

**CARACTERES SEXUALES EXTERNOS DEL CAMARON
EXCAVADOR, Parastacus nicoleti (Philippi, 1882).**

External sexual characters of the Chilean burrowing crayfish
Parastacus nicoleti, (Philippi, 1882).

ERICH RUDOLPH L. (*)

RESUMEN.

Se describen los caracteres sexuales externos del camarón excavador Parastacus nicoleti (Philippi, 1882), recolectados en Reumén (39°59' S; 72°52' 0) Chile, durante 1989. Los resultados permiten diferenciar 5 formas: 1. individuos con aberturas genitales de hembra y macho en las coxas de los pereopodos 3 y 5 respectivamente, 2. especímenes con los gonoporos masculinos y además un par de esbozos de gonoporos femeninos, 3. ejemplares que poseen sólo orificios genitales femeninos, 4. especímenes que presentan sólo un par de esbozos de gonoporos femeninos y 5. ejemplares con un par de esbozos de gonoporos femeninos y además sólo un gonoporo masculino. Estos datos no concuerdan con las descripciones que caracterizan a las especies de Parastacus, como las únicas de la familia Parastacidae, con orificios genitales masculinos y femeninos en un mismo individuo. Sin embargo, estas 5 formas y su distribución de frecuencia por tallas, no son suficiente evidencia para calificar a P. nicoleti como una especie gonocórica o hermafrodita.

Palabras Claves: Parastacus, caracteres sexuales externos, sexualidad.

ABSTRACT.

The external sexual characters of the Chilean burrowing crayfish Parastacus nicoleti (Philippi, 1882), collected at Reumén (39°59' S; 72°52' 0) Chile, during 1989 are described. The results show that 5 forms can be distinguished: 1. individuals with female and male genital apertures in the coxae pereopods 3 and 5 respectively; 2. specimen with male gonopores in addition to a pair of primordial female gonopores, 3. specimens having only female genital apertures, 4. individuals presenting only a pair primordial female gonopores and 5. specimens with a pair of primordial female gonopores in addition to only one male gonopore. The data do not agree with the description which characterize the species of Parastacus, as the only ones of the Parastacidae family with male and female genital apertures in the same individual. However, these 5 forms and their frequency distribution by size, are not sufficient evidence to qualify P. nicoleti as a gonochoristic or hermaphrodite species.

Key Words: Parastacus, sexuality, sexual forms, gonopores.

(*) Instituto Profesional Osorno, Casilla 933, Osorno-Chile.

INTRODUCCION.

Von Martens (1869), Von Ihering (1892) y Faxon (1898) fueron los primeros en destacar la presencia de aberturas genitales femeninas en machos de: *Parastacus pilimanus* (Von Martens, 1869) *P. brasiliensis* (Von Martens, 1869), *P. saffordi* Faxon, 1898, *P. varicosus* Faxon, 1898, *P. defossus* Faxon, 1898, y *P. hassleri* Faxon, 1898 (= *P. pugnax* (Poeppig, 1835)). Más tarde Riek (1971 y 1972) caracterizó *Parastacus* como el único género de Parastacidae, con genitalia ginandromórfica coexistiendo gonoporos de macho y de hembra en un mismo individuo, lo que fue ratificado por Hobbs (1974). Buckup y Rossi (1980), en su revisión de los *Parastacus* en Brasil, nada dicen al respecto. Sin embargo Thompson (1982) y Amestoy (1893) confirman la imposibilidad de determinar externamente el sexo en las especies uruguayo-brasileñas *P. varicosus* y *P. pilimanus*, por la presencia de gonoporos masculinos y femeninos en un mismo ejemplar.

Ninguno de los autores citados se refiere en particular a *P. nicoleti*. En los escasos antecedentes publicados acerca de la biología de esta especie no se hace mención a los caracteres sexuales externos, ni a probables dificultades para la determinación externa del sexo (Holthuis,

1952; Bahamonde, 1958; Kilian, 1959; Bahamonde y López, 1963; Rudolph y Zapata, 1986).

Observaciones en ejemplares de *P. nicoleti*, mostraron que sus caracteres sexuales externos, no coinciden con los antecedentes que proporciona la literatura como válidos para las especies de *Parastacus*. En este trabajo se describen estos caracteres, se analiza la distribución de frecuencia por tallas, y se enfatiza la necesidad de realizar observaciones en animales vivos, junto con análisis anatómicos e histológicos de las gónadas y gonoductos, para ir entendiendo el significado funcional de los caracteres sexuales en esta especie.

MATERIAL EXAMINADO.

Se examinaron, con microscopio estereoscópico provisto de cámara de dibujo, los gonoporos de 118 ejemplares de distintas tallas de *P. nicoleti*, capturados con una bomba de vacío parcial en la localidad de Reumén (39°59' S; 72°52' O) en el Sur de Chile, durante el invierno de 1989.

Para medir la longitud estándar del cefalotórax (Fitzpatrick, 1977), se usó un calibre de 0,01 cm de precisión y para identificar la especie se utilizaron las descripciones y claves de Riek (1971) y Hobbs (1974).

RESULTADOS.

El análisis de los caracteres sexuales externos, permitió distinguir 5 formas sexuales:

1. individuos con orificios genitales en las coxas de los pereiópodos 3 y 5, hembra y macho respectivamente. El gonoporo femenino es elipsoide, está rodeado por abundante pilosidad y cubierto por una membrana delgada y plana. El poro genital masculino se halla en el extremo apical de una papila fija no calcificada (Fig. 1 A, B y C).

2. especímenes con gonoporos masculinos y además con un par de esbozos de gonoporos femeninos. Estos ejemplares presentan en cada coxa del tercer par de pereiópodos un repliegue de la cutícula de forma semielipsoidal, muy calcificado, sin pilosidad ni rastro de abertura. El gonoporo masculino tiene características semejantes a las señaladas para la forma sexual 1 (Fig. 2 A, B y C).

3. ejemplares sólo con gonoporos femeninos semejantes a los de la forma sexual 1, diferenciándose de ellos en que la membrana que cubre el orificio genital es más transparente y ligeramente convexa (Fig. 3 A y B).

4. individuos que sólo tienen un par de esbozos de gonoporos femeninos, en las coxas

del tercer par de pereiópodos, semejantes a los observados en ejemplares de la forma sexual 2 (Fig. 4 A y B).

5. especímenes con caracteres sexuales externos, semejantes a los observados en la forma sexual 2, diferenciándose de éstos en que sólo poseen un gonoporo masculino (Fig. 5 A, B y C).

De estas 5 formas sexuales, las más representadas son las formas 2 y 4 (Tablas 1 y 2). La figura 6 muestra que la forma 2 aparece en todos los rangos de tallas, además bajo los 25 mm de longitud estándar del cefalotórax (L.E.C.) el 89,7% de los ejemplares pertenecen a las formas 2 y 4, sobre los 25 mm de L.E.C. disminuye el porcentaje de individuos de la forma 4 y se incrementa el de los ejemplares pertenecientes a la forma 3. Sobre 35 mm de L.E.C. no se observan especímenes de las formas 4 y 5.

Las 4 hembras ovíferas capturadas corresponden a ejemplares sobre 30 mm de L.E.C., que pertenecen a la forma sexual 3 y representan el 44,4% del total de individuos de esta forma (Tabla 1).

DISCUSION.

Los orificios sexuales observados en *P. nicoleti* no concuerdan con las afirmaciones

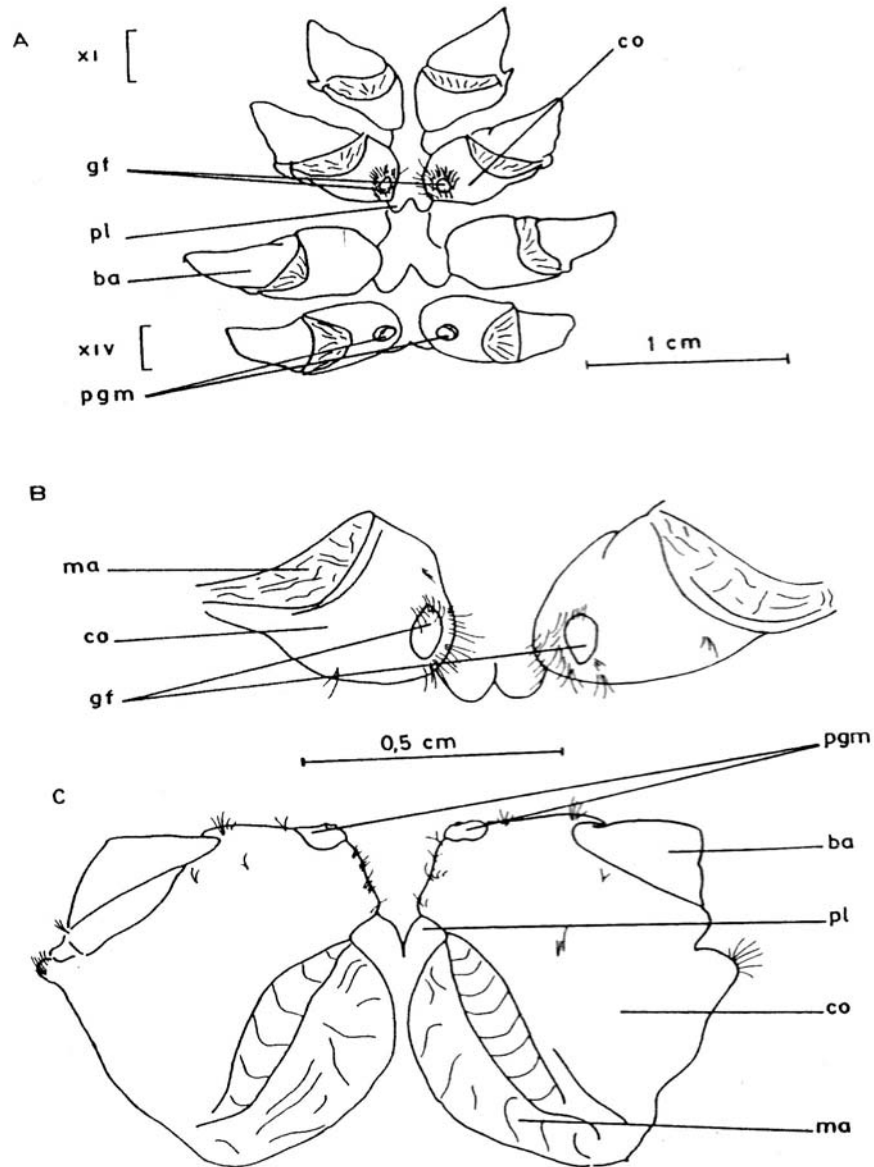


FIGURA 1: Gonoporos de *P. nicoleti* pertenecientes a la forma sexual 1.

A. Región esternal y coxas de los pereiópodos asociados a los segmentos corporales XI a XIV. B. Coxas del tercer par de pereiópodos. C. Vista caudal de las coxas del quinto par de pereiópodos.

(co, coxopoditos. xi, segmento corporal xi. gf, gonoporo femenino. pl, proceso lateral. ba, basipodito. xiv, segmento corporal xiv. pgm, papila genital masculina. ma, membrana articular.).

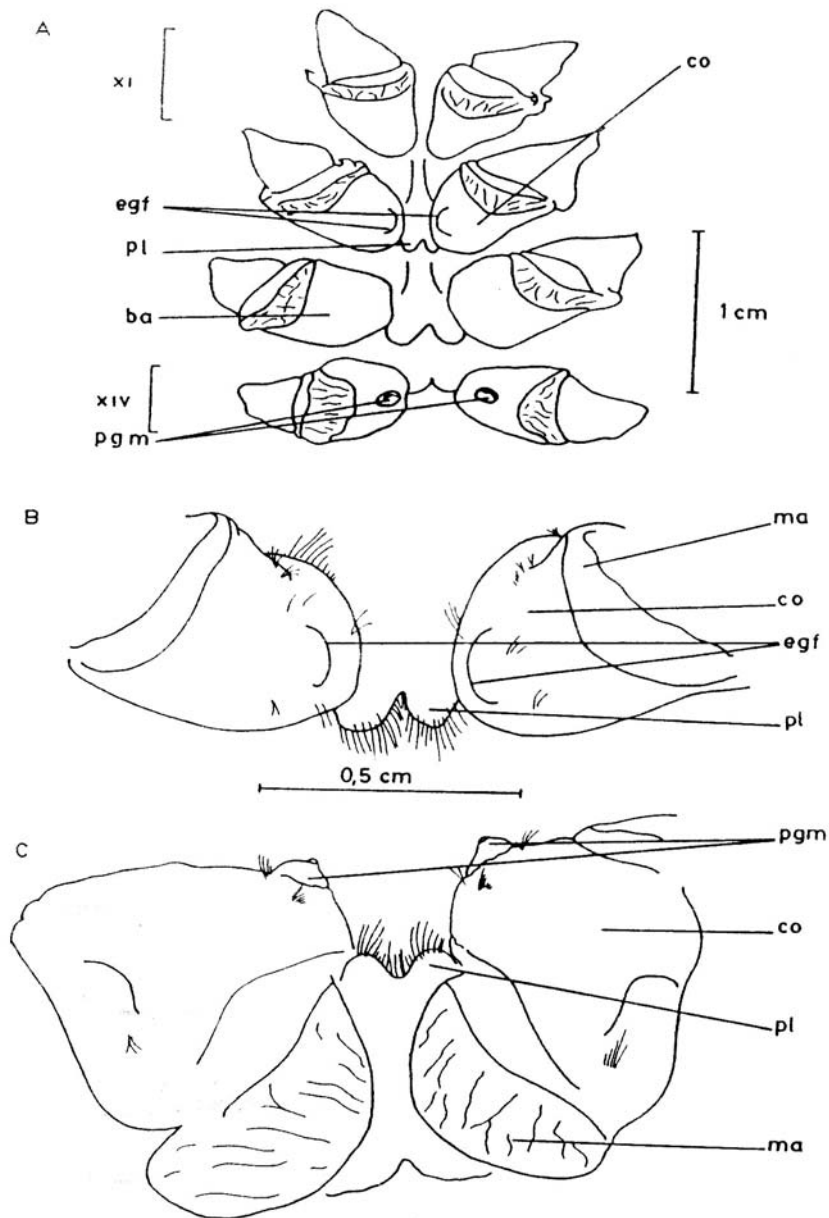


FIGURA 2: Gonoporos de *P. nicoleti* correspondientes a la forma sexual 2. A. Región esternal y coxas de los pereiópodos asociados a los segmentos corporales XI a XIV. B. Coxas del tercer par de pereiópodos. C. Vista caudal de las coxas del quinto par de pereiópodos. (egf, esbozos de gonoporos femeninos. otras abreviaciones, ver figura 1).

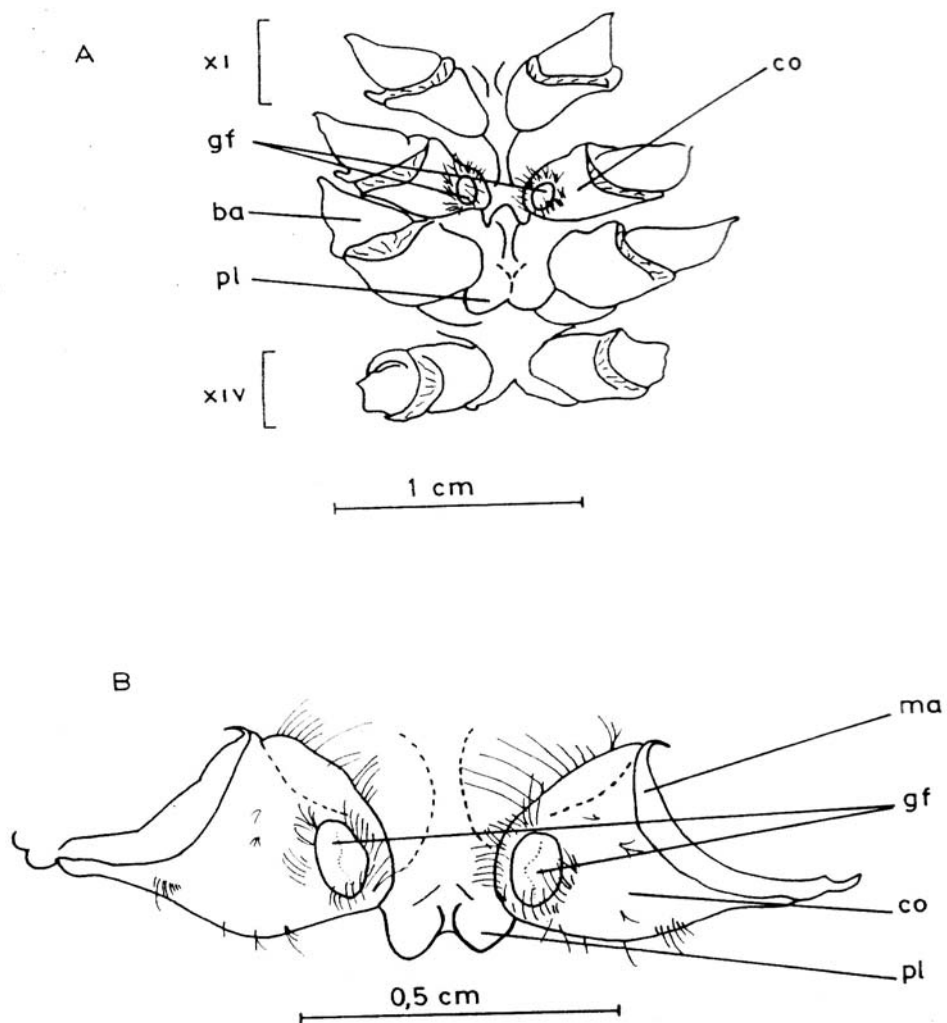


FIGURA 3: Gonoporos de *P. nicoleti* pertenecientes a la forma sexual 3.
 A. Región esternal y coxas de los pereiópodos asociados a los segmentos corporales XI a XIV. B. Coxas del tercer par de pereiópodos.
 (abreviaciones, ver figura 1).

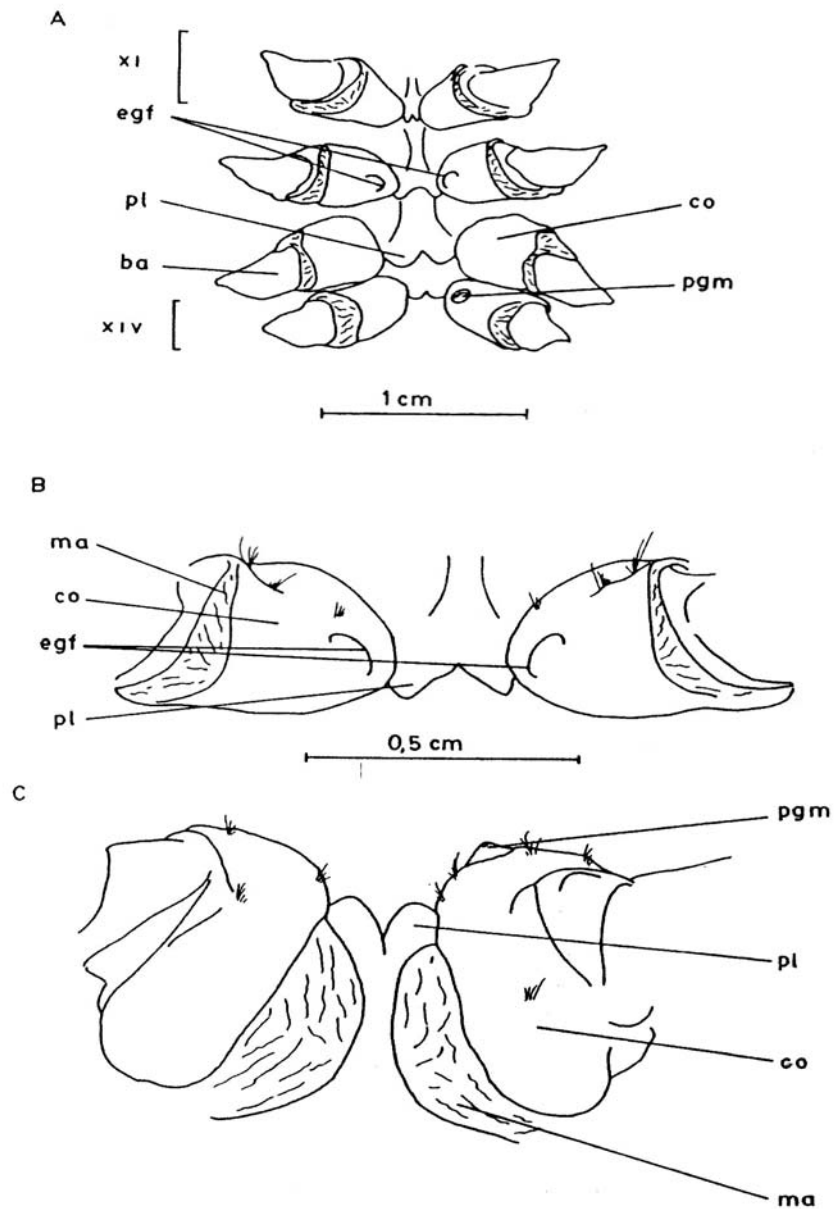


FIGURA 5: Gonoporos de *P. nicoleti* correspondientes a la forma sexual 5. A. Región esternal y coxas de los pereiópodos asociados a los segmentos corporales XI a XIV. B. Coxas del tercer par de pereiópodos. C. Vista caudal de las coxas del quinto par de pereiópodos. (abreviaciones, ver figuras 1 y 2).

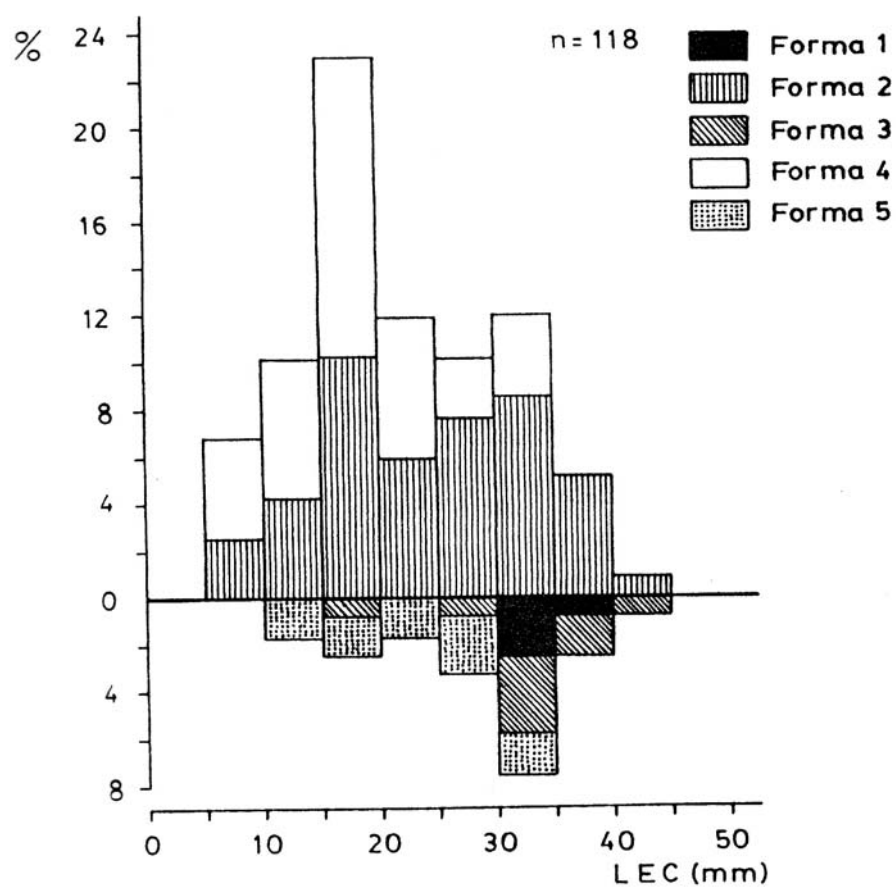


FIGURA 6: Distribución de frecuencia por tallas de los ejemplares de *P. nicoleti*, capturados en Reumén durante el invierno de 1989, de acuerdo con su forma sexual.

TABLA 1: Tallas y formas sexuales de los 118 ejemplares de *P. ni-leti* capturados en Reumén, durante el invierno de 1989.

Número del ejemplar	Talla (LEC en mm)	Forma sexual	Número del ejemplar	Talla (LEC en mm)	Forma sexual
1	33.5	3 x	60	16.0	2
2	34.2	2	61	16.7	2
3	17.2	2	62	15.9	4
4	11.3	4	63	15.8	2
5	21.0	4	64	6.2	4
6	21.9	4	65	6.6	2
7	22.5	4	66	7.3	4
8	27.3	3	67	7.6	4
9	28.7	2	68	28.2	2
10	12.6	5	69	32.2	5
11	32.5	1	70	30.9	2
12	13.9	4	71	33.5	3 x
13	12.4	5	72	32.5	2
14	11.5	2	73	28.6	4
15	7.3	2	74	34.2	2
16	10.2	4	75	29.0	2
17	7.5	4	76	16.7	4
18	8.1	2	77	41.0	2
19	17.1	5	78	19.1	2
20	30.0	2	79	37.1	3 x
21	20.0	2	80	18.0	2
22	33.4	2	81	22.9	2
23	18.0	2	82	6.9	4
24	19.6	4	83	31.9	2
25	16.0	4	84	39.1	1
26	18.3	4	85	34.1	2
27	35.8	2	86	25.5	2
28	18.2	3	87	29.4	2
29	16.4	4	88	30.4	2
30	30.3	4	89	28.0	2
31	32.2	3	90	26.8	5
32	35.8	2	91	27.0	5
33	31.4	3	92	22.5	5
34	29.0	5	93	18.4	4
35	14.5	4	94	17.6	5
36	11.9	2	95	29.9	4
37	21.6	4	96	35.3	2
38	17.0	4	97	35.1	2
39	22.4	2	98	28.3	2
40	19.1	4	99	18.5	4
41	22.5	4	100	17.5	2
42	24.6	2	101	17.6	4
43	39.6	2	102	12.0	2
44	14.7	4	103	31.9	4
45	24.4	4	104	13.6	4
46	37.9	3	105	32.0	5
47	23.5	2	106	33.7	2
48	16.0	2	107	30.8	4
49	15.0	4	108	20.0	2
50	29.1	2	109	43.6	3 x
51	23.5	5	110	21.0	4
52	39.2	2	111	31.3	4
53	17.8	2	112	20.5	2
54	16.8	4	113	17.0	2
55	16.6	2	114	13.8	2
56	19.0	4	115	11.9	2
57	25.9	4	116	11.0	4
58	27.5	2	117	34.0	1
59	16.5	4	118	34.3	1

Fechas de recolección: 29 de mayo y 27 de julio de 1989, para los ejemplares 1 al 49 y 50 al 118 respectivamente.

x = Hembras ovíferas.

L.E.C. = Longitud estándar del cefalotórax.

de Faxon (1898), Riek (1971 y 1972) y Hobbs (1974), quienes indican la coexistencia de gonoporos masculinos y femeninos en especímenes de todas las especies de *Parastacus*. Dichos autores no revisaron ejemplares de *P. nicoleti*.

La mayoría de los malacostráceos son gonocóricos, con sexo determinado genéticamente. Sin embargo, hay especies de decápodos y 2 familias de isópodos, Cymothoidae y Crip-toniscidae, que muestran hermafroditismo protándrico funcional. Casos de protoginea han sido registrados en algunas especies de Antheridae y Tanaidacae. Además hay algunos ejemplos de hermafroditismo no funcional, en cuyo caso están casi todas las especies de Talitridae y varios géneros de decápodos. También se han descrito casos de intersexualidad (Noël, 1973a; Charniaux-Cotton, 1975; Horwitz, 1988).

Las 5 formas sexuales aquí descritas en *P. nicoleti* y su distribución de frecuencia por tallas, no proporcionan evidencia suficiente para asignar algún tipo de sexualidad a esta especie. La sobreposición de tallas, junto con el gran número de ejemplares pertenecientes a las formas 2, 3 y 4, permiten suponer que esta especie probablemente sea gonocórica con algunos individuos con caracteres sexuales aberrantes y que corres-

ponderían a las formas 1 y 5.

P. nicoleti es una especie excavadora que habita aguas subterráneas, muchos de sus atributos morfológicos están relacionados con este modo de vida, entre los cuales destaca una reducción de tamaño del abdomen, en comparación con los Parastácidos de otros hábitos que viven en aguas lólicas y lénticas (Riek, 1972). Estas características disminuyen su capacidad natoria y por ende la dispersión de la especie, lo cual establecería restricciones al flujo de genes intra e inter-poblacional. Produce además comparativamente una menor capacidad abdominal para la incubación de los huevos. Lo anterior permite usar los modelos de la dispersión de genes y de la ventaja de tamaño, propuestos por Ghiselin (1969), para postular alternativamente un posible hermafroditismo. El cual compensaría las limitaciones al flujo de genes y si además éste fuese de tipo protándrico, las hembras tendrían la posibilidad de producir e incubar un mayor número de huevos. Este probable hermafroditismo se basa también en que todas las hembras ovíferas capturadas fueron de tallas grandes, además la existencia de las formas sexuales 1, 2 y 5 estaría indicando una probable inversión del sexo. Según Charniaux-Cotton y Payen (1985) la glándula androgénica y su

TABLA 2: Frecuencias y rangos de talla de los ejemplares de *P. nicoleti*, según su forma sexual.

Forma Sexual	Frecuencia		Rangos de Talla		X $\pm$ D.S.
	n	%	(L.E.C. en mm)		
1. Con gonoporos de ambos sexos.	4	3,4	32,5	-- 39,1	35,0 $\pm$ 2,9
2. Con gonoporos masculinos y esbozos de gonoporos femeninos.	53	44,9	6,6	-- 41,0	24,2 $\pm$ 9,2
3. Sólo con gonoporos femeninos.	9	7,6	18,2	-- 43,6	32,7 $\pm$ 7,1
4. Sólo con esbozos de gonoporos femeninos.	41	34,7	6,2	-- 31,9	18,3 $\pm$ 7,0
5. Con esbozos de gonoporos femeninos y sólo un gonoporo masculino.	11	9.3	12,4	-- 32,2	23,0 $\pm$ 7,2

hormona controlan en Malacostraca, la diferenciación del sistema reproductor masculino, su funcionamiento y el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios.

En ausencia de hormona androgénica ocurre espontáneamente morfogénesis femenina (Charniaux-Cotton y Payen, 1988). Payen (1974b) señala que durante los períodos de inactividad genital en los machos de *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823), la glándula androgénica es muy pequeña, debido a lo cual se detiene la espermiogénesis y aparecen ovocitos en las gónadas. Charniaux-Cotton (1975) y Noël (1976) afirman que la desaparición de la glándula androgénica, produce feminización de la gónada.

El probable hermafroditismo de *P. nicoleti*, podría ser consecuencia de la degeneración de la glándula androgénica o de un retardo en su diferenciación.

En principio, los resultados facultan para considerar a *P. nicoleti* como una excepción dentro de *Parastacus*, ya que en sólo el 48,3% de los ejemplares analizados hay coexistencia de orificios sexuales masculinos y femeninos, además gran parte de este porcentaje (44,9%) tenía sólo esbozos de gonoporos femeninos. Sin embargo los an-

tecedentes reunidos estarían indicando que la diferenciación del sexo en el género ha sido insuficientemente estudiada, asignándole un tipo de sexualidad basada sobre evidencias circunstanciales derivadas de estudios en pocos especímenes de algunas especies.

Una revisión minuciosa de la genitalia de otras especies de *Parastacus*, posiblemente proporcionaría información parecida a la descrita aquí sobre *P. nicoleti*.

Aclarar bien los problemas relacionados con el sexo, sería de gran utilidad para futuros trabajos biológicos y para mejorar las tecnologías relacionadas con cultivos de esta especie.

Estudios en animales vivos (Hoagland, 1984), complementados con análisis anatómicos e histológicos de gónadas y gonoductos en ésta y otras especies del género, permitirían conocer mejor las estrategias reproductivas de las especies excavadoras de Parastacidae e incrementar el conocimiento de las relaciones filogenéticas entre los géneros.

AGRADECIMIENTOS.

Deseo agradecer al Dr. Alberto Carvacho del Instituto Profesional de Osorno, al Licenciado Carlos Jara de la Universidad Austral de Chile y al Profesor Nibaldo Bahamonde de la Universidad de Chile, por la lectura crítica del manuscrito. También agradezco a la Dirección de Investigación del Instituto Profesional de Osorno, por el financiamiento otorgado para realizar este trabajo. A la Sra. Carla Schwencke propietaria del fundo "Pangal", por las facilidades otorgadas para realizar los muestreos. A los Sres. Juan Palma y Raúl Higuera del Instituto Profesional de Osorno, por su ayuda en el trabajo de terreno.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- AMESTOY, F. Reproducción de dos especies del género *Parastacus* (Crustacea: Decapoda), en condiciones controladas y su evaluación como potencial para la Acuicultura. Contrib. Depto. Oceanografía (F.H.C.) Montevideo, 1 (1): 1-13.
1983
- BAHAMONDE, N. Sobre la validez taxonómica de *Parastacus nicoleti* (Philippi, 1882) y algunos aspectos de su biología (Crustacea, Decapoda, Macrura). Invest. Zool. Chilenas, 4: 183-198.
1958
- BAHAMONDE, N. y M.T. LOPEZ. Decápodos de aguas continentales en Chile. Inv. Zool. Chilenas, 10: 123-149.
1963
- BUCKUP, L. y ROSSI, A. O genero *Parastacus* no Brasil (Crustacea, Decapoda, Parastacidae). Rev. Brasil. Biol. 40 (4): 663-681.
1980
- CHARNIAUX-COTTON, H. Hermaphroditism and Gynandromorphism in Malacostracan Crustacea. In: Intersexuality in the animal kingdom. R. Rein both edit., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, pp. 91-105.
1975
- CHARNIAUX-COTTON, H. and G. PAYEN. Sexual differentiation. In: The Biology of Crustacea, Vol. 9. D.E. Bliss and L.H. Mantel, edit., Academic Press, New York, pp. 217-299.
1985
- CHARNIAUX-COTTON, H. and G. PAYEN. Crustacean reproduction. In: Invertebrate Endocrinology, Vol. 2. R.G.H. Downer and H. Laufer, edit., Alan R. Liss, Inc., New York, pp. 279-303.
1988
- FAXON, W. Observations on the Astacidae in the United States Museum of Comparative Zoology, with descriptions of new species. Proc. U.S. Nat. Mus. 20: 643-694.
1898

- FITZPATRICK, J.F. The statistical relationships of different techniques of
1977 measurements in a crayfish species. *Freshwater Crayfishes*,
3: 471-479.
- GHISELIN, M.T. The evolution of hermaphroditism among animals. *Quart. Rev.*
1969 *Biol.*, 44: 189-208.
- HOAGLAND, K.E. Use of the terms protandry, protogyny, and hermaphroditism in
1984 Malacology. *American Malacological Bulletin*, 3 (1): 85-88.
- HOBBS, H.H., Jr. Synopsis of the families and genera of crayfishes (Crustacea,
1974 Decapoda). *Smithsonian Contrib. Zool.*, 164: 1-32.
- HOLTHUIS, L.B. The Crustacea Decapoda Macrura of Chile. Reports of the Lund
1952 University Chile Expedition 1948-49, 5. *Lunds Univ. Arssk.*
N.F. Avd. 2, Bd. 47, Nr. 10: 1-109.
- HORWITZ, P. Secondary sexual characteristics of females of the freshwater cray-
1988 fish genus *Engaeus* (Decapoda, Parastacidae). *Crustaceana* 54
(1): 25-32.
- IHERING, H. von. *Parastacus*. *Congr. Int. Zool. Moscou II*: 43-49.
1892
- KILIAN, E. La construcción de los tubos habitacionales del *Parastacus nicoleti*
1959 (Philippi, 1882) *Fac. Estudios Generales Univ. Austral de*
Chile 1: 1-7.
- MARTENS, E. von. Südbrasilische Süß und Brackwasser Crustaceen. *Arch. Natur-*
1869 *gesch.*, 35: 15-16.
- NOEL, P. Cycle biologique et inversion sexuelle du Crustacé Décapode Natantia
1973a *Processa edulis*. *Cah. Biol. Mar.*, 14: 217-227.
- NOEL, P. L'Evolution des caractères sexuels chez *Processa edulis* (Risso) (Dé-
1976 capode, Natantia). *Vie Milieu*, 26: 65-104.
- PAYEN, G. Recherches sur la réalisation et le contrôle de la différenciation
1974b sexuelle chez les Crustacés Décapodes Reptantia. *Thèse Doc-*
torat d'Etat, A.O. CNRS N°9930, Univ. de Paris, pp. 1-224.
- RIEK, E.F. The freshwater crayfishes of South America. *Proc. Biol. Soc. Was-*
1971 *hington*, 84: 129-136.
- RIEK, E.F. The phylogeny of the Parastacidae (Crustacea: Astacoidea), and des-
1972 cription of a new genus of australian freshwater crayfishes.
Aust. J. Zool., 20: 369-389.

- RUDOLPH, E. y L. ZAPATA. Desarrollo embrionario y postlarval del camarón de las vegas *Parastacus nicoleti* (Philippi, 1882), en condiciones de laboratorio. *Biota* 2: 37-50.
1986
- THOMPSON, A.M. Contribución al estudio de la biología reproductiva de *Parastacus varicosus* Faxon, 1898 y de *Parastacus pilimanus* (Von Martens, 1869) (Crustacea: Decapoda: Parastacidae). Tesis de Licenciatura, Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 49 pp. (In litte-
ris).
1982