulosa* molting and therefore are detected on artificial collectors only as small juvenile barnacles (Fig. 7). Second, barnacle settlement events that occur later than *P. granulosa* ecdysis seemingly are directed towards sites where other barnacles have already settled (Walker, 1995; Miron et al., 1996; Thompson et al., 1998). In late settlements of *N. flosculus* non-gregariousness is



probably exceptional, since in January 1997 we only registered four barnacles, each settling on one of four clean collectors placed at the harbor of Ushuaia. Moreover, judging from the proportion of cohorts of the smallest size detected in December 1996 and February and March of 1997 (Fig. 7), we conclude that late settlements are less dense than those at the beginning of the season in October and November. Hence, their prevalence as epibionts of *P. granulosa* will be less, and thus the bias of misclassification of crabs that skip their molt is minimal.

The water content of *P. granulosa* varies according to molt stage. Thus the relatively constant water content for crabs with and without epizoic *N. flosculus* before and after the period of barnacle settlement and the molting season, respectively (Fig. 5), indicates that some crabs do not molt annually. According to our study, *N. flosculus* can settle onto all suitable substrates, including the exoskeletons of crabs in intermolt stage. If *N. flosculus* had settled onto recently molted crabs, the standard deviations of water content of crabs with barnacles should have been greater (c.f. Fig. 5, Table 2), thus tending to invalidate our conclusion that barnacles are a good indicators of skip-molting. Moreover in November 1996 and October 1997, the significantly greater water content of crabs with *N. flosculus* compared to crabs without *N. flosculus* indicates that these crabs were absorbing water during the period preceding ecdysis (Drach, 1939).

Molting frequency in *P. granulosa* decreases with age. From our data, *P. granulosa* 55-80 mm CL molt once a year, whereas at least 20% of *P. granulosa* >80 mm CL (based upon the prevalence of *N. flosculus*) may skip their annual molt and molt biennially. Crabs 10-40 mm CL molt twice a year whereas crabs 40-57 mm CL molt once a year. This protracted intermolt period has been related to the development of gonadal maturity (Lovrich and Vinuesa, 1995). Thereafter, females are constrained to molt biennially because they carry eggs for 18-22 months (Lovrich and Vinuesa, 1993). By contrast, Hoggarth (1993) proposes that male *P. granulosa* >52 mm CL molt biennially and that molting frequency decreases still further to a 3-yr intermolt period in largest crabs.

In the Beagle Channel mating and molting occur at different times: the molting season of male *P. granulosa* is restricted to December (Fig. 3), whereas mating pairs occur in



October (Lovrich, pers. obs.). In contrast, in the Islas Malvinas (Falkland Islands, 52°S; 59°W) mating and male molting co-occur in October and November (Hoggarth, 1993). Like in other lithodids (Powell and Nickerson, 1965, Geaghan, 1973, Powell et al., 1973), in *P. granulosa* mating occurs between a male in intermolt (hard shell) and a soft, recently molted female (Lovrich, pers. obs.). Therefore, Hoggarth (1993) suggests that only males that skip their molt would be able to mate, because they (1) alternate molting and feeding on shallow waters in some years, and (2) attend spawning aggregations to mate later without molting, in other years. The population of the Islas Malvinas (Falkland Islands) has not been exploited except for 11 months in 1987, concurrent with Hoggarth's study (1993). In areas not heavily exploited, resources would have been limiting and the carrying capacity of the environment could have been maximum. Hence, high competition, e.g., for food resources or a mating partner, may have occurred. This competition could also be reflected in the relative emptiness of the stomachs of large crabs (>60 mm CL) when compared to small crabs (Comoglio, 1994). This situation could have caused energetic constraints such that male *P. granulosa* were compelled to alternatively molt or mate, and thus differentially occupy the ocean bottom and segregate spatially (Hoggarth, 1993). Accordingly, we hypothesize for the Beagle Channel that the difference in the prevalence pattern of epizoic *N. flosculus* between the two sites subjected to different past fishing pressures suggests skip molting may be density-dependent.

A decrease in stock size due to fishing may have released resources and alleviated intraspecific and interspecific competition (Waiwood and Elner, 1982). The fishery for *P. granulosa* has experienced fluctuating annual catches due to a variable commercial demand. Average landings increased 6-fold from 50 t•yr⁻¹ for the period 1975–1985 to 300 t•yr⁻¹ for the period 1995–1998 (Lovrich, 1997). Although data for the fishery are not available prior to 1995, we can compare data from the historically fished area to the recently fished area. In 1998 in the non-previously fished area the relative abundance of 37.8 legal-sized males per trap was double the average of 16.3 legal-sized males per trap for the period 1995–1998 (Lovrich²; Lovrich et al.³). Moreover, the size frequency

² Lovrich, G.A. 1997. Estado de la pesquería mixta de centolla *Lithodes santolla* y centollón *Paralomis granulosa* en el Canal Beagle, Argentina. Informe 1995- 1996. Contribución Científica del Centro Austral De Investigaciones Científicas 25: 34 pp. CADIC – CC 92, Ushuaia, Argentina.

182

distribution of crabs caught by traps shows the proportion of crabs of legal size was larger in the non-fished than in the fished area (Lovrich², Lovrich et al.^{3,4}). On the other hand, in the Argentine sector of the Beagle Channel the fishery for the sympatric *L. santolla* collapsed in the last decade, and landings decreased from 250 to 12 t•yr⁻¹ from 1984 to 1998 (Vinuesa et al., 1996, and unpubl. data). Therefore, the mixed fishery for *P. granulosa* and *L. santolla* could have been responsible for releasing resources such as food or mating partners (Waiwood and Elner, 1982). This could stimulate male *P. granulosa* >80 mm CL to begin to molt annually and thus reflected in a decrease of the prevalence of *N. flosculus* in the fished area (Figs. 2 and 3).

The prevalence of *N. flosculus* on *P. granulosa* is a useful tool for estimating the minimum proportion of skip molters in the population, and consequently the reason for their being no increase in the fishable stock after each molting season.

However the estimation of the proportion of skip molters is subject to two different biases. On the one hand, the minimum proportion may be underestimated since there are some male *P. granulosa* that have exoskeletons heavily fouled by encrusting coralline algae such as *Lithothamnium fueguensis* or *Pseudolithophyllum spp.*, bivalves such as *Aulacomya atra* and *Mytilus edulis*, polychaetes, bryozoans, anemones, and hydrozoans, and yet they are not encrusted by barnacles. On the other hand, the proportion of skip molters may be overestimated because of non-gregarious settlement that may occur after the molting season in December.

One question to be resolved is whether it is advantageous for barnacles to settle on *P. granulosa* as opposed to other hard substrata. First, density of settlement on *P. granulosa* was similar to that of the collectors at the harbor (Fig. 1) where suspended matter and thus potential food is greater than around the Bridges Islands (Lovrich, pers. obs.). Moreover, the growth rate of barnacles epizoic on *N. flosculus* was similar to that

³ Lovrich, G.A., M.C. Romero, and E. Orozco. 1998. Estado de la pesquería mixta de centollón *Paralomis granulosa* y de la centolla *Lithodes santolla* en el Canal Beagle, Argentina. Informe 1997 Contribución Científica del Centro Austral De Investigaciones Científicas 31: 25 pp.

⁴ Lovrich, G.A., F. Tapella and M.C. Romero. 1999. Estado de la pesquería mixta de centollón *Paralomis granulosa* y de la centolla *Lithodes santolla* en el Canal Beagle, Argentina. Informe 1998 Contribución Científica del Centro Austral De Investigaciones Científicas 33: 25 pp.



for barnacles settled on the collectors of the harbor (Calcagno et al.⁵). The main advantage for barnacles to be epizoic would seem to be the availability of food made accessible by the mobility of crabs and the re-suspension of bottom particles during prey manipulation (Bowers, 1968; Heath, 1976). Another advantage to settling on *P. granulosa* could be its value as a refuge from predators. We also observed that for collectors placed at the Bridges Islands, predation pressure by snails *Trophon spp.* or sea stars *Comasterias lurida* was very high and virtually all barnacles had disappeared 6-8 months after settlement. Furthermore, any adaptive value to *N. flosculus* as an epibiont of *P. granulosa* will depend on their ability reproduce within 13 months following settlement, before the host molts.

ACKNOWLEDGEMENTS

This article is *in memoriam* to Dr. Mabel L. Labal, who helped with the laboratory work during her last days. Thanks are granted to M. C. Romero, V. de la Balze, A. Chizzini, A. Ferlito, M.V. García, F. Tapella and L. Venerus for their help at the laboratory or in the field; to the Pesquera del Beagle S.A., that graciously allowed our onboard sampling; to the Dirección de Recursos Naturales of the Provincia de Tierra del Fuego for the December 1996 sampling; and to Drs. J.J. López-Gappa and Bernard Sainte-Marie for critical reviewing the manuscript. This work was financed by a grant from the International Foundation for Science (Stockholm, Sweden, A-2507/1) and by the Universidad de Buenos Aires (UBACyT JX-28). G.A.L is a Researcher from the Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

⁵ Calcagno, J.A., G.A. Lovrich, V. de la Balze. 1999. Reclutamiento y crecimiento de *Notobalanus flosculus* (Crustacea, Cirripedia) en el Canal Beagle, Ushuaia, Tierra del Fuego. Resúmenes IV Taller sobre cangrejos y cangrejales and I Jornadas Argentinas de Carcinología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 5-8 April. pp. 13-14



LITERATURE CITED

Abelló, P., and E. Macpherson.

1992. Epibiosis and rhizocephalan infestation patterns in relation to the reproductive biology of *Lithodes ferox* (Filhol, 1885) (Anomura: Lithodidae). *J. Crust. Biol.* 12: 561–570.

Abelló, P., R. Villanueva, and J.M. Gili.

1990. Epibiosis in deep sea crab populations as indicator of biological and behavioural characteristics of the host. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 70: 687—695.

Balestrini, C., G. Manzella, and G. Lovrich.

1998. Simulación de corrientes en el Canal Beagle y Bahía Ushuaia, mediante un modelo bidimensional. Servicio de Hidrografía Naval. Departamento de Oceanografía. Informe Técnico N° 98: 58 pp.

Barnes H. and T.B. Bagenal.

1951. Observations on nephrops norvegica and on an epizooic population of *Balanus crenatus* Brug. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 30: 369—380.

Becker, K.

1993. Attachment strength and colonization pattern of two macrofouling species on substrata with different surface tension (in situ studies). *Mar. Biol.* 117: 301–309.

Becker, K.

1996. Epibionts on carapaces of some malacostracans from the Gulf of Thailand. *J. Crust. Biol.* 16: 92–104.

Botsford, L.

1985. Models of growth. *In: Factors in adult growth.* A.M. Wenner (Ed.), *Crustacean Issues* 3, p. 171–188. F.R. Schram (Gen. Ed.), A.A. Bakelma, Rotterdam/Boston,.



Bourget, E., J Deguise, and G. Daigle.

1994. Scales of substratum heterogeneity, structural complexity, and the early establishment of a marine epibenthic community. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 181: 31–51.

Bowers, R. L.

1968. Observations on the orientation and feeding behavior of barnacles associated with lobsters. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 2: 105–112.

Calcagno, J. A., J. L. Gappa, and A. Tablado.

1997. Growth and production of the barnacle *Balanus amphitrite* in an intertidal area affected by sewage pollution. *J. Crust. Biol.* 17: 417–423.

Calcagno, J.A. and G.A. Lovrich.

2000. Distribution of *N. flosculus* Darwin in the Southwestern Atlantic. *Crustaceana* 73 (in press).

Comoglio, L.I.

1994. La nutrición de los crustáceos decápodos en el Canal Beagle, con especial énfasis en la centolla (*Lithodes santolla*) y el centollón (*Paralomis granulosa*), y la función trófica de los mismos en el ecosistema. Doctoral Thesis dissertation. Universidad de Buenos Aires. 173 p.

Daniels, W.W.

1978. Applied nonparametric statistics. Houghton Mifflin Co. Boston. 508 p.

Dick, M. H., W.E. Donaldson, and I. Vining.

1998. Epibionts of the tanner crab *Chionoecetes bairdi* in the region of Kodiak Island, Alaska. *J. Crust. Biol.* 18: 519–528.

Drach, P.

1939. Mue et cycle d'intermue chez les crustacées décapodes. *Ann. Inst. Océanogr.* Monaco. 19: 103–391.



Gili, J. M.; P. Abelló, and R. Villanueva

1993. Epibionts and intermoult duration in the crab *Bathynectes piperitus*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 98: 107—113.

Heath, D. J.

1976. The distribution and orientation of epizoic barnacles on crabs. Zool. J. Linn. Soc. 59: 59–67.

Hoggarth, D.D.

1993. The life history of the lithodid crab, *Paralomis granulosa*, in the Falkland Islands. ICES J. Mar. Sci., 50: 405—424.

Jeffries, W. B., H. K. Voris, and S. Poovachiranon.

1992. Age of the mangrove crab *Scylla serrata* at colonization by stalked barnacles of the genus *Octolasmis*. Biol. Bull. 182: 188—194.

Macpherson, E.

1988. Revision of the family Lithodidae Samouelle, 1819 (Crustacea, Decapoda, Anomura) in the Atlantic Ocean. Monogr. Zool. Mar. 2: 9—153.

Lemire, M., and E. Bourget.

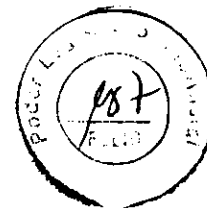
1996. Substratum heterogeneity and complexity influence micro-habitat selection of *Balanus sp* and *Tubularia crocea* larvae. Mar. Ecol. Prog. Ser. 135:77–87.

Lovrich, G.A.

1991. Reproducción y crecimiento del centollón *Paralomis granulosa* (Crustacea, Anomura, Lithodidae) en el Canal Beagle. Doctoral Thesis dissertation, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 160 p.

Lovrich, G.A.

1997. La pesquería mixta de centollas *Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa* (Anomura: Lithodidae) en Tierra del Fuego, Argentina. Invest. Mar., Valparaíso 25: 4–57.



Lovrich G.A., and J.H. Vinuesa.

1993. Reproductive biology of the false southern king crab, (*Paralomis granulosa* Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina. Fish. Bull. U.S. 91: 664–675.

Lovrich, G.A., and J.H. Vinuesa.

1995. Growth of juvenile false southern king crab *Paralomis granulosa* (Anomura, Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina. Sci. Mar. 59: 87–94.

Miron, G., E. Bourget, and P. Archambault.

1996. Scale of observation and distribution of adult conspecifics: their influence in assessing passive and active settlement mechanisms in the barnacle *Balanus crenatus* (Brugière). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 201: 137–158.

Paul J. and A. J. Paul.

1986. Encrusting barnacles as ageable tags on Gulf of Alaska *Chionocetes bairdi* (Decapoda). Alaska Sea Grant Report 86-02: vi + 28 pp.

Pohle, G.

1989. Gill and embryo grooming in lithodid crabs: comparative functional morphology based on *Lithodes maja*. In: B. E. Felgenhauer, L. Watling and A. B. Thistle (eds.), Functional morphology of feeding and grooming in Crustacea, Crustacean Issues 6. p. 75–94. In: F. R. Schram (Gen. Ed.), A. A. Balkema. Rotterdam.

Smith, B.D. and G. S. Jamieson.

1989. Growth of male and female Dungeness crab near Tofino, British Columbia. Trans. Am. Fish. Soc. 118: 556–563.

Smith, B.D., and L.W. Botsford.

1998. Interpretation of growth, mortality and recruitment patterns in size-at-age, growth increment and size frequency data. Can. Spec. Pub. Fish. Aquat. Sci. 125: 125–139.



Smith, B.D., L.W. Botsford, and S. Wing.

1998. Estimation of growth and mortality parameters from size frequency distributions lacking age patterns: the red sea urchin (*Strongylocentrotus franciscanus*) as an example. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 1236–1247.

Sokal, R.R., and F.J. Rohlf.

1995. *Biometry, the principles and practice of statistics in biological research.* W.H. Freeman and Co., N.Y., New York, 887 p.

Thompson, R.C., T.A. Norton, and S. J. Hawkins.

1998. The influence of epilithic microbial films on the settlement of *Semibalanus balanoides* cyprids - a comparison between laboratory and field experiments. *Hydrobiologia* 375/376: 203–216.

Vinuesa, J. H., L. Guzmán, and R. González.

1996. Overview of southern king crab and false king crab fisheries in the Magellanic Region. *In: Melteff, B. (ed.) Proc. Int. Symp. biology, management, and economics of crabs from high latitude habitats.* Alaska Sea Grant College Program. AK-SG 96-02: 3–11.

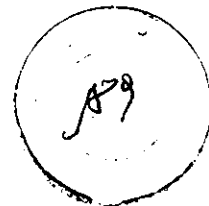
Wahl, M.

1989. Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 58: 175–189.

Waiwood, K. G., and R. W. Elner.

1982. Cod predation of snow crab (*Chionoecetes opilio*) in the Gulf Of Saint Lawrence. *In: B. Melteff (ed.) Proc. Int. Symp. genus Chionoecetes.* Lowell Wakefield Fish. Symp. Ser., Alaska Sea Grant Rep. N° 82-10: 499–520.

Walker, G.



1995. Larval settlement: Historical and future perspectives. *In*: F.R. Schram and J.T. Høeg (Eds.). *New Frontiers in Barnacle Evolution*. Crustacean Issues 10. p. 69–85. F. Schram (Gen. Ed.). A.A. Balkema, Rotterdam.

Williams, R., and J. Moyse.

1988. Occurrence, distribution, and orientation of *Poecilasma kaempferi* Darwin (Barnacleia: Pedunculata) epizoic on *Neolithodes grimaldi* Milne-Edwards and Bouvier (Decapoda: Anomura) in the Northeast Atlantic. *J. Crust. Biol.* 8: 177–186.



LEGEND TO THE FIGURES

Fig. 1: Average density (+1 SD) of the barnacle *N. flosculus* settled on different sides of artificial collectors at two different sites of the Beagle Channel, and on the lithodid *P. granulosa*. "Harbor" refers to the density on 23 collectors sampled between November 1996 and December 1997 from the lines at the harbor of Ushuaia. "Channel" refers to the density on 16 collectors sampled between November 1996 and August 1997 from lines located in the Bridges Islands. Density on *P. granulosa* was calculated from 282 carapaces.

Fig. 2: Prevalence of epibiosis by the barnacle *N. flosculus* on the lithodid *P. granulosa* in the Beagle Channel, in 5 mm CL size class intervals from 1995 to 1998. Black bars are from an area of the Beagle Channel where the mixed fishery for the lithodids *P. granulosa* and *Lithodes santolla* has developed since the mid-1960s. Open bars are from an area that was exploited for the first time in 1998. Numbers over bars represent the sample size per size class. The vertical line at 80 mm CL represents the minimum legal size limit of the fishery, i.e., 82.5 mm CL. Size classes are represented by their inferior limit, i.e., 60 mm CL corresponds to the size class of 60 to 64.9 mm CL and so on.

Fig. 3: Monthly percent frequency of molt stages of male *P. granulosa* in the Beagle Channel, in 5 mm CL size classes. Numbers above each column represent sample sizes. POM: postmolt; EIM: early intermolt; AIM: advanced intermolt; CIM: advanced intermolt with epizoic barnacles; MOL: molting. Size classes are represented by their inferior limit, i.e., 60 mm CL corresponds to the size class of 60 to 64.9 mm CL and so on.

Fig. 4: Percent frequency of the different molt stages of male *P. granulosa* on 10 and 20 December 1995 in the Beagle Channel, in 5 mm CL size classes. Numbers above each column represent sample sizes. POM: postmolt; EIM: early intermolt; AIM: advanced intermolt; CIM: advanced intermolt with epizoic barnacles; MOL: molting. Size classes are represented by their inferior limit, i.e., 60 mm CL corresponds to the size class of 60 to 64.9 mm CL and so on.



Fig. 5: Monthly average percentage (± 1 SD) of water content of the right cheliped of 10-15 male individuals of *P. granulosa* with or without barnacles. Asterisks note significant differences at $\alpha=0.01$ of a Student's t-test comparing water content in crabs with and without epizoic barnacles within a given month.

Fig. 6: Monthly size frequency distributions of *N. flosculus* as an epibiont of *P. granulosa* in the Beagle Channel from December 1995 to December 1997, in size classes of 0.16 mm opercule diameter. N indicates the sample size of barnacles measured. Size frequency analysis was done only with November 1996–May 1997 samples to illustrate the dynamics of settlement. Bars and lines indicate observed and estimated frequencies, respectively. Numbers above distributions indicate the estimated mean size of the modal group calculated using size frequency analysis.

Fig. 7: Monthly size frequency distributions of *N. flosculus* onto collectors placed at the harbor of Ushuaia, Beagle Channel from November 1996 to April 1997. N indicates the sample size of barnacles measured. Bars and lines indicate observed and estimated frequencies, respectively. Numbers above distributions indicate the estimated mean size of the modal group calculated using size frequency analysis.



Table 1: Frequency and percent frequency of the molting, by size category, that provide evidence of molting activity by male *P. granulosa* >55 mm CL on December 10 and 20, 1996. The category “Molting” includes crabs in the carapace stages: postmolt (POM), early intermolt (EIM), and molting (MOL). The category “Intermolt” includes the crabs in the carapace stages: advanced intermolt (AIM) and intermolt with barnacles (CIM).

	<80 mm CL	≥80 mm CL
Molting <i>P. granulosa</i>	587 (81.5%)	133 (18.5%)
Intermolt <i>P. granulosa</i>	87 (10.6%)	731 (89.4%)



Table 2: Frequency of occurrence of *P. granulosa* sorted by the condition of the exoskeleton and the presence of the barnacle *N. flosculus* as an epibiont, in December 1996, the time of *P. granulosa* molting.

	Without <i>N. flosculus</i>	With <i>N. flosculus</i>
Post-molt <i>P. granulosa</i>	767 (100%)	0 (0%)
Intermolt <i>P. granulosa</i>	276 (34%)	542 (66%)

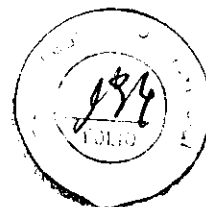


Table 3 : Size classes present at each date of sampling and the percentage of *N. flosculus* epizoic on *P. granulosa* belonging to each size class, from the size frequency analysis performed on the size frequency distributions showed in Fig. 6. Goodness of fit refers to quality of the fit of the estimated to the observed size frequency distributions. The higher the value of p, the better the fit.

Date	Size class present (mm DO)	Estimated Settlement Month	Epizoic <i>N. flosculus</i> (%)	Goodness of fit (χ^2 ; p)
February 26	0.82	February	4.6	10.58; 0.961
	1.62	December	14.4	
	1.97	November	77.3	
	2.90	November	3.7	
March 23	0.82	February	18.5	62.73; 0.014
	1.62	December	35.1	
	1.97	November	46.4	
May 23	0.86	February	5.4	13.85; 0.80
	1.65	December	6.3	
	2.00	November	35.8	
	2.33	November	52.5	

Fig. 1

Lovrich et al.

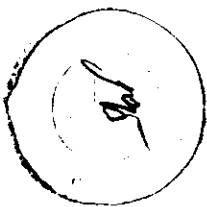
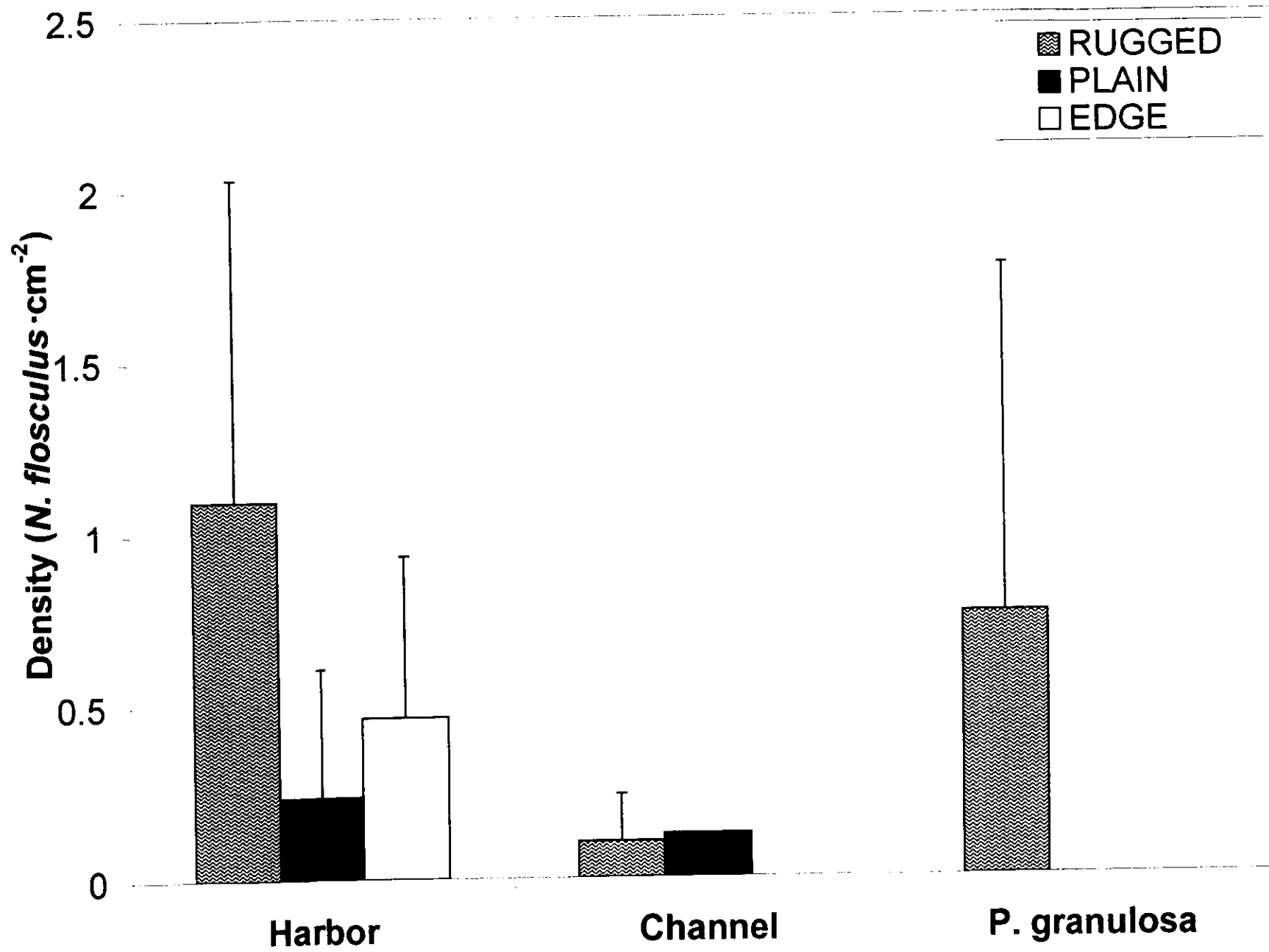
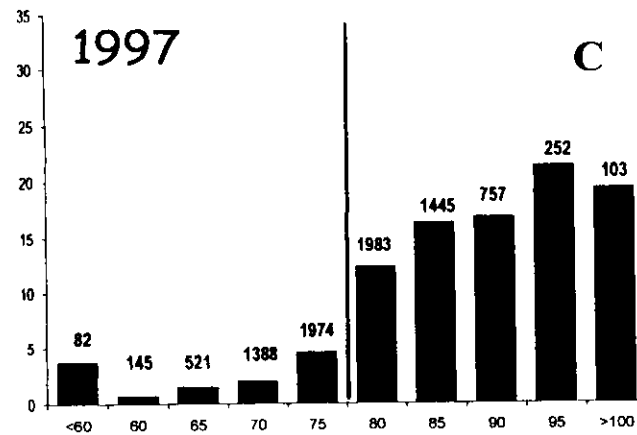
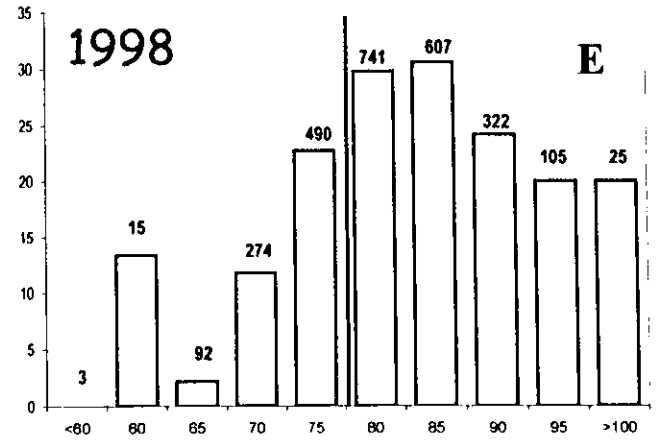
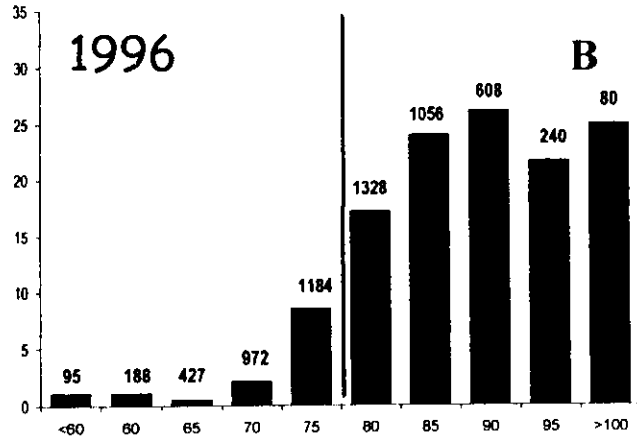
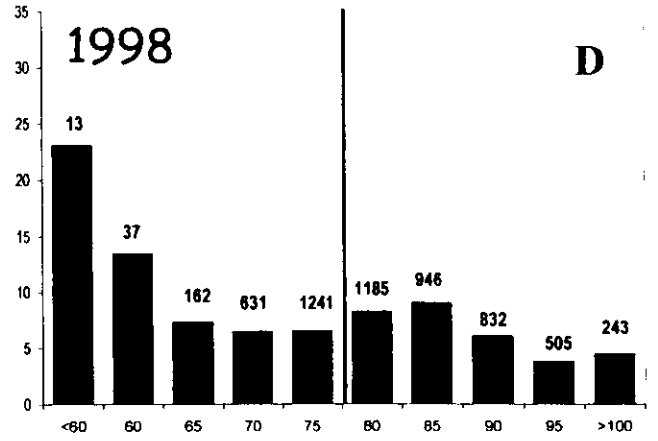
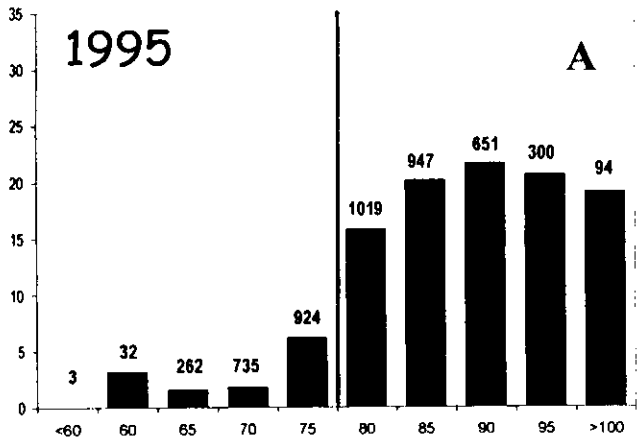


Fig. 2



Prevalence of *N. flosculus* (%)



Carapace Length (mm)

Fig. 3

lovrica et al.

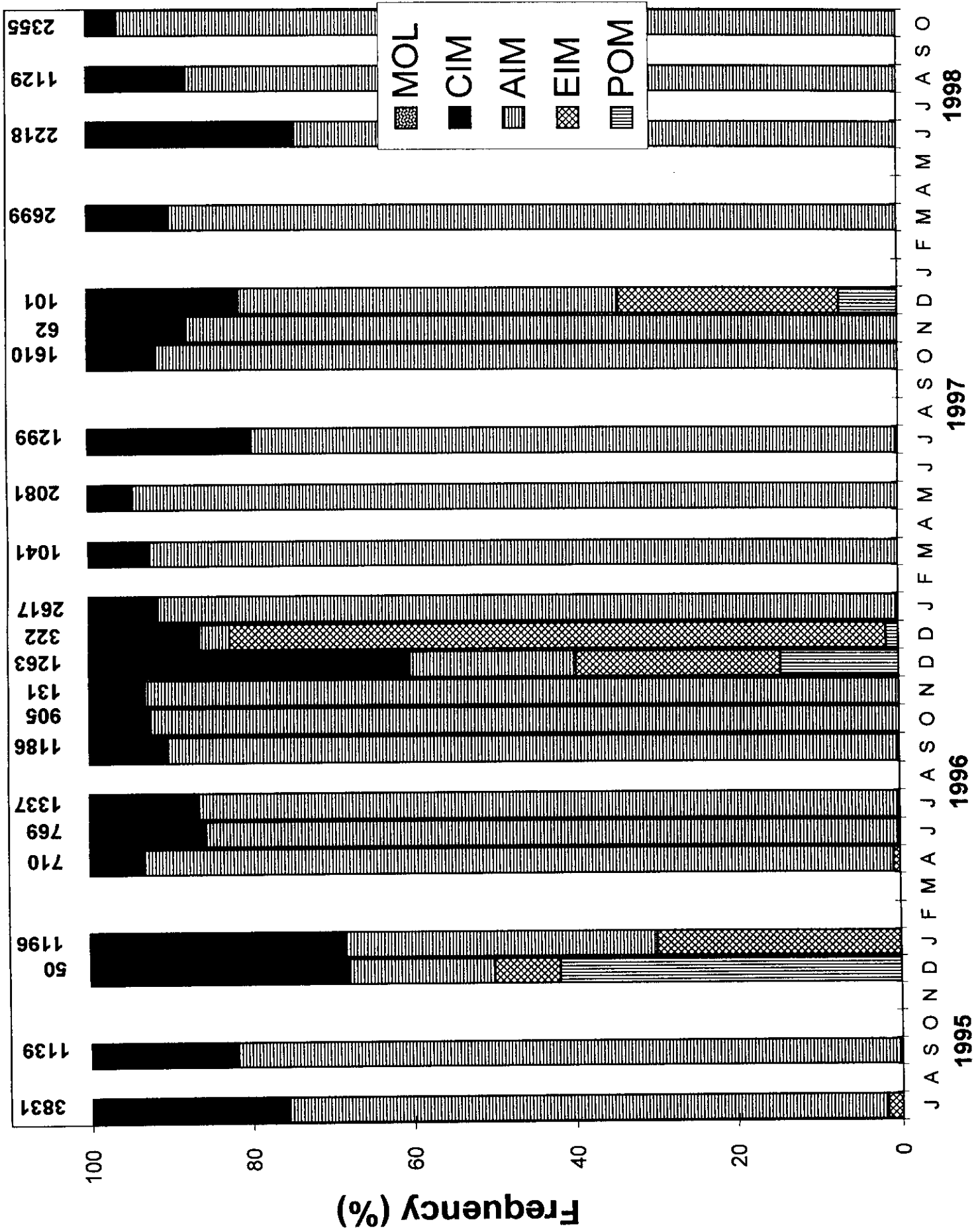
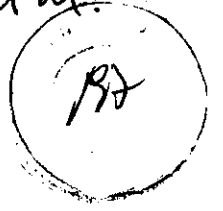
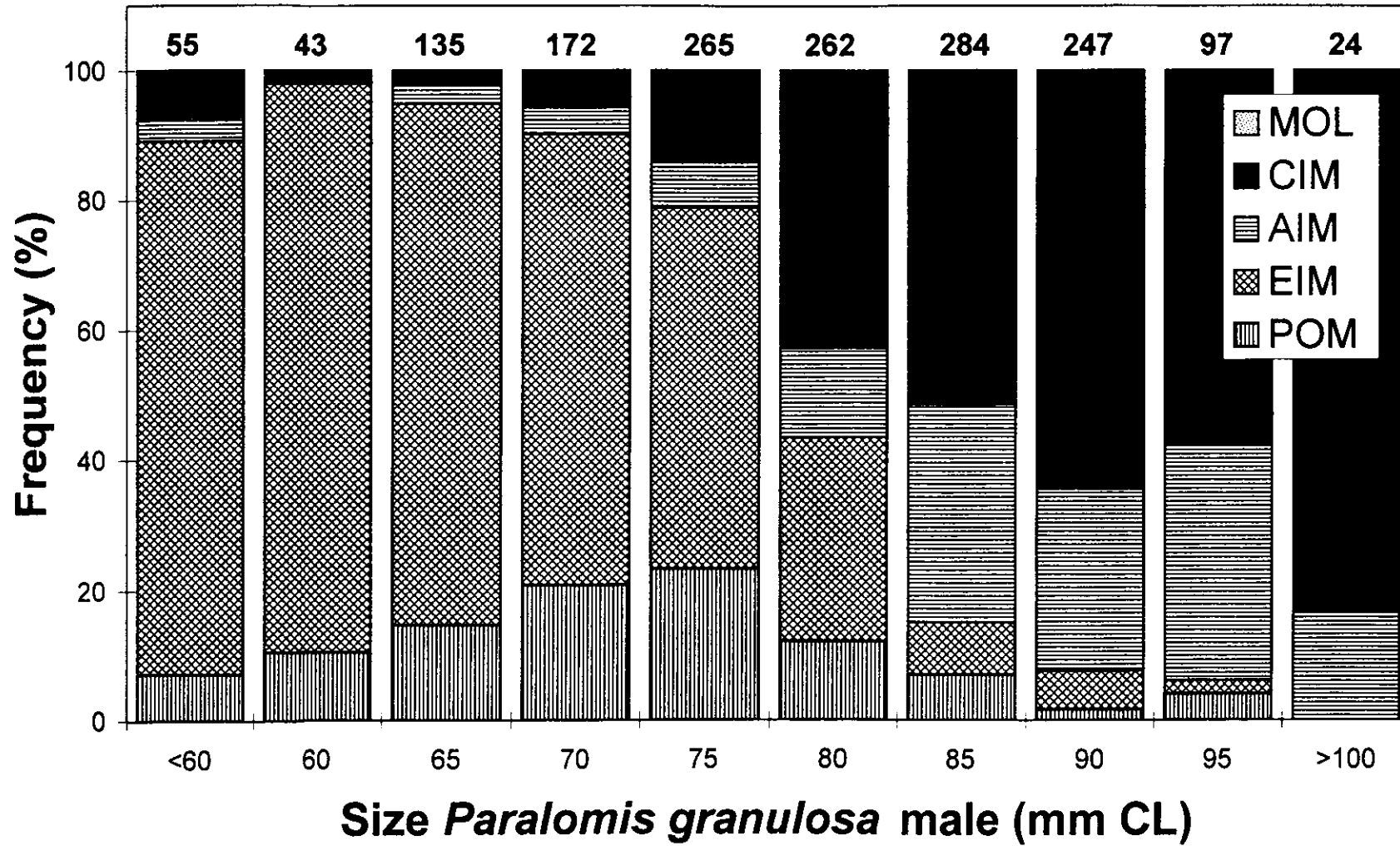
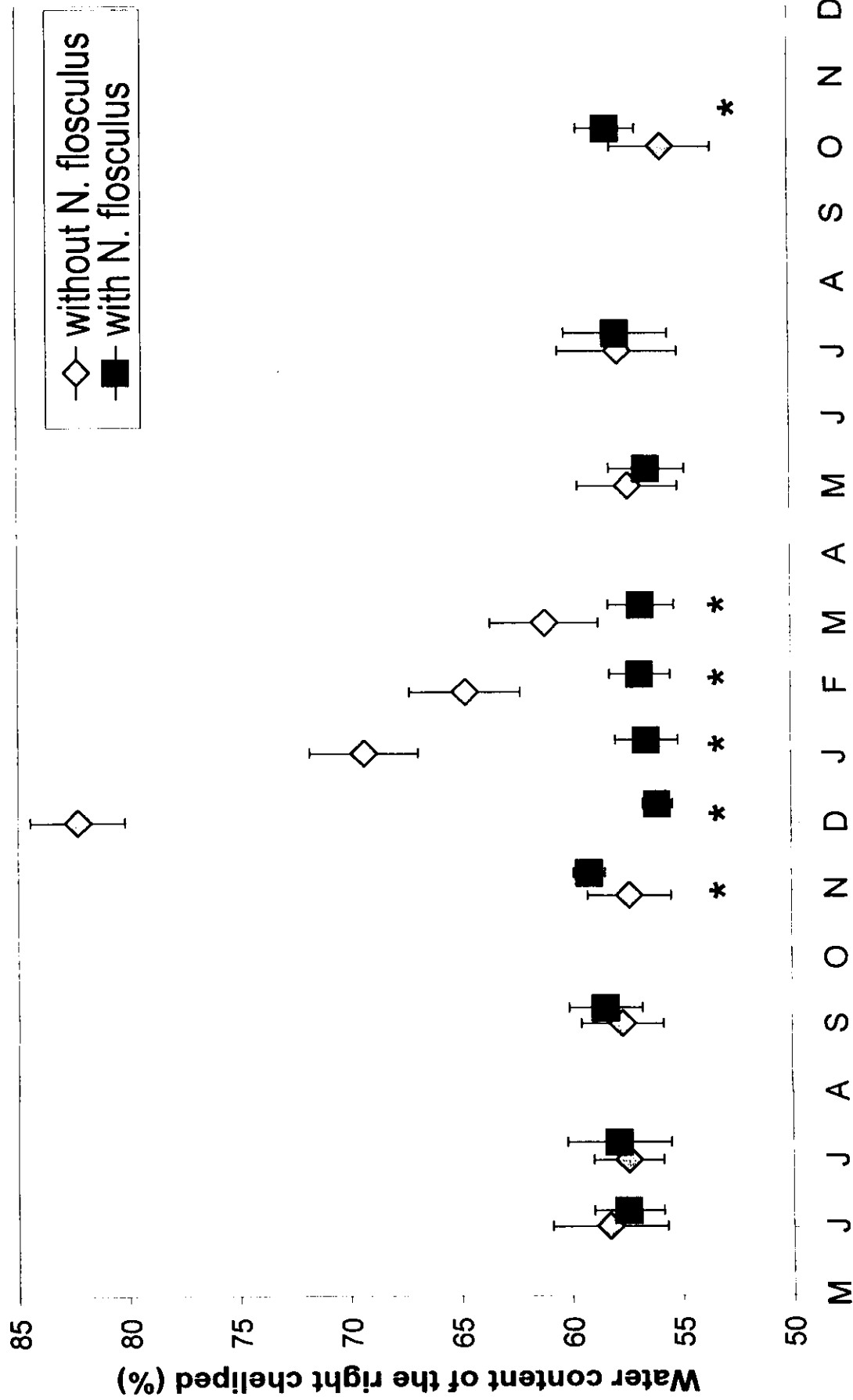


Fig. 4



1988

Fig. 5



1997

1996



Figure 6

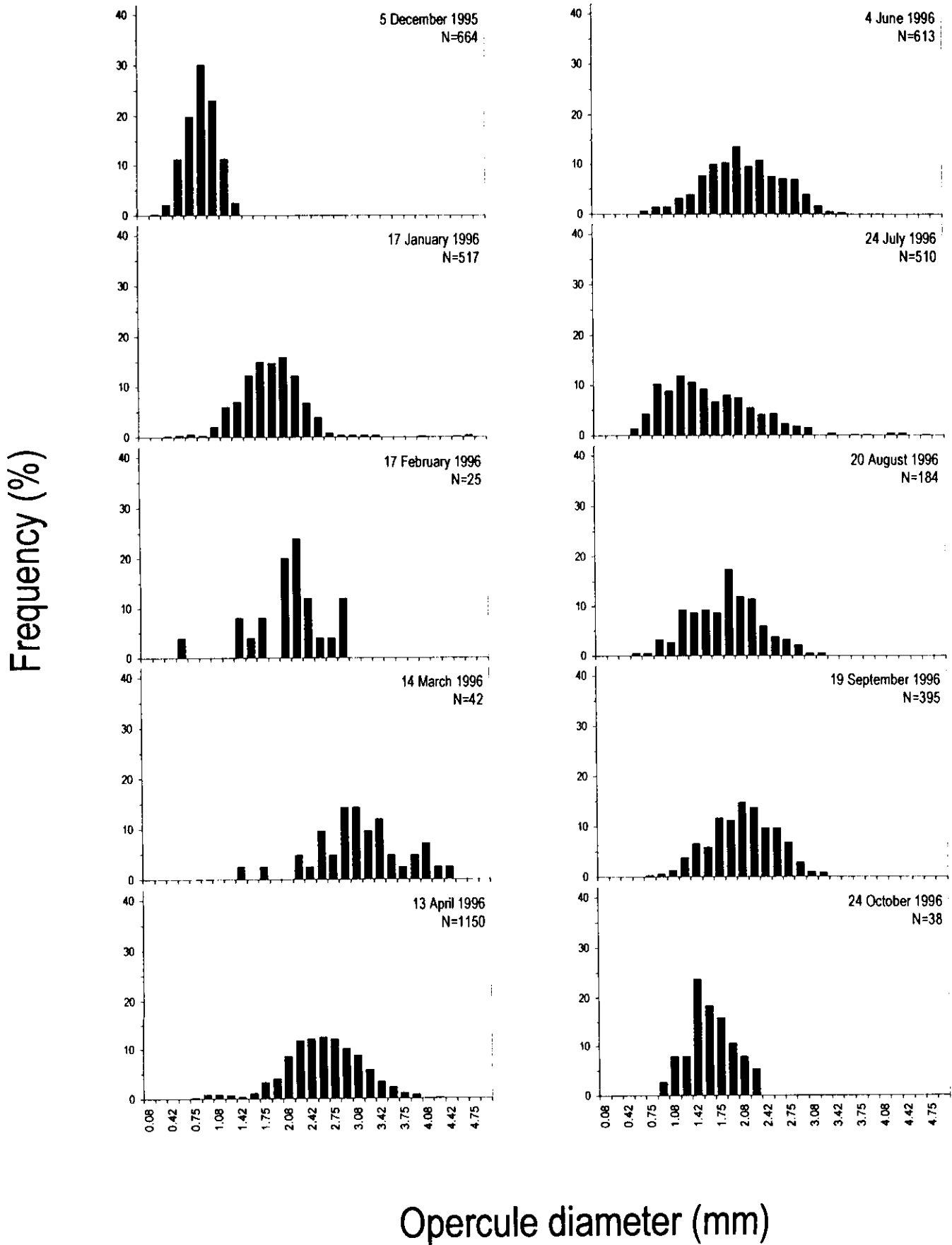
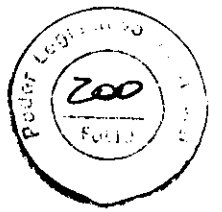
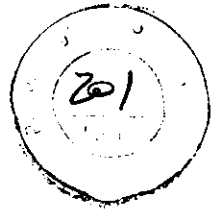
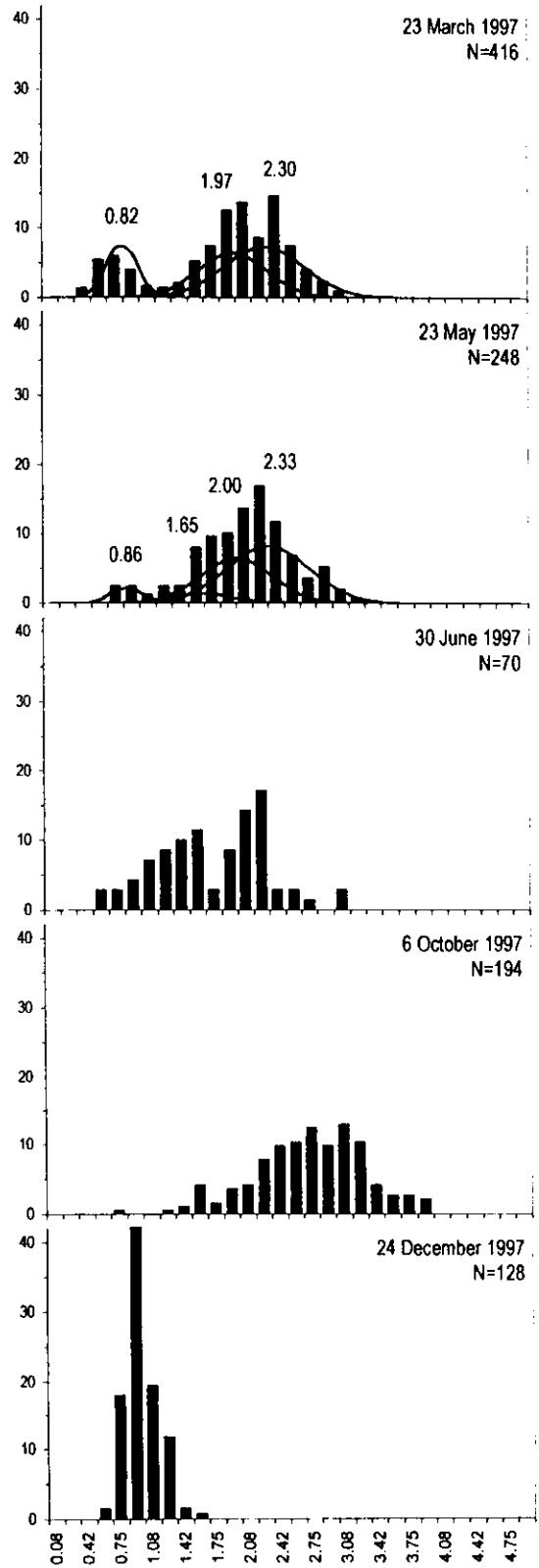
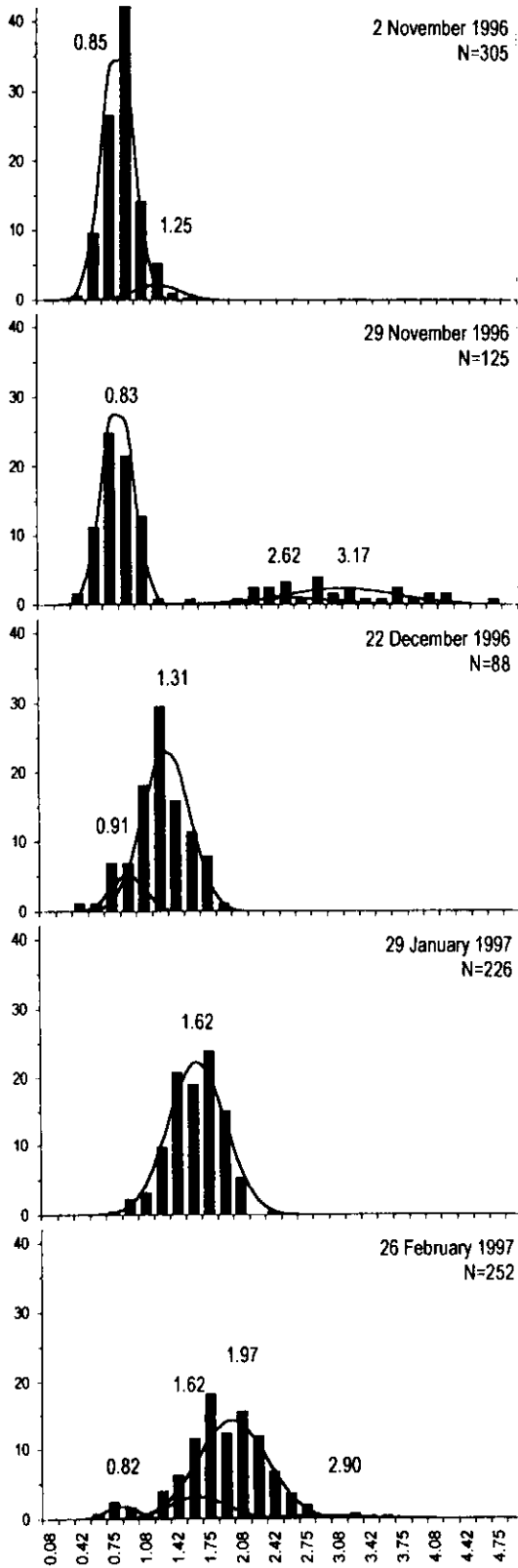


Figure 6 (cont.)

Lovrich et al.



Frequency (%)



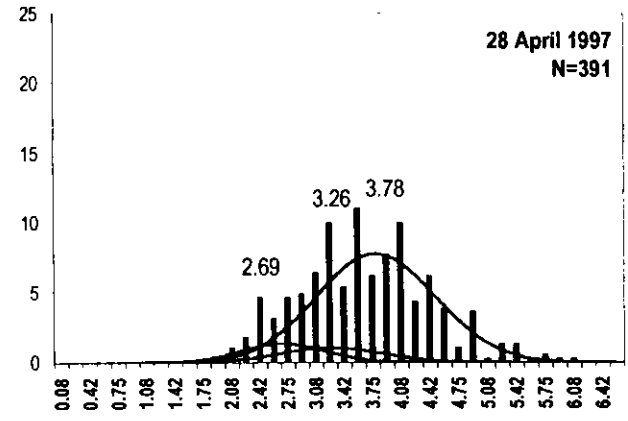
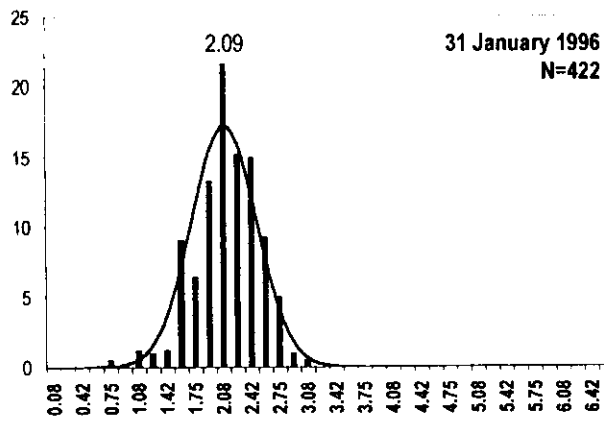
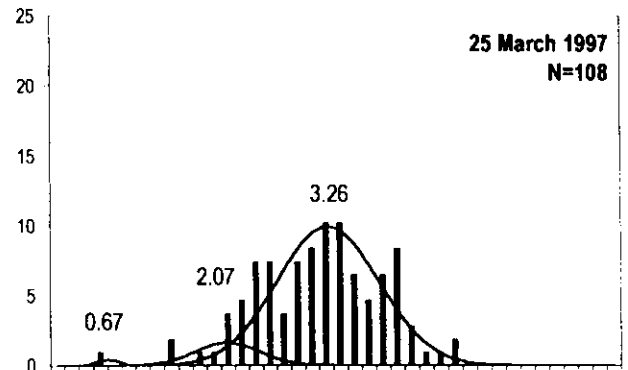
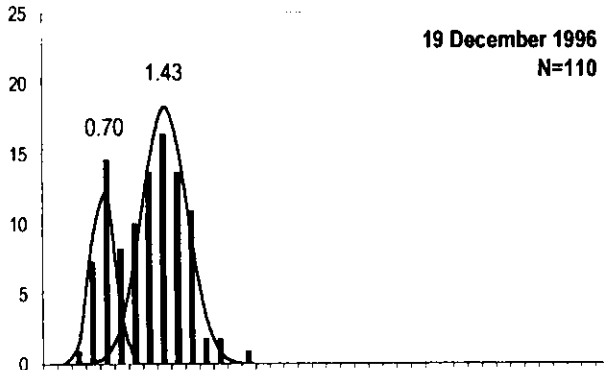
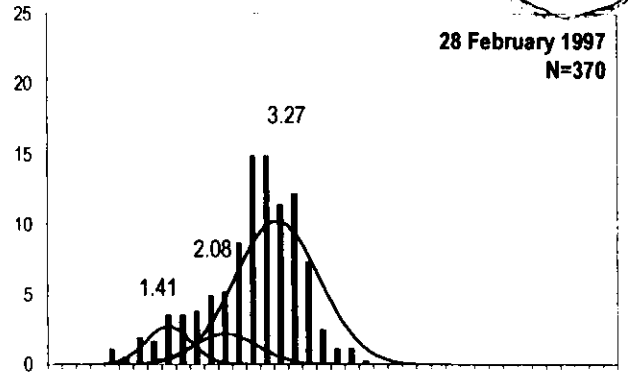
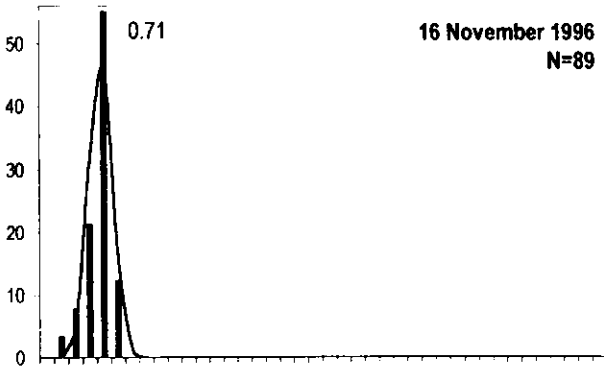
Opercule diameter (mm)

Figure 7

Lovrich et al



Frequency (%)



Opercule diameter (mm)

recruitment to the fishery.

The long-term success of these measures will require that fishers make the choice to extend the existing abundance of crab over the maximum time period possible versus adopting the shorter-term advantage of harvesting more recently-recruited and cleaner adult males, which typically command a better price.

The most up-to-date stock information indicates moderate to strong year class strengths in the northern Gulf for 1988-1992, but weak 1993 and 1994 year classes. Current projections are that exploitable biomass could start to increase again, after the present decline, as soon as 1998 or 1999. If this scenario progresses as anticipated, then the next decline in adult crab abundance due to weak year class strength will occur around the year 2003.

The End of the World: the end of a crab fishery?

GUSTAVO A. LOVRICH
CENTRO AUSTRAL DE
INVESTIGACIONES
CIENTIFICAS (CADIC)
CC 92, (9410) USHUAIA,
TIERRA DEL FUEGO, ARGENTINA
(E-MAIL:
LOVRICH@CADICA.EDU.AR)

In the Beagle Channel, which separates southern Argentina from southern Chile, two lithodid species are fished by traps, the southern king crab, *Lithodes santolla*, and the false southern

king crab, *Paralomis granulosa*. Their distributions overlap and they constitute a modest mixed fishery (landings of about 300 t y⁻¹ for each species).

Both species differ markedly in their life-history traits. *Lithodes santolla* is larger (maximum size 170 mm carapace length (CL); legal size = 120 mm CL), has a generation time of 5-6 y and females carry between 5,000-50,000 eggs. *Paralomis granulosa* is smaller (maximum size 110 mm CL; legal size = 90 mm CL), has a generation time >10 y, and females carry between 800-10,000 eggs. Therefore, if overexploited, time for stock rebuilding to a commercially-exploitable stock size differs markedly between the species.

Ushuaia, Argentina, is the southernmost city of the world, located on the north margin of the Beagle Channel. In the tourism business, it is known as the "End of the World." Since the 1930s, Ushuaia has been the centre of the Argentinean fishery for king crabs. However, fishing is not the main commercial activity. Due to its tax-free status, thousands of jobs have been opened in the electronics industry and massive immigration from the rest of the country has occurred.

In the 1980s, the city experienced explosive growth, growing from 6000 to 42,000 inhabitants. Today, with an economic recession, the unemployment rate is about 20% as factories close or reduce their staff. Workers have been forced to search for other jobs and for some, fishing for

king crabs appeared to be attractive. Until 1991, fishing for king crabs was exclusively done by fishing companies, which owned their own boats. Fishers were simply their employees. Since 1991, though, fishers have begun both to fish for themselves and to sell their own catches.

The smaller boats owned by these new fishers restrict their activity to near Ushuaia. They are referred to as the "artisan-fleet" (boats of 3-5 m length, with 1 fisher), while the company-owned vessels are referred to as the "industrial-fleet" (boats of 10-15 m length, with a crew of 2). In the last four years, artisans have accounted for 17% of the landings of king crabs.

Fishers' have historically preferred *L. santolla*, and this preference, coupled with many years of ignoring regulations (minimum size and exclusive male landing), have led to the recent collapse of the fishery for this species. In 1994, biomass of *L. santolla* had decreased to 20% of what it was in 1982, mean sizes of both males and females had decreased significantly, and the proportion of ovigerous females was 35% (INIDEP 1995).

The *L. santolla* fishery near Ushuaia is now closed, but another fishery for this species immediately began to develop east of the closed area, 100 km from Ushuaia. Distance restricted access to this new fishery by the small boats of artisan fishers. Fishing effort on *P. granulosa* has also recently become high because of its demand in international markets. In the present season, not

204

finished yet, "industrial" landings are reaching a record high level.

Even with the current preference for *P. granulosa*, *L. santolla* is simultaneously fished. Moreover, in the closed area near Ushuaia, the provincial government has allowed the fishing for *P. granulosa* by artisan fishers.

I speculate that the current fishery, which consists of both closed and opened areas, may evolve in two ways. Given the longer generation length and the low fecundity of *P. granulosa*, I suggest that this species cannot support heavy rates of fishing for many years. If present rates of harvest of *P. granulosa* are maintained by both industrial and artisan fishers, fisheries for this species will soon collapse. Population recovery to pre-fishery levels will be relatively slow.

Alternatively, an effective conservative management strategy would be to allocate a fishing effort to each sector of the fishing fleet. Industrial fishers, which can exert a high fishing effort and are more able to expand geographically, should be encouraged to fish for *L. santolla* in areas never previously exploited, since the recovery rate of this species is probably faster. As has occurred to date, *L. santolla* can probably support a heavier, but modest, rate of fishing than *P. granulosa*.

Artisan fishers, who are restricted to operating near Ushuaia, are less capable of handling much gear, and thus to exerting

a heavy fishing effort, should be encouraged to exploit *P. granulosa* at a lower rate.

Cyclic Recruitment of Snow Crab

BERNARD SAINTE-MARIE,
JEAN-MARIE SEVIGNY, BARRY D. SMITH AND GUSTAVO A. LOVRICH.
MAURICE LAMONTAGNE INSTITUTE,
DEPARTMENT OF FISHERIES AND OCEANS, C.P. 1000,
MONT-JOLI, QUEBEC, CANADA G5H 3Z4

Snow crab (*Chionoecetes opilio*) fisheries across the world have proven to be unstable, with mean catch rates and/or landings fluctuating widely over the years (e.g. Hare and Dunn 1993). Since 1988, we have monitored an exploited, coastal population of snow crab in the northwest Gulf of Saint Lawrence, eastern Canada, to resolve the nature of recruitment variability.

The beam trawl used to sample the population retains all benthic growth stages and has provided a clear picture of recruitment patterns. Our times series and prior historical information dating back to 1968 show that the population alternates between groups of strong and weak year-classes, which recur approximately every 8 years. Each year-class impacts the spring fishery about a decade after settlement, which represents the minimum time to grow to the legal size of 95 mm carapace width and harden after molting (Sainte-Marie et al. 1995).

Year-class strength is determined soon in ontogeny, suggesting that settlement intensity and/or early survivorship are critical. The cycle is apparently endogenous and may result primarily from negative, density-dependent interactions between a settling age-class and age-classes established in the preceding 6 years (Sainte-Marie et al. in press).

Cycles cause striking changes in population features, due to the existence of a terminal molt to adulthood for both females and males, to marked intrasexual differences in size and age for recruitment to adulthood, and to a short (5-6 y) life expectancy after terminal molt. The size and maturity composition for both sexes vary asynchronously over time, and marked fluctuations occur in adult sex ratio and female spawning biomass.

Cycles are reflected in the fishery by periodic shifts in the maturity and size of males and in catch rates and landings. The major 1987-89 Gulf fishery collapse, which hitherto was attributed to overfishing (Hare and Dunn 1993), can now more appropriately be explained by a sharp, yet natural, decline in the recruitment of crab to the fishery. Modelling efforts along with field and laboratory studies are underway or have been conducted to assess (1) the various hypotheses proposed to account for population cycling and (2) the effects of intensive male-only exploitation on population dynamics.

Continued on Page 12

HABLEMOS DE LA INMORTALIDAD DEL CANGREJO

Centolla o Centollón? En la pescadería, uno tiene el envase rojo y el otro azul. Pero esa no es la única diferencia. Son dos especies de aspecto y características bien diferentes. Se distinguen de los cangrejos verdaderos por tener un par de patas caminadoras de menos, cuatro pares en lugar de cinco. La centolla es más grande que el Centollón, sus patas son más largas, su cuerpo está recubierto de espinas, y puede llegar a medir 19 cm de diámetro del cuerpo y a pesar cerca de 8 kg. Por su gran tamaño, en algunos lugares del mundo, se la conoce como "cangrejos gigantes". En cambio, como máximo, el centollón mide 12 cm de diámetro y pesa 1,5 kg.

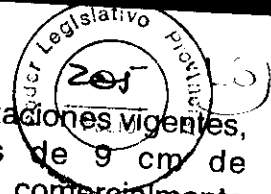
Estos animales también son diferentes en su ciclo de vida. La centolla es mucho más productiva y crece más rápidamente que el Centollón. Dependiendo de su tamaño, una centolla hembra puede llevar en su abdomen entre 5.000 y 50.000 huevos. La madre, los lleva durante 10 meses, aunque los huevos no tienen conexión fisiológica con ella. En el mes de septiembre de cada año, de cada uno de esos huevos nacen una nueva centolla en forma de larva, nadadora. Pueden ser

transportadas por las corrientes marinas hasta que, después de pasar casi dos meses como larva, se "transforman" en centollitas de sólo 3 mm de diámetro. En ese momento, comienzan a ser caminadoras y son de apariencia idéntica a las más grandes. A partir de los 5 años de edad las centollas, machos y hembras, son reproductivos. Ello equivale a un tamaño de 7,5 y 9,5 cm de diámetro en las hembras y en los machos, respectivamente. Los animales siguen creciendo indefinidamente hasta su muerte. Al llegar a los 12 cm de diámetro, sólo los machos pueden ser utilizados en forma comercial. Este tamaño se alcanza a los 8-9 años de edad.

El Centollón es menos productivo y de crecimiento más lento que la centolla. Las hembras llevan notablemente menos huevos, entre 800 y 10.000, durante un período más largo, de 20 meses. Las larvas son también nadadoras y muy similares a las de la centolla. Una vez que se transforman en "cangrejos", tardan alrededor de 10 años en alcanzar el tamaño reproductivo, a los 6 cm de diámetro aproximadamente. Tanto los machos como las hembras siguen creciendo indefinidamente. De acuerdo a

las reglamentaciones vigentes, los machos de 9 cm de diámetro son comercialmente aptos. Y de acuerdo a nuestras investigaciones, ese tamaño se alcanza a los 15 años de edad.

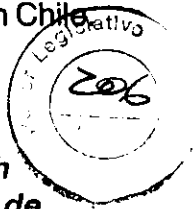
El principal factor de mortalidad de estos cangrejos es la pesca. Tanto en Chile como en Argentina, esta actividad comenzó en los años 30, con la extracción casi exclusiva de centolla. El Centollón no tenía valor comercial y era descartado. Su interés comenzó a principio de los años 80, cuando la centolla comenzó a escasear. En 1984, se alcanzó el récord de desembarques de centolla, de casi 3.000 toneladas. A partir de ese momento los desembarques disminuyeron considerablemente. Como consecuencia, creció el interés por el centollón y se empezó a comercializar. Su record de desembarques se registró en 1991, con 3.600 toneladas. Actualmente, en el Canal Beagle y en el Estrecho de Magallanes, el Centollón es la más pescada de las dos especies. La pesquería argentina es responsable de sólo el 8 % del conjunto de desembarques chilenos y argentinos de centolla y centollón.



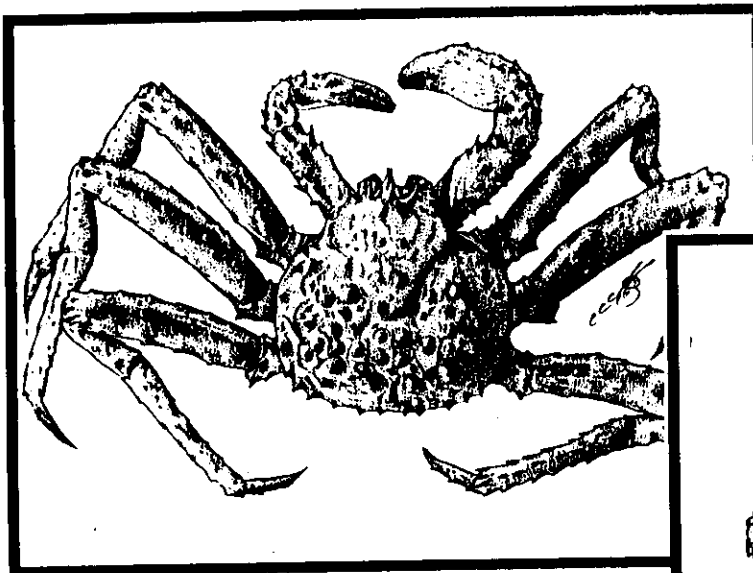
En los últimos años, el interés por estos cangrejos ha aumentado. Mientras que en Argentina la pesca de centolla y centollón se realizó casi exclusivamente en el Canal Beagle, en Chile se hizo en las aguas costeras de todo el archipiélago de Tierra del Fuego. Desde hace pocos años, se pesca también centolla desde Río Grande y en las cercanías de Comodoro Rivadavia. En las Islas Malvinas, se intentó promover la pesca del Centollón, pero la cantidad de animales allí presentes sólo permitía una temporada de pesca cada 10 años. En las Islas Georgias del Sur, desde hace tres años, un pesquero norteamericano viene desde Alaska en febrero de cada año para pescar otra especie, que habita en profundidad, el Centollón espinoso.

¿Cuál es la situación actual en el Canal Beagle? En el área cercana a Ushuaia está prohibida la pesca de la centolla y está permitida en forma muy limitada la del centollón. Durante años, la explotación intensiva de la centolla hizo desaparecer los animales más grandes, primero y los reproductivos, después. Se ha visto que año a año, el tamaño de los animales capturados disminuyó y que había cada vez menos hembras con huevos. Esto hizo que la población no pueda generar nuevos individuos, que servirían a la pesca más tarde. Esto obligó a desplazar la pesca de la centolla y del centollón al Este de Almanza. De todas formas, cualquier decisión de conservar los recursos pesqueros son ineficientes si no son acompañadas con medidas

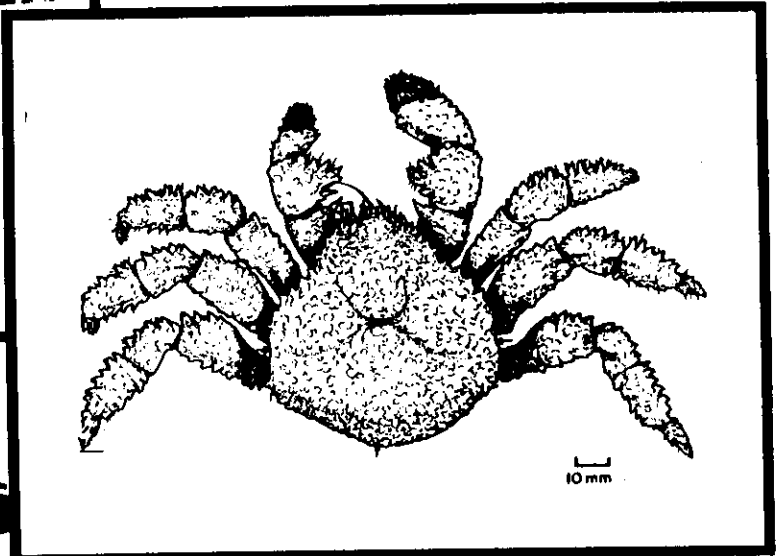
similares ahí enfrente, sobre la margen sur del Canal, en Chile



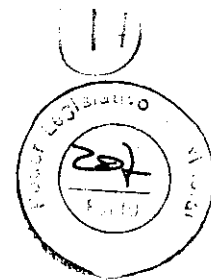
Dr. Gustavo A. Lovrich
Las ilustraciones son de Miguel Barbagallo.
Programa de Biología Marina
Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC)



CENTOLLA



CENTOLLON



Los crustáceos marinos de interés comercial en Argentina(*)

Gustavo A. Lovrich

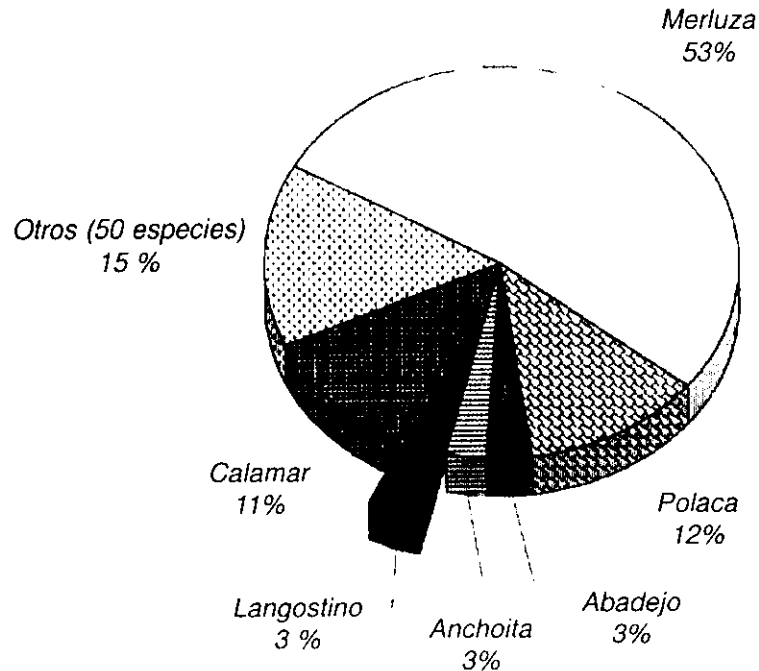
En la cazuela de mariscos, los crustáceos son distinguidos por su característico sabor dulzón y suave, y muchas veces la calidad del plato está dada por la cantidad de crustáceos. Desde el punto de vista de la clasificación de los seres vivos (taxonomía), los crustáceos son básicamente animales con un exoesqueleto endurecido y patas articuladas. Algunos especialistas todavía los clasifican dentro de los artrópodos (junto a las arañas e insectos), pero otros han sugerido que tienen identidad taxonómica propia. El grupo de los crustáceos incluye no sólo los candidatos a la cazuela y cócteles como los cangrejos, langostinos, centollas y langostas, sino también una gran cantidad de otros grupos de especies que apenas superan el centímetro como los bichos bolita de jardín (isópodos), pulgas de agua dulce (cladóceros) o de agua salada (anfípodos), o el krill (eufáusidos). Claro que por su tamaño y cantidad de carne, los decápodos (=diez patas) históricamente fueron los preferidos para la explotación comercial y utilizados principalmente para el consumo humano. Sin embargo, es posible que productos naturales derivados de los crustáceos puedan ser usados para otros fines, como por ejemplo en la industria láctea o de la salud.

En las últimas dos décadas, Argentina ha sido exportadora de productos marinos. Más del 65% de los desembarques de la flota pesquera estuvieron constituidos por especies de peces tales como las merluzas, polaca y abadejo (Figura 1). El crustáceo que se explota con mayor intensidad ha sido el langostino (*pleoticus muelleri*), cuyos desembarques oscilaron entre 2100 y 23.000 t al año, y que representaron sólo el 3% del total de 700.000 toneladas de 1992. Los desembarques de los otros crustáceos explotados no han superado -en conjunto-, las 1000 t anuales. Entre 1990 y 1995, el valor de las exportaciones producto de la pesca se triplicó desde 300 a 900 millones de dólares al año y el valor de las exportaciones de crustáceos representaron entre el 15 y 30%. Evidentemente, el valor económico de los crustáceos es uno de los más altos de las pesquerías argentinas.

(*)Parte del curso "Ecología y dinámica de crustáceos decápodos", realizado en el CADIC en noviembre de 1998, junto con el Dr. Matthias Gorny del Servicio de Intercambio Académico Alemán.

Figura 1

Proporción específica de los desembarques en el Mar Argentino en 1992 (Anuarios estadísticos FAO).



Es deseable que las pesquerías permanezcan rentables en el tiempo logrando que los rendimientos sean más o menos similares a lo largo de las diferentes temporadas de pesca. De esta manera se conservan los efectivos que revisten interés particular -por ejemplo los reproductores-, áreas específicas -por ejemplo de reproducción-, o una cantidad mínima de animales para que la población siga funcionando adecuadamente. Para cumplir con estos objetivos, se establecen normas que regulan la extracción pesquera y la mayoría de las veces están basadas en diferentes aspectos del ciclo de vida de las especies en cuestión. Sin embargo, en muchos casos estas regulaciones son concensuadas entre el sector industrial pesquero y los entes de aplicación.

En este artículo se describen las pesquerías de las cinco especies de crustáceos que en la Argentina han tenido interés comercial en los últimos años. También se incluyen especies de crustáceos candidatas a la pesca y sus posibles aplicaciones.

LANGOSTINO, *PLEOTICUS MUELLERI*



El producto final de la pesca del langostino son los individuos enteros o decorticados (sin su exoesqueleto), hervidos o crudos. Su tamaño máximo es de aproximadamente 20 cm de largo, que lo hace muy atractivo para la gastronomía. El langostino se pesca desde hace más de 60 años y es el principal crustáceo que se pesca en el litoral argentino. En los últimos 20 años, sus desembarques oscilaron entre las 4 y 24.000 toneladas, y se registraron los desembarques máximos en 1984, 1988 y 1992.

En el litoral argentino existen tres unidades de pesca diferentes: el área comprendida entre Mar del Plata y Bahía Blanca, la costa de Chubut, y el norte de la costa de Santa Cruz. En el área de Mar del Plata, las embarcaciones utilizadas son conocidas como "flota amarilla" y son los tradicionales barcos de pesca que se ven en el puerto de esa ciudad. Estos son pequeños, de entre 7 y 20 m de largo, con equipamiento limitado, y que vuelven a puerto cada día entregando el producto fresco, ya sea crudo o hervido a bordo. El rendimiento diario de la pesca de estas embarcaciones es de aproximadamente 120 kg por día, que representan apenas 200 t al año.

La pesquería del litoral patagónico se extiende al sur del paralelo de 43° S, a lo largo de la costa del Chubut hasta el Golfo San Jorge. En esta zona, la flota de pesca es mixta y está compuesta por buques factoría, congeladores y fresqueros, en general con tamaños superiores a los 35 m de largo. En épocas de abundancia del recurso, unas 100 embarcaciones pesqueras realizan sus actividades en esta área. Los buques congeladores, por ejemplo, pueden llegar a capturar unas 200 t en 45 días de pesca, que representan unas 15 a 20 mil toneladas al año. De acuerdo con las migraciones circadianas de los langostinos, en esta pesquería se utilizan redes que pasan cercanas al fondo durante el día y redes de gran abertura (y eficiencia) que pescan en la mitad de la columna de agua, durante la noche.

El principal problema de esta pesquería es la captura de especies no deseadas o "bycatch", como por ejemplo los juveniles de merluza. En la Argentina, se ha desarrollado una red que permite el escape de estos peces y que es de uso obligatorio. De no utilizar esta modificación en las redes de langostino, se afectaría indirectamente la tan rentable y actualmente diezmada pesquería de merluza. En consecuencia, esta especie reviste particular interés pesquero y el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) ha realizado más de 30 campañas de investigación que ha permitido desarrollar el conocimiento sobre esta especie.

El langostino es una especie de vida corta y tiene una longevidad de 2 años (Boschi 1989). Las diferentes etapas del ciclo de vida del langostino ocurren en diferentes áreas del litoral patagónico. La freza y el desove ocurre durante 2-4 meses a la latitud de la Península de Valdés, donde habitualmente se encuentran los animales de mayor tamaño. Los huevos son liberados a la columna de agua, de donde nacen unas pequeñas larvas nadadoras (tamaño 0,03-0,5 cm) que pueden ser encontradas en toda la columna de agua a diferentes profundidades durante 15 a 30 días. Estas larvas y poslarvas (2 cm) son gradualmente transportadas hacia el sur, al mismo tiempo que crecen y descienden en profundidad. Este proceso duraría hasta 90 días. Luego los langostinos en estadio de poslarva avanzada y juveniles (hasta 10 cm) llegan a un área de cría, situada en el sur del Golfo San Jorge conocida como Mazarredo. Después de 5-9 meses en este lugar, los langostinos subadultos (10-13 cm) y adultos (más de 13 cm) comienzan a migrar activamente hacia el norte en un proceso que duraría entre 5 y 9 meses hasta llegar a la latitud de la Península de Valdés donde el ciclo se reinicia nuevamente. (Fuente bibliográfica: Boschi, 1989; 1997).

CAMARÓN, *ARTEMESIA LONGINARIS*



El camarón -a ojo del consumidor- es morfológicamente similar al langostino, pero más pequeño, aunque desde el punto de vista taxonómico esta especie es lo suficientemente diferente como para formar parte de otra familia. El camarón se encuentra entre Río de Janeiro (22°S) y la Península de Valdés (43°S). Su tamaño máximo aumenta hacia el sur de su distribución: en el norte es de 2 cm de largo y a la latitud de Rawson es de 4 cm.

UNIVERSIDAD 3/98

La pesquería del camarón está particularmente desarrollada en el sur de Brasil, donde se registran desembarques de alrededor de las 2200 toneladas al año. En la Argentina, el principal puerto de desembarque es Bahía Blanca donde se registran entre 150 y 250 t al año, de un total de 400 toneladas desembarcadas también en Mar del Plata y Bahía Blanca. Sin

embargo, el 50% de los desembarques de camarón se utilizan como carnada para la pesca deportiva. (Fuente bibliográfica: Boschi, 1997).

CANGREJO NADADOR, *OVALIPES TRIMACULATUS*



Esta es una especie del grupo de cangrejos verdaderos y con una distribución geográfica amplia que se extiende en los tres océanos. En la Argentina ocurre desde la Bahía de Samborombón hasta Chubut. Este cangrejo puede alcanzar los 8 cm de largo del cuerpo. En la costa atlántica de Buenos Aires, este cangrejo se captura con redes de arrastre de fondo, como fauna acompañante del camarón, langostino y peces de fondo. También puede ser objeto de pesca deportiva con mediomundo. La pesquería de este cangrejo es modesta y sus desembarques promedio han sido de 10 t al año. Su utilización es exclusivamente gastronómica y local. (Fuente bibliográfica: Fenucci y Boschi, 1975; Boschi, 1997).

CENTOLLAS *LITHODES SANTOLLA*, *LITHODES CONFUNDENS*, *PARALOMIS GRANULOSA*, *PARALOMIS SPINOSSISIMA* Y *PARALOMIS FORMOSA*



Centolla Lithodes santolla



Centollón Paralomis granulosa

Las centollas se caracterizan por su similitud a los cangrejos, son de gran tamaño y alto contenido en carne. En la plataforma continental argentina ocurren 3 especies de centollas (centollas *lithodes santolla*, *l. confundens* y centollón o falsa centolla *p. granulosa*) que son objeto de explotación comercial. Otras dos especies potencialmente explotables (*p. spinossisima* y *p. formosa*) ocurren en cercanías de las Islas Georgias del Sur.

En la Argentina existen varias pesquerías de centollas: en el Canal Beagle, en la costa Atlántica de Tierra del Fuego y sur de Santa Cruz, y en el Golfo San Jorge. Históricamente, la más importante ha sido la del Canal Beagle - cerca de Ushuaia -, donde se ha pescado centolla y centollón desde la década de 1930. En su mejor momento promediando la década de 1980, esta pesquería extraía aproximadamente 250 t anuales de centolla. A partir de entonces, la abundancia de la centolla comenzó a disminuir -principalmente por efecto de la pesca- y se comenzó a pescar centollón. Durante 1994-1998 los desembarques de centollón han sido los máximos registrados y de aproximadamente 350 t anuales. La pesca en el Canal Beagle es semiartesanal, se realiza con trampas cebadas con carnada, que se revisan cada 2-4 días y se reubican de acuerdo con los rendimientos. En las plantas situadas en Ushuaia, se elabora el producto final de carne congelada de los músculos de las patas. Prácticamente la totalidad del producto se exporta a los EEUU y Europa. La pesca en el Canal está regulada principalmente por una ley que permite la captura exclusiva de machos mayores a una talla determinada (talla legal), que depende de la especie.

Las dos especies del Canal Beagle son morfológicamente diferentes: la centolla es de gran tamaño (20 cm de largo del cuerpo y casi 7 kg de peso) y su cuerpo está recubierto de espinas, mientras que el centollón es más pequeño (12 cm de largo y 1 kg de peso) con su cuerpo recubierto de gránulos y sedas. Esta diferencia explica la preferencia y el precio más alto de la centolla. Estas especies también difieren en su ciclo de vida. La centolla comienza a producir los huevos a los 5 años de edad, puede llevar entre 5.000 y 60.000 huevos, y los machos alcanzan la talla legal a los 6 o 7 años. En contraposición, el centollón tiene una tasa de crecimiento más lenta, las hembras comienzan a producir huevos a los 10 años de edad, y los machos tardan 14 años en alcanzar la talla legal.

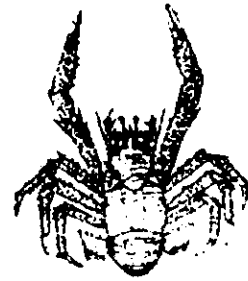
La otra pesquería de centolla *lithodes santolla* del litoral marítimo argentino se ha desarrollado como parte de la pesquería múltiple del Golfo San Jorge desde Comodoro Rivadavia. En este caso, la centolla comenzó a capturarse como fauna acompañante de la pesca de merluza y abadejo, y en consecuencia sus desembarques han sido muy variables. Sin embargo, desde 1994 éstos han sido los máximos del país para esta especie y de aproximadamente 300 t anuales (Vinuesa et al. 1998). El producto de esta pesquería -centollas enteras o carne congelada- es para consumo interno exclusivamente. La pesca de centolla en el Golfo San Jorge se ha realizado mediante redes de arrastre, pero como son poco selectivas porque atrapan y dañan animales de todos los tamaños, se están revisando las regulaciones para que contemplen el uso de trampas como arte de pesca exclusivo.

En la costa atlántica de Tierra del Fuego y sur de Santa Cruz aparece otra especie de centolla denominada *lithodes confundens*, que es morfo-

lógicamente muy similar a la del Canal Beagle. Es particularmente abundante cerca de la costa durante el verano, que junto a las enormes diferencias de mareas que ocurren en la Patagonia, hacen que se las encuentre en la playa durante la marea baja. A principios de la década de 1970 y cerca de Río Gallegos, este hecho ha sido propicio para desarrollar una pesquería basada en la playa que operaba con redes del tipo trasmallo, fijadas en la arena. En la actualidad, la pesca de esta especie es del tipo deportivo. En todos los casos, los "desembarques" fueron destinados al consumo local.

Existen otras áreas en que la pesca de centollas ha sido de carácter exploratorio. En las Islas Malvinas entre 1985 y 1988, hubo un intento de desarrollar la pesquería del centollón. Se desembarcaron sólo 53 toneladas, se juzgó que no era económicamente rentable, y no se continuó la pesca. Cerca de las Islas Georgias del Sur, una compañía norteamericana ha realizado campañas exploratorias entre 1992 y 1995. En total se han capturado unas 280 t de dos especies de centollón *paralomis spinosissima* y *p. formosa*, y aparentemente con buenos rendimientos. (Fuente bibliográfica Lovrich, 1997 y las allí incluidas).

ESPECIES POTENCIALES: LAS LANGOSTILLAS, *MUNIDA SUBRUGOSA* Y *M. GREGARIA*



Las langostillas o bogavantes, *munida subrugosa* y *m. gregaria* tienen aproximadamente 5/8 cm de longitud o 10/20 g de peso en su edad adulta. Se distribuyen en toda la plataforma continental argentina, Canal Beagle, Estrecho de Magallanes, y por el Pacífico al sur de los 42° S. En el Canal Beagle y al sudeste de la Isla Navarino, su abundancia varía entre 20 y 50 individuos por m², y en términos de densidad son los decápodos más importantes de la comunidad del fondo marino.

Estas langostillas han sido sugeridas como un recurso natural explotable pero nunca se extrajeron a niveles comerciales. En la actualidad, los únicos integrantes de la familia que son explotados en el mundo son el "langostino amarillo", *cervimunna johni* y el "langostino colorado", *pleuron-*



codes monodon de la costa de Chile central (35°S). Son comercializados en el mercado internacional como camarones cocteleros y su explotación representa ingresos anuales de 10 millones de dólares.

Los usos de las langostillas pueden ser varios: (1) para consumo humano como camarón coctelero, (2) como fuente de astaxantinas como el complemento alimentario y coloración de salmónidos de cultivo, y de coloración de los huevos en gallinas ponedoras (3), como fuentes de proteasas digestivas para la producción de quesos, y (4) como fuentes de proteínas para alimentos balanceados (Auriolos-Gamboa y Balart, 1995).

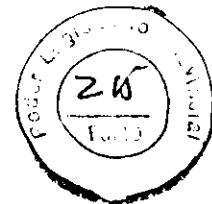
La langostilla patagónica podría utilizarse para el consumo humano y constituir un recurso económico para la Patagonia, porque su rendimiento es similar al de las especies actualmente comercializadas y su gusto es aceptado por el consumidor (Lovrich et al. 1999). Sin embargo, es necesario conocer la productividad de ambas especies para establecer su exacta dimensión y potencialidad como recurso natural. Además como las langostillas son presas de una treintena de organismos, desde el punto de vista ecológico se deberá estudiar el impacto de la explotación de las langostillas sobre el resto de la comunidad.

Notas bibliográficas

Las ilustraciones de camarón, langostino, cangrejo nadador y langostilla fueron tomadas de Boschi et al. (1992). Las de centolla y centollón fueron realizadas por Miguel A. Barbagallo del CADIC.

Bibliografía

- Auriolos-Gamboa, D. y Balart, E. F. (Eds). 1995. La langostilla: biología, ecología y aprovechamiento. Centro de Investigaciones Biológicas del noroeste, S.C. 233 pp.
- Boschi, E.E. "Biología pesquera del langostino (*pleoticus muelleri*) del litoral patagónico de Argentina". INIDEP Contribuciones 646. 71 pp. 1989.
- Boschi, E.E. Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de la República Argentina. Investigaciones Marinas (Valparaíso) 25: 19-40. 1997.
- Boschi, E.E.; Fischbach, C.E. & Iorio, M.I. 1992. Catálogo ilustrado de los crustáceos estomatópodos y decápodos marinos de Argentina. Frente Marítimo 10: 7-94.
- Fenucci, J.L. y Boschi, E.E. 1975. Contribución al conocimiento biológi-



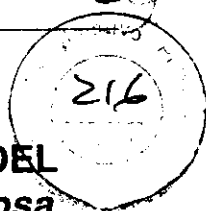
- co del cangrejo comercial de las aguas costeras de la provincia de Buenos Aires. ovalipes trimaculatus (De Haan) (Crustacea, Decapoda, Portunidae). Physis Secc. A, 34 (89): 291-308.
- Lovrich, G.A. La pesquería mixta de centollas lithodes santolla y paralomis granulosa (anomura: lithodidae) en Tierra del Fuego, Argentina. Investigaciones Marinas (Valparaíso) 25: 41-67. 1997.
 - Lovrich, G.A.; Casalnuovo, M. A.; Molina, S.I.; Cárcamo, C. y Pierotti, R.. Las langostillas munida subrugosa y m. gregaria (Decapoda, Anomura) como potencial recurso económico patagónico. Naturalia Patagónica Cs. Biól. (Comodoro Rivadavia) 5. En prensa. 1999.
 - Vinuesa, J.H.; Balzi, P. y Lovrich, G. A. La centolla lithodes santolla del Golfo San Jorge. Contribución Científica del Centro Austral De Investigaciones Científicas (Ushuaia) 32: 32 pp

SUMARIO

En este artículo se describen las pesquerías de los crustáceos que en la Argentina han tenido interés comercial en los últimos años. El langostino ha sido la especie que ha liderado los desembarques de crustáceos de la Argentina de los últimos 20 años. Las pesquerías de camarones, centollas, y cangrejos en conjunto nunca superaron el 8% de los desembarques de langostinos. Se presenta también el potencial interés comercial que reviste la langostilla patagónica.

ABSTRACT

In this article, I describe the fisheries for crustaceans that in the last years has been of commercial interest in Argentina. In the last 20 years, one species of shrimp has leaded crustacean landings. The fisheries for other shrimp species, king crabs and crabs has never been larger than the 8% of shrimp landings. I also present the potential commercial interest of the patagonian squat lobster.



EL CIRRIPEO *Notobalanus flosculus* COMO INDICADOR DEL PERIODO INTERMUDA DEL CENTOLLÓN *Paralomis granulosa*.

Gustavo A. Lovrich¹ & Javier A. Calcagno²

¹CONICET - Centro Austral de Investigaciones Científicas, lovrich@satlink.com y ²Depto. Cs. Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, javier@bg.fcen.uba.ar

ABSTRACT

In coastal waters of Southern South America the lithodid crab *Paralomis granulosa* is the main fishing resource. In this study, we tested whether the intermolt period of male *P. granulosa* lasts one year. We used the prevalence and size of the barnacle *Notobalanus flosculus* as epibiont of *P. granulosa*, the time of the settlement of barnacles in relation to *P. granulosa* molting period, and the water contents of crabs with or without epibiont cirripeds to demonstrate that: (1) The prevalence of epibiont *N. flosculus* was greater in crabs >80 mm carapace length, CL; (2) Barnacles settled in november, one month before the molting period of *P. granulosa*; (3) Barnacles grew during their period as epibionts; (4) The water contents of the cheliped of crabs with epibiont barnacles was constant throughout the molting period. Hence, we conclude that male *P. granulosa* >80 mm CL may skip their annual molt and thus constrain the increase of the fishing stock.

KEY WORDS: Growth, crab, barnacle, fishery recruitment.

RESUMEN AMPLIADO

El centollón *Paralomis granulosa* (Anomura: Lithodidae) constituye el principal recurso pesquero costero de Tierra del Fuego. Sin embargo, se desconoce la tasa de crecimiento de los ejemplares machos adultos, que son los que revisten interés comercial. En los crustáceos, el período intermuda es una información clave para calcular su tasa de crecimiento y en consecuencia la magnitud del incremento del stock pesquero después de cada temporada de muda. El crecimiento de los juveniles de centollón es lento (Lovrich y Vinuesa 1995) y se espera que la frecuencia de muda disminuya con un aumento de la edad. La hipótesis del presente trabajo es que los machos de *P. granulosa* mudan y reclutan a la pesquería (> talla legal=82 mm de largo de caparazón, LC) en forma anual.

Desde 1995 hasta 1997 y en forma bimestral, se registraron parámetros poblacionales de *P. granulosa* del Canal Beagle, Argentina (55° S, 67° W). En los ejemplares macho se registró su talla (como LC), edad relativa del caparazón y presencia de cirripedios epibiontes. Para estimar el tamaño de los cirripedios epibiontes, mensualmente se eligieron al azar 10-15 machos de *P. granulosa* con *N. flosculus* y se midió el diámetro de su opérculo. Como durante la ecdisis la proporción de agua en los tejidos cambia abruptamente y para evaluar el estadio de muda independientemente de la

epibiosis, entre junio 1996 y octubre 1997 se midió el contenido de agua del quelípodo derecho en lotes mensuales de 15 *P. granulosa* con y sin cirripedios epibiontes, respectivamente. Se registró el período de asentamiento de los cirripedios por medio de 240 colectores artificiales instalados en el Canal Beagle en septiembre de 1996 y monitoreados mensualmente hasta enero de 1998.

Los cirripedios *Notobalanus flosculus* como epibiontes de los *P. granulosa* macho ocurrieron a una densidad promedio de 51 (\pm DS:70) individuos por caparazón y su prevalencia fue significativamente más alta en los animales >80 mm LC (P Prueba exacta de Fisher << 0,0001; Fig. 1). En los colectores artificiales, los cirripedios *N. flosculus* se asentaron en noviembre de cada año (Fig. 2). La ocurrencia de exoesqueletos en estadio postmuda durante diciembre o de intermuda temprana durante enero indican que los machos de centollón *P. granulosa* mudaron en diciembre. La talla mínima de los cirripedios *N. flosculus* epibiontes sobre *P. granulosa* fue registrada en noviembre y se registró un progresivo aumento en su tamaño durante los siguientes 12 meses (Fig. 2). Entre diciembre y marzo, el contenido de agua del quelípodo de los machos de *P. granulosa* con cirripedios epibiontes fue significativamente más bajo y constante, que el de los que no tenían cirripedios (Fig.3).

217

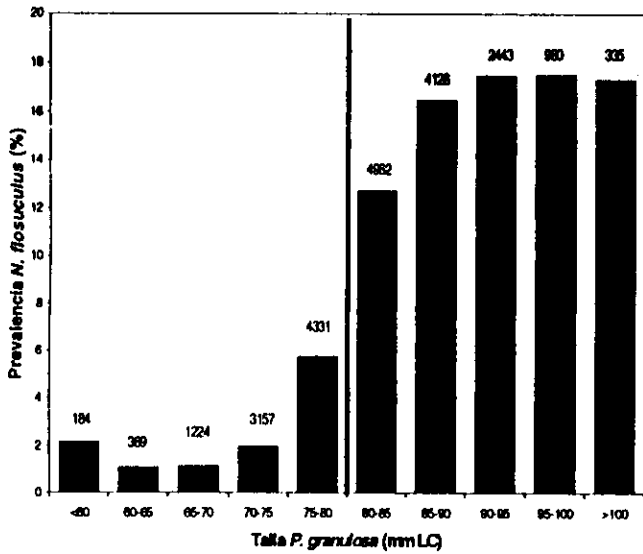


Figura 1. Prevalencia del cirripedio *Notobalanus flosculus* como epibionte del centollón *Paralomis granulosa*, según sus intervalos de talla, en el Canal Beagle entre 1995 y 1997. La línea vertical representa la talla legal de la pesquería y los números sobre las columnas el tamaño de la muestra.

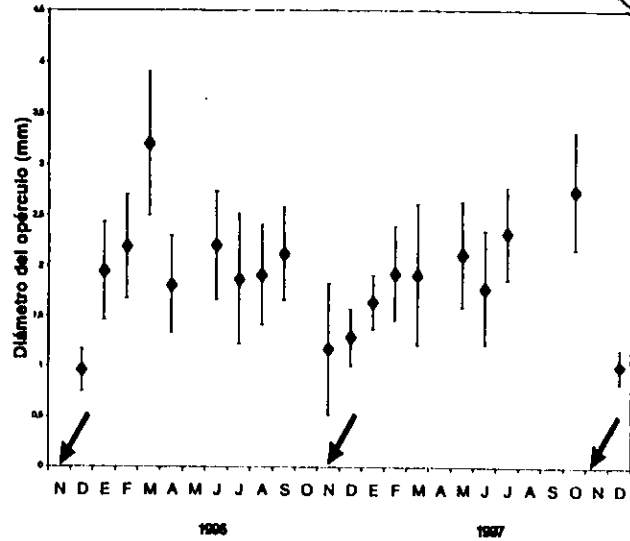


Figura 2. Diámetro promedio (± 1 DS) del opérculo de *Notobalanus flosculus* como epibionte del centollón *Paralomis granulosa* entre diciembre 1995 y diciembre 1997. Con flechas se indican las épocas en que se registró asentamiento de cirripedios en colectores artificiales.

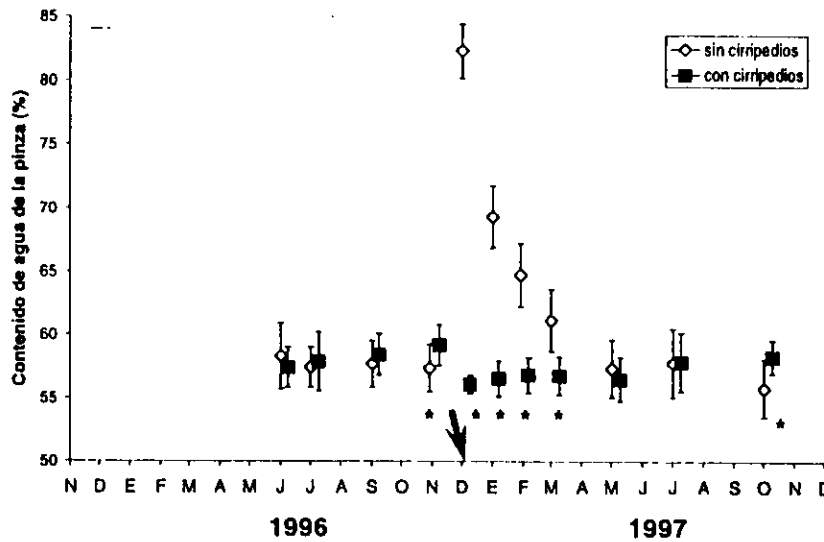


Figura 3. Contenido de agua promedio (± 1 DS) del quelípodo derecho de los machos de *Paralomis granulosa* con o sin cirripedios epibiontes, respectivamente. La flecha indica la época de muda de *P. granulosa*. Los asteriscos indican diferencias significativas (prueba de t-Student, $p < 0,01$).

Nuestros resultados indican que los ejemplares de *P. granulosa* que exhiben cirripedios epibiontes podrían haber omitido la muda anual. Los cirripedios *N. flosculus* se asientan durante noviembre, y si los centollones mudaran en diciembre los perderían con el viejo exoesqueleto. Por el contrario, los cirripedios permanecen y crecen en aquellos ejemplares de *P. granulosa* que no mudan. Por último, el valor constante del porcentaje de agua en los centollones macho con cirripedios epibiontes y más bajo que el de los centollones sin cirripedios que mudaron durante diciembre, confirma la omisión de la muda anual. La omisión de la muda

anual de los centollones >80 mm LC limitaría el incremento del stock pesquero. En la población, el indicador de la proporción mínima de animales que no mudaron estaría indicada por la proporción de *P. granulosa* machos que exhiban *N. flosculus* como epibiontes.

Referencias Bibliográficas

Lovrich, G.A. y J.H. Vinuesa. 1995. Scientia Marina (Barcelona) 59(1): 87-94.

18
218

Ushuaia, 25 de agosto de 2000

RE: Res Legislatura 136/00

Al Sr. Director del
CADIC
S / D

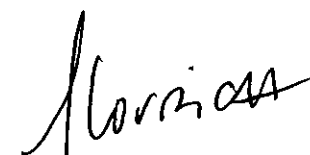
De mi consideración:

Me dirijo a Ud. a fin de adjuntarle un informe, artículos científicos y de divulgación para dar respuesta a la solicitud que realizara la Legislatura Provincial por medio de la Res. 136/00.

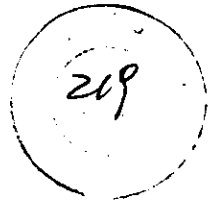
Como la situación de la pesquería mixta de centolla y centollón puede ser particular y se requiere una adecuada interpretación de la información, le comunico que quedo a disposición de la Legislatura Provincial para cualquier requerimiento sobre el particular.

Además, solicito a Ud. que comunique a las autoridades legislativas que el ámbito adecuado para la discusión e implementación de políticas pesqueras es el Consejo Provincial Pesquero, en el que el Poder Legislativo tiene dos representantes. Asimismo, debo informarle que el Consejo no se reúne desde noviembre de 1999.

Atentamente,



Dr. Gustavo A. Lovrich
Lab. Biología de Crustáceos



INFORME
Res. Legislatura Provincial 136/00
Producido por Dr. Gustavo A. Lovrich
Lab. Biología de Crustáceos (CADIC)

El presente informe resume la información que se adjunta en formato de artículos científicos. Ésta se produjo en el ámbito de este laboratorio en los últimos 5 años sobre las 4 especies de centollas (*Lithodes santolla*, *Lithodes turkayi*, *Lithodes confundens* y *Paralomis granulosa*) que se encuentran en el área costera de la Isla Grande de Tierra del Fuego. La información producida previamente (3 tesis de doctorado y otros varios artículos científicos) está, en general, contemplada en los artículos científicos e informes que se remiten.

Debe aclararse que después de un período de inactividad entre 1992 y mediados de 1995, el Laboratorio de Biología de Crustáceos comenzó a realizar un estudio de la población de centolla y centollón del Canal Beagle. Se produjeron 3 informes sobre el estado de la pesquería, que se adjuntan como las Contribuciones Científicas del CADIC N° 25, 31 y 33.

El objetivo principal de los estudios producidos por el Laboratorio no ha sido evaluar la evolución de la pesquería después de la veda impuesta por el Poder Ejecutivo Provincial, sino el de generar la información biológica básica sobre las especies en cuestión. Ésta servirá a las autoridades provinciales (a través de sus estamentos técnicos) a evaluar el estado de los recursos y predecir su evolución. Esto sólo puede lograrse a partir complementar nuestros resultados con la obtención de información actualizada y confiable de la población que sostiene la pesquería.

Se debe aclarar que el manejo de la pesquería mixta de centolla y centollón en el Canal Beagle es particular, y varía de acuerdo a su grado de explotación y cercanía con la ciudad de Ushuaia. Actualmente, se pueden definir tres áreas con diferente intensidad de explotación. La primera es el área del Canal cercana a la ciudad de Ushuaia comprendida entre el límite occidental con Chile hasta la Isla Gable, de aproximadamente 114 km² de superficie. Desde la década de 1930 hasta fines de 1980, los desembarques provinieron casi exclusivamente de este área. Los descensos en los rendimientos de captura, principalmente de centolla, promovieron la expansión la pesquería hacia el este. Sin embargo, a partir de 1994 el área comprendida entre el límite occidental y Punta Segunda ha sido vedada y sólo se permite la pesca de centollón a los pescadores artesanales en la Bahía Ushuaia, hecho que obligó a la flota industrial a operar entre Puerto Almanza y Punta Moat. La segunda es el área al este de la Isla Gable, entre Puerto Almanza y Punta Moat, de aproximadamente 120 km² de superficie, que actualmente es explotada por la flota industrial y parte de la flota artesanal, y donde se extrae principalmente centollón. Es probable que a las tasas actuales de extracción la densidad de población de centollón disminuya al punto de no ser rentable, y la pesca se desplace más aún hacia el este. La tercera es la que comprende las bahías del este de la Isla Grande que están actualmente sin explotar. No se cuenta con información sobre la población de centolla del área comprendida entre Punta Segunda y Punta Mota.



A continuación se contestan los puntos de la Resolución.

1. y 3. Se adjuntan las CC CADIC N° 25, 31 y 33, donde se informa la situación de los recursos centolla y centollón, y el artículo de la revista Investigaciones Marinas.
2. Se adjuntan las publicaciones producidas desde 1995 a la fecha y un manuscrito que ha sido aceptado para publicar en la revista Fishery Bulletin, de los EEUU. Se debe aclarar además que para diciembre del corriente se contará con los artículos científicos correspondientes al crecimiento y apareamiento de la centolla y el centollón, que completarán los estudios realizados en el período 1995-1998.
3. La recuperación de una población sujeta a sobre-pesca, como el caso de la centolla en el Canal Beagle puede demandar un tiempo prolongado, especialmente si se desea recuperar los niveles originales de explotación. Nuestros resultados obtenidos entre 1995 y 1997 indican que la veda a la centolla impuesta en 1993 está siendo efectiva. Sin embargo, no contamos con datos actualizados para emitir una opinión de la situación presente del recurso. Los indicadores de la efectividad de la veda han sido los siguientes:
 - i. La proporción de hembras ovígeras de centolla aumentó del 38% en 1994, al 67% en 1996.
 - ii. Un indicador indirecto de la abundancia de machos y hembras en conjunto aumentó levemente de 1,3 a 1,8 animales por trampa.
 - iii. La proporción de machos de tamaño legal (a partir del cual puede ser extraído por pesca) de centolla aumentó del 12,6% en 1989, al 22,4% en 1996 y al 43% en 1997.
 - iv. Sin embargo, el tamaño promedio de los machos de centolla permaneció constante hasta 1996 y sólo aumento levemente en 1997

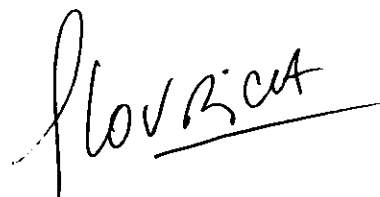
La recuperación del stock pesquero implica tres etapas. Se supone que la etapa de restablecer el potencial reproductivo de la población se ha cumplido con el establecimiento de la veda. Una segunda etapa, que es la de recuperación del stock comercial (que se logrará al haber proporciones adecuadas de machos legales en la población), depende del crecimiento de los nuevos individuos que aportaron las hembras que recuperaron su condición de reproductivas durante restablecimiento del potencial reproductivo de la población. Sin embargo, debe señalarse que el ciclo vital de la centolla es relativamente lento: las centollas tardan en alcanzar su madurez sexual (i.e., pueden reproducirse, producir huevos que producen nuevos individuos que reponen en la población la parte que se mata por medio de la pesca) entre 5 y 6 años. Un macho alcanza el tamaño legal de 110 mm de largo de caparazón en 7-8 años. Es decir, para que se verifique una recuperación efectiva de la población después de la veda impuesta en 1993, todas las hembras deberían portar huevos, el tamaño de los machos en la población debe superar el tamaño legal, el stock de machos legales debe tener una estructura de tallas

221

variada (i.e., desde 110 hasta 180 o 200 mm largo de caparazón). La tercera etapa implica que se aumente la abundancia total de los machos dentro del stock pesquero, que permita que la pesquería pueda ser sostenida en el tiempo.

Resulta necesario que para tomar cualquier medida que altere la legislación vigente se tenga en cuenta la información que se pone a disposición. Es absolutamente necesario que cualquier decisión que se tome sobre las poblaciones de marras tenga en cuenta la magnitud del stock pesquero.

5. El CADIC a través del Laboratorio de Biología de Crustáceos ha remitido a la Dirección de Recursos Naturales de la Provincia todas las publicaciones que se adjuntan a este informe.



Dr. Gustavo A. Lovrich
Investigador CONICET
Laboratorio de Biología de Crustáceos

Se adjunta:

1. **LOVRICH, G.A.** 1994. Evolution of an unmanaged crab resource in South America: the false southern king crab *Paralomis granulosa*. En: Gendron, L. y S. Robinson (Eds.). 1994. The development of underutilized invertebrate fisheries in Eastern Canada. Workshop Proceedings, Moncton, New Brunswick, November 23-25 1993. CANADIAN MANUSCRIPTS REPORT OF FISHERIES AND AQUATIC SCIENCES 2247: 62-70.
2. **LOVRICH, G.A.** y J.H. VINUESA. 1995. Growth of juvenile false southern king crab *Paralomis granulosa* (Anomura, Lithodidae) in the Beagle Channel, Argentina. SCIENTIA MARINA (Barcelona) 59(1): 87-94
3. **LOVRICH** y J.H. VINUESA. 1996. Reproductive strategies of the two lithodids in Tierra del Fuego. A complementary management tool in a changing fishery. Proceedings of the International Symposium on biology, management, and economics of crabs from high latitude habitats. Alaska Sea Grant College Program. AK-SG 96-02: 333-340.
4. **LOVRICH, G.A.** 1997. La pesquería mixta de centollas *Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa* (Anomura: Lithodidae) en Tierra del Fuego, Argentina. INVESTIGACIONES MARINAS, Valparaíso 25: 41-57.
5. **LOVRICH, G.A.** 1999. Seasonality of larvae of Brachyura and Anomura (Crustacea, Decapoda) in the Beagle Channel, Argentina. En: Arntz, W y C. Rios (Eds) Magellan-Antarctic: Ecosystems that drifted apart. SCIENTIA MARINA 63 (suppl. 1): 347-354.

6. **LOVRICH, G.A.** y J. H. VINUESA. 1999. Reproductive potential of the lithodids *Lithodes santolla* and *Paralomis granulosa* in the Beagle Channel, Argentina. En: Arntz, W y C. Rios (Eds) Magellan-Antarctic: Ecosystems that drifted apart. SCIENTIA MARINA 63 (suppl. 1): 355-360.
7. Roccatagliata, D.C. y **G.A. Lovrich**. 1999. Infestation of the false king crab *Paralomis granulosa* (Decapoda, Lithodidae) by *Pseudione tuberculata* (Isopoda, Bopyridae) in the Beagle Channel, Argentina. JOURNAL OF CRUSTACEAN BIOLOGY 19(4): 720-729.
8. Vinuesa, J.H., **G.A. Lovrich** y F. Tapella. 1999. New localities for Crustacea Decapoda in the Magellan Region, Southern South America. En: Arntz, W y C. Rios (Eds) Magellan-Antarctic: Ecosystems that drifted apart. SCIENTIA MARINA 63 (suppl. 1): 321-323.
9. **Lovrich, G.A.**; J.A. Calcagno y B.D. Smith The barnacle *Notobalanus flosculus* as indicator of the intermolt period of the lithodid crab *Paralomis granulosa* in the Beagle Channel, Argentina. Fishery Bulletin.
10. **LOVRICH, G.A.** 1995. The end of the world: the end of a crab fishery? THE CRAB NEWSLETTER 2(2): 9-10.
11. **LOVRICH, G.A.** 1997. Estado de la pesquería mixta de centolla *Lithodes santolla* y centollón *Paralomis granulosa* en el Canal Beagle, Argentina. Informe 1995– 1996. Contribución Científica del CADIC N° 25: 34 pp.
12. **Lovrich, G. A.**, J. H. Vinuesa, F. Tapella y A. Chizzini. 1998. La centolla *Lithodes confundens* en el intermareal sudatlántico de Santa Cruz, Argentina. Informe 1997. Contribución Científica N° 30 del CADIC. 16 pp.
13. **Lovrich, G.A.**, M.C. Romero, y E. Orozco. 1998. Estado de la pesquería mixta de centollón *Paralomis granulosa* y de la centolla *Lithodes santolla* en el Canal Beagle, Argentina. Informe 1997 Contribución Científica N° 31 del CADIC. 25 pp.
14. **LOVRICH, G.A.** 1998. Los crustáceos de interés comercial en Argentina. Revista Universidad Kennedy. Temas de salud: enfoques multidisciplinarios 4(3): 129-137.
15. **LOVRICH, G.A.**, F. TAPELLA y M.C. ROMERO. 1999. Estado de la pesquería mixta de centollón *Paralomis granulosa* y de la centolla *Lithodes santolla* en el Canal Beagle, Argentina. Informe 1998 Contribución Científica N° 33 del CADIC. 25 pp.
16. **Lovrich, G.A.** y J.A. Calcagno. 1999. El cirripedio *Notobalanus flosculus* como indicador del período intermuda del centollón *Paralomis granulosa*. VIII Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar. Trujillo Perú, 17 al 21 de octubre. Libro de resúmenes 20-21.