

COMPARACIONES MULTIPLES DE PARAMETROS GRAVIMETRICOS ENTRE POBLACIONES SUBMAREALES DE *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) EN EL NORTE DE CHILE.(*)

Trabajo presentado en las XII Jornadas de Ciencias del Mar, Santiago, mayo 1992.

EDUARDO P. PEREZ¹ y WOLFGANG B. STOTZ¹

Eduardo P. Pérez¹ y Wolfgang B. Stotz¹: Multiple comparisons of gravimetric parameters among subtidal populations of *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) in northern Chile.

Multiple comparisons of gravimetric parameters among sixteen subtidal populations of the gastropod *Concholepas concholepas* ("loco") collected along 320 km of coast in the IV region (Coquimbo) were done. Individuals were sampled by SCUBA diving and its peristomal length (PL), total fresh weight (TFW), fresh soft body weight (FSBW) and shell weight (SW) were determined. Multiple comparisons (ANCOVA) were made: (a) to evaluate the existence of clinal differences in the PL/TFW relation, as it has been suggested in the literature, and (b) to compare the PL/FSBW, PL/SW relations among populations growing in different communities. The results show that significant differences exist between the PL/TFW slopes of different localities. However, these differences can not be attributed to a latitudinal arrangement. Results for two populations growing in different communities (barnacle dominated and barren grounds) show that significant differences in PL/SW, PL/FSBW and TW/FSBW exist. "Locos" growing in a community with more food had lighter shells than "locos" from a community with less food. Finally we suggest that the value of the slope of the PL/FSBW relation could be used as an indirect estimate of the growth conditions for the species. This could be a useful tool in order to identify the best localities to be used as management areas for the "loco" as considered in the new Chilean fishing law.

Key words: *Concholepas concholepas*, shell weight, soft body weight, productivity, management plans.

1) Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar, Departamento de Biología Marina, Casilla 117, Coquimbo.

(*) Este trabajo fue parcialmente financiado por el proyecto FONDECYT 350b/89 del Programa Sectorial Recurso "Loco".

INTRODUCCION

En moluscos, al igual que en otros grupos de invertebrados, el crecimiento y la relación entre la longitud (L) y el peso total (PT) puede variar entre poblaciones

de una misma especie de acuerdo a factores ambientales (Seed, 1976). Dentro de estos factores, la temperatura y la oferta de alimento se mencionan como elementos de importancia para explicar el origen de tales variaciones (Seed, 1976;

Richardson *et al.*, 1981; Wallace & Reinsnes, 1985; Bricelj & Malouf, 1987; Page y Ricard, 1990). Así, un gradiente latitudinal en la temperatura podría explicar un gradiente clinal en la relación L/PT, mientras que la oferta de alimento podría dar cuenta de variaciones locales.

El Muricidae *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) ("loco") es una especie endémica del Pacífico Sur Oriental y presenta una distribución geográfica que incluye más de 4.000 km de costa (Stuardo, 1979; Castilla 1983). Esta especie constituye la pesquería de moluscos más importante de la región (Castilla 1983); no obstante su biología básica, junto con muchos aspectos ecológicos es aún escasamente comprendida. Schwabe (1959) sugiere que la zona comprendida entre Valparaíso (aprox. 33° S) y Corral (aprox. 39° S) es la más favorable para el desarrollo de las poblaciones de *C. concholepas*. Datos aportados por Lozada *et al.* (1976) proporcionan cierto fundamento a lo sugerido por Schwabe (op.cit). Una población submareal de "loco" en la zona de Talcahuano (36° 39' S) presentó un mayor peso total y peso seco del pie que la población submareal de Pta. Saliente (Coquimbo 29° 57' S) (Lozada *et al.*, 1976). Estas autoras sugieren que el valor de la pendiente de la ecuación de peso podría variar de acuerdo a un gradiente latitudinal.

Basados en estos antecedentes el presente trabajo fue orientado a: (1) analizar las relaciones L/PT en 16 poblaciones submareales de *Concholepas concholepas*, distribuidas a lo largo de 320 Km lineales de costa, a fin de ver si existe una ordenación latitudinal en sus magnitudes; (2) comparar las curvas de L/PT

y L/Peso partes blandas (PPB) de poblaciones que crecen en comunidades diferentes, y (3) basados en los resultados entregar sugerencias sobre la utilidad de este tipo de información en futuras medidas de manejo del recurso "loco".

MATERIALES Y METODOS

El estudio fue realizado en la costa de la IV Región (Coquimbo, Chile) con poblaciones submareales de *Concholepas concholepas* entre la localidad de Punta de Choros (29° 30' S) y Pichidangui (32° 08' S), abarcando un total de 320 Km lineales de costa. Se recolectaron individuos en 16 poblaciones de la región (Fig. 1) mediante buceo autónomo. Los ejemplares fueron medidos (longitud peristomal LP) y pesados (peso total PT). Cuando fue necesario las conchas fueron limpiadas de algas y cirripedios adheridos a ella, antes de ser pesadas. Se ajustaron curvas L/PT, las que fueron comparadas con un análisis de covarianza (Zar, 1974). Para las pruebas a posteriori se usó el test Student-Newmann-Keuls (SNK, Zar, 1974).

Para comparar las relaciones LP/PT, LP/Peso concha (PC) y LP/Peso partes blandas (PPB) entre poblaciones que habitan en comunidades diferentes se utilizaron individuos provenientes de las poblaciones de Guanaquerillos y de Caleta Huentelauquén (Fig. 1). Guanaquerillo se caracteriza por presentar fondos blanqueados, que son rocas dominadas por algas calcareas crustosas, gran abundancia del erizo negro *Tetrapygyus niger* y ausencia de potenciales presas para el "loco", tales como cirripedios, piures, chochas (vease Castilla *et al.*, 1979; Sommer, 1991;

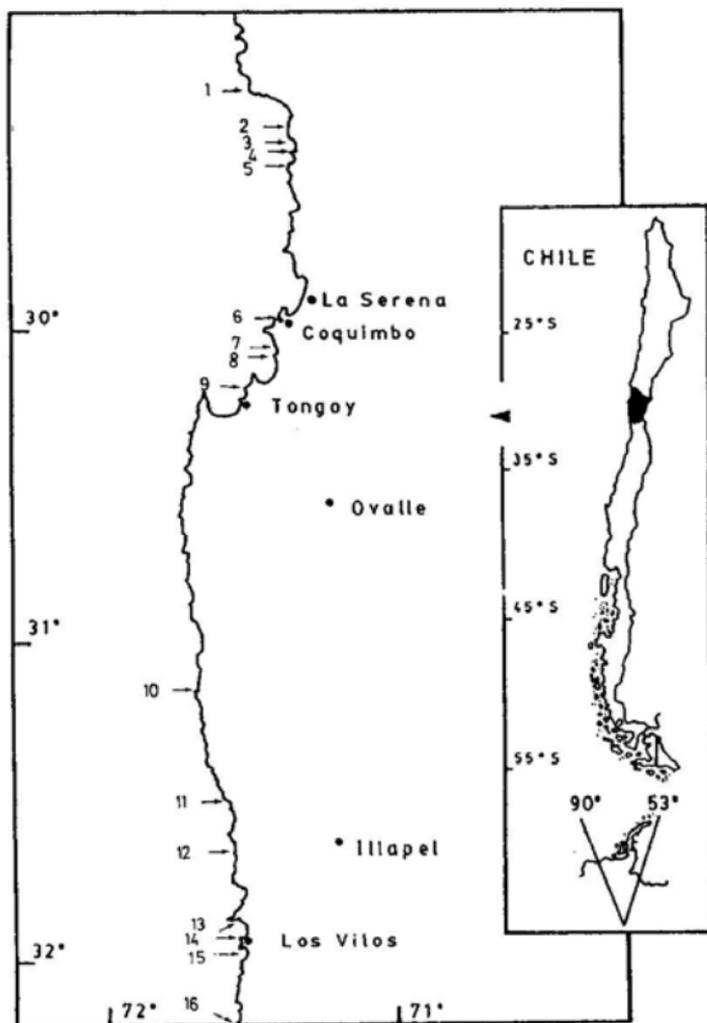


Fig. 1. Localización geográfica de los sitios de estudio (indicados con flechas). Los números representan el nombre de estas localidades de acuerdo a Tabla 1.

Sommer & Stotz, 1991¹). Los individuos de caleta Huentelauquén provienen de un roquerío a 18 m de profundidad el cual presenta una alta abundancia de cirripedios (principalmente *Austromegabalanus psittacus*) y manchones de *Pyura chilensis*. Los ejemplares de cada localidad fueron medidos y pesados (PT y PPB)

Los datos se analizaron a través de un test "t" para pendientes (Zar, 1974). Para describir la función de regresión de la relación PT/PPB en ambas localidades se usaron modelos de regresión bivariable, calculándose los parámetros de intercepto y de pendiente mediante el método de los tres grupos de Bartlett (Sokal y Rohlf, 1969).

RESULTADOS

En la relación LP/PT, los menores valores de $S(y.x)$ se obtuvieron con ajustes multiplicativos, excepto en la localidad de Chigualoco en que el ajuste fue exponencial (Tabla 1). Los resultados indican que las poblaciones presentan distintas pendientes en la ecuación de peso. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas (ANCOVA $p < 0.05$). Las pendientes se agruparon en cuatro categorías (SNK, $p > 0.05$, Tabla 1). El rango de variación estuvo entre $b = 1.85$ (Punta de Choros) y $b = 3.65$ (Pichidangui). El grupo con los valores más altos presentó pendientes mayores a 3.25 (Tabla 1). Las curvas de LP/PT muestran pocas diferencias entre localidades a nivel de individuos

pequeños. Existen diferencias significativas de peso a nivel de individuos de tamaños mayores. Sin embargo, esta variabilidad en el peso de los "locos" no siguió un ordenamiento latitudinal (Fig. 2a, b, c).

Con el fin de analizar si estas variaciones interpoblacionales coinciden con lugares que presentan estructuras comunitarias que pudieran significar diferencias en la disponibilidad de alimento, las localidades se separaron cualitativamente en dos grupos extremos: (1) localidades con predominancia de fondos blanqueados y (2) localidades con fondos dominados por cirripedios y/o *Pyura chilensis* (Tabla 2). Al ordenar las localidades de acuerdo al valor de las pendientes se evidenció que éstas no coinciden con los dos tipos extremos de estructuras comunitarias (Tabla 1 y 2), indicando que el valor de la pendiente en la curva LP/PT responde a otros factores.

La comparación de las relaciones de LP/PT entre las localidades con diferencias extremas en la disponibilidad de alimento (de acuerdo al tipo de comunidad: Guanaquerillo y Huentelauquén) no mostró diferencias significativas (Tabla 1, $p > 0.05$), es decir, "locos" de tamaños comparables tienen un peso similar. Por el contrario, al comparar las relaciones LP/PC (Fig. 3) y LP/PPB (Fig. 4) se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambas localidades ($p < 0.05$). Así "locos" de Huentelauquén (sujetos a una mayor disponibilidad de alimento) tuvieron un menor peso de

1 Sommer, H. J. & W. Stotz. 1991. ¿Puede el loco *Concholepas concholepas* (Bruguère, 1789) vivir en fondos blanqueados? XI Jornadas de Ciencias del Mar, p.69. Viña del Mar, Chile, 27-29 de Mayo 1991.

concha y un mayor peso de partes blandas que "locos" de igual tamaño de Guanaquerillo (donde la comunidad presenta una menor oferta de alimento para el "loco"). De igual forma, hubo diferen-

cias significativas ($p < 0.05$) en la relación PT/PPB (Fig. 5). Así, en el caso de Huentelauquén, el PPB explica un mayor porcentaje del peso total del "loco".

Tabla 1. Localidades ordenadas de acuerdo a la magnitud de la pendiente de la relación Long. Peristomal/Peso Fresco Total. Los números corresponden a la ubicación geográfica representadas en la Figura 1. Las líneas continuas en el extremo derecho representan grupos de igual pendientes ($p > 0.05$).

	LOCALIDAD	EC. REGRESION	N	r
1)	PTA. CHOROS	$PT = 0.04 \times LP^{1.85}$	91	0.73
5)	TOTALILLO NORTE	$PT = 0.0006 \times LP^{2.77}$	41	0.99
2)	ENS. RAMADILLA	$PT = 0.0003 \times LP^{2.94}$	38	0.96
15)	TOTALILLO SUR	$PT = 0.0002 \times LP^{2.98}$	251	0.98
7)	PTA. DE LOBOS	$PT = 0.0002 \times LP^{3.01}$	26	0.99
8)	LAGUNILLAS	$PT = 0.0002 \times LP^{3.01}$	54	0.99
3)	PTA. RAMADILLA	$PT = 0.0001 \times LP^{3.18}$	81	0.97
10)	CTA. SIERRA	$PT = 0.00007 \times LP^{3.23}$	37	0.96
14)	LAS CONCHAS	$PT = 0.00007 \times LP^{3.25}$	62	0.99
12)	HUENTELAUQUEN	$PT = 0.00007 \times LP^{3.25}$	179	0.96
11)	PTO. MANSO	$PT = 0.00006 \times LP^{3.27}$	82	0.96
4)	EL TEMBLADOR	$PT = 0.00004 \times LP^{3.34}$	38	0.99
9)	GUANAQUERILLO	$PT = 0.00003 \times LP^{3.45}$	76	0.96
6)	UCN	$PT = 0.00003 \times LP^{3.51}$	86	0.98
16)	PICHIDANGUI	$PT = 0.00001 \times LP^{3.65}$	179	0.97
13)	CHIGUALOCO	$PT = \exp(0.730 + 0.046LP)$	120	0.93

Tabla 2. Clasificación cualitativa de las localidades en función de la disponibilidad de alimento.

SITIOS CON ALIMENTO	FONDOS BLANQUEADOS
PTA. CHOROS	TOTALILLO NORTE
ENS. RAMADILLA	PTE. RAMADILLA
EL TEMBLADOR	GUANAQUERILLO
UCN	
PTA. DE LOBOS	
LAGUNILLAS	
PTO. MANSO	
CTA. SIERRA	
HUENTELAUQUEN	
CHIGUALOCO	
LAS CONCHAS	
TOTALILLO SUR	
PICHIDANGUI	

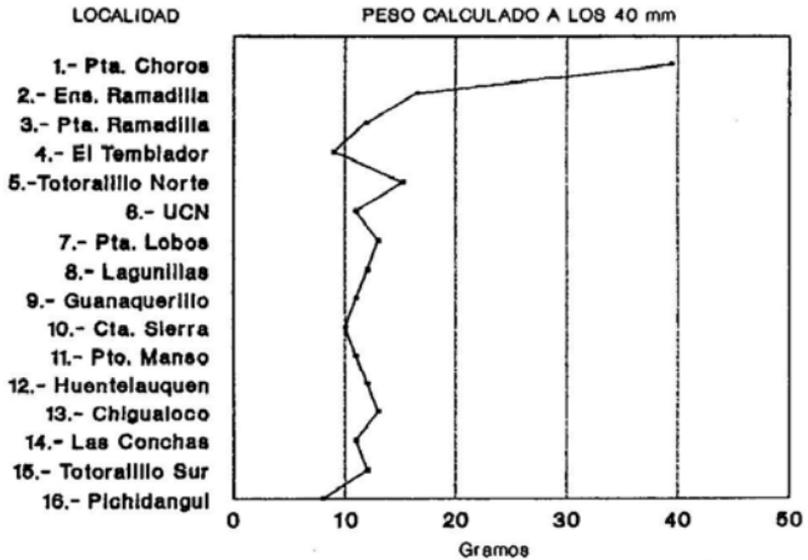


Fig. 2a. Pesos estimados a partir de las ecuaciones de regresión de cada localidad para individuos de *Concholepas concholepas* de 40 mm de longitud peristomal.

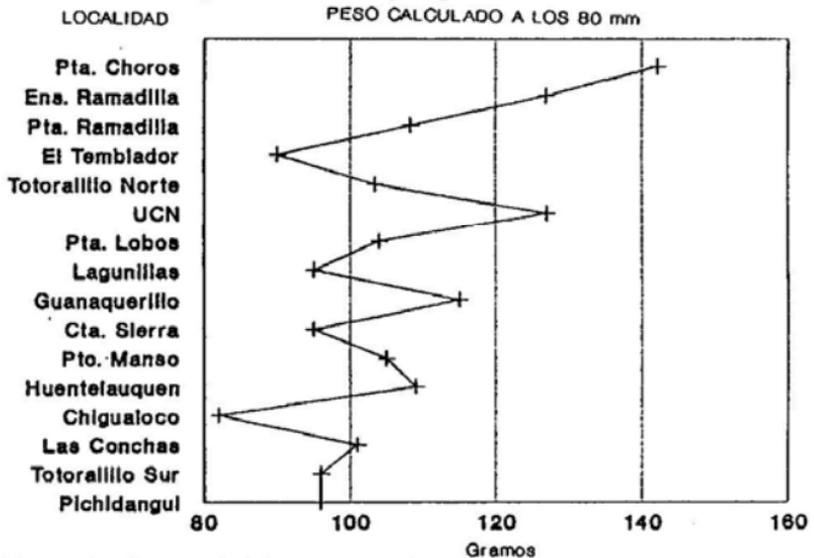


Fig. 2b. Pesos estimados a partir de las ecuaciones de regresión de cada localidad para individuos de *Concholepas concholepas* de 80 mm de longitud peristomal.

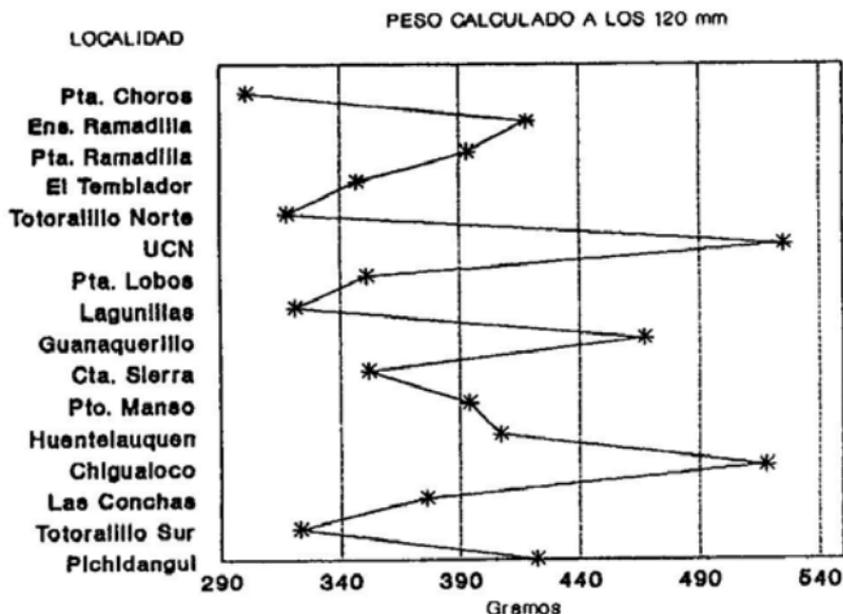


Fig. 2c. Pesos estimados a partir de las ecuaciones de regresión de cada localidad para individuos de *Concholepas concholepas* de 120 mm de longitud peristomal.

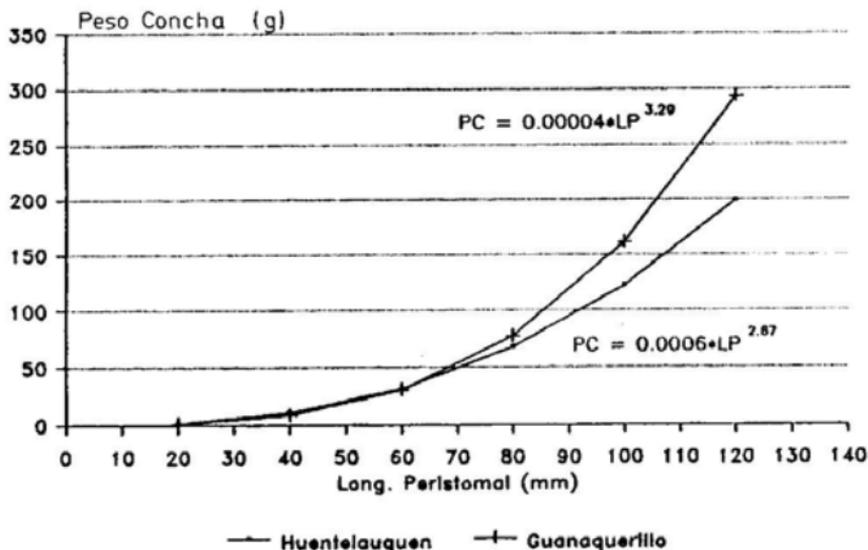


Fig. 3. Relación entre la longitud peristomal y el peso de la concha de *Concholepas concholepas* de Huentelauquén y Guaquerillo.

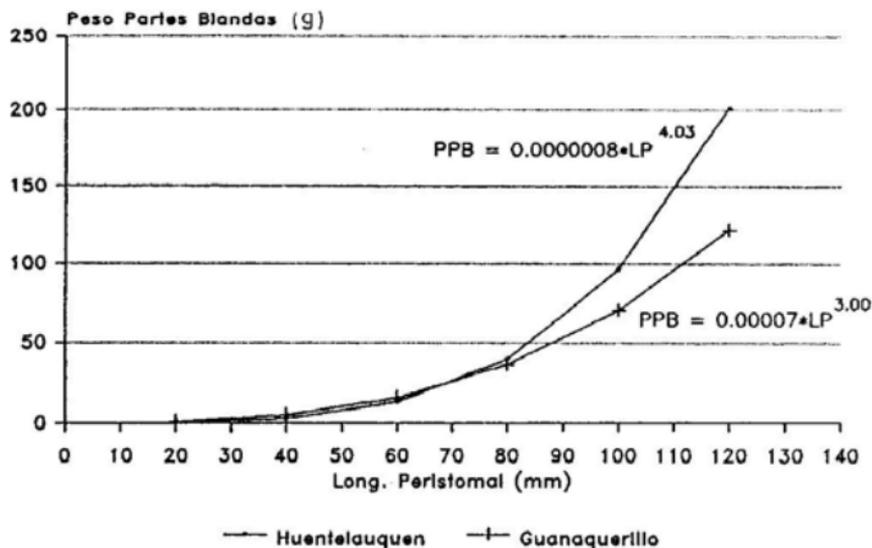


Fig. 4. Relación entre la longitud peristomal y el peso de las partes blandas de *Concholepas concholepas* en Guanaquerillo y Huentelauquén.

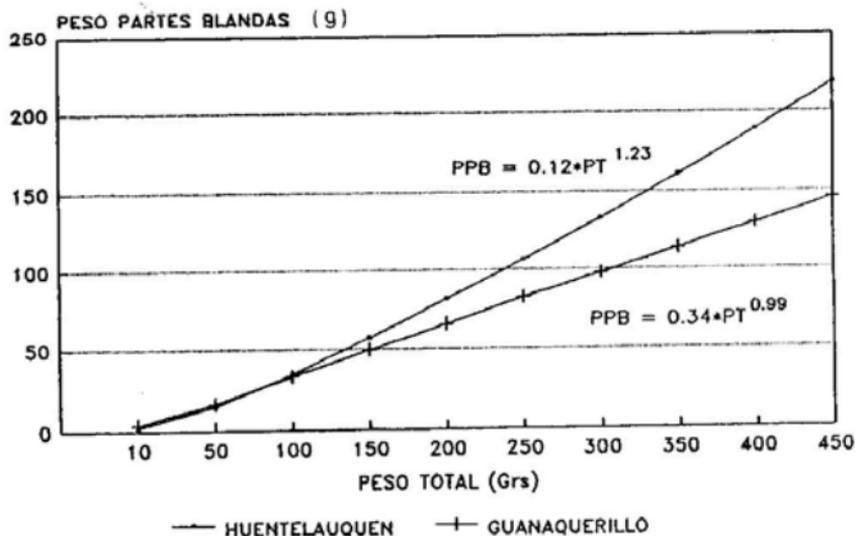


Fig. 5. Relación entre el peso fresco total y el peso de las partes blandas de *Concholepas concholepas* en Guanaquerillo y Huentelauquén.

DISCUSION

Los resultados permiten verificar que, entre localidades, existe una alta variabilidad en la relación LP/PT. Sin embargo, tales diferencias no parecen responder a un patrón latitudinal definido. El estrecho rango de distribución analizado en el presente trabajo (320 Km lineales de costa), en comparación a los más de 4.000 Km de distribución del "loco", pudiera no ser suficiente para detectar algún patrón latitudinal en las magnitudes de la pendiente de la curva de peso. Sin embargo, los valores aportados por Lozada *et al.* (1976) para poblaciones del Sur de Chile están dentro del rango de valores calculados para poblaciones de la IV Región. Del mismo modo, los resultados no parecen distintos a los aportados por Zegers *et al.* (1986) para la zona de Pisco, Perú (13° 49' S). De esta manera, para un rango mayor de kilómetros de costa no hay un patrón latitudinal en la relación LP/PT. Las diferencias encontradas pueden ser atribuidas a variaciones locales.

La existencia de variaciones inter-poblaciones entre pendientes de la curva L/P es un fenómeno conocido, especialmente en moluscos bivalvos (por ejemplo Seed, 1976; Hilbish, 1986). Tales diferencias han sido interpretadas como indicadores de la existencia de un deficiente suministro de alimento (Seed, 1968, 1976). De esta manera cuando el alimento es suministrado en poca cantidad la creación de nuevos tejidos, y el aumento en biomasa y tamaño será mantenida en un nivel mínimo (Seed, 1976). Sin embargo,

en el caso del "loco" individuos que habitan fondos blanqueados presentaron relaciones de LP/PT incluso mayores a las encontradas en comunidades con más disponibilidad de alimento. Sin embargo, observaciones cualitativas indican que "locos" de fondos blanqueados son más "flacos" (con una concha proporcionalmente más grande en relación a las partes blandas) que "locos" provenientes de cualquier otra comunidad.

Una conclusión importante es que, en las poblaciones de *Concholepas concholepas* estudiadas, la relación LP/PT no es indicadora de las diferencias en peso. Estas diferencias sólo se hacen evidentes al analizar las relaciones del largo con el peso de la concha y de las partes blandas por separado. Así, "locos" que crecen en fondos blanqueados tienen conchas más pesadas y menor peso de partes blandas que "locos" que habitan en comunidades con mayor oferta de alimento, tal como lo sugieren las comparaciones entre Huentelauquén y Guanaquerillo.

Para bivalvos se conoce que aquellos de menor tasa de crecimiento tendrán valvas más gruesas y consecuentemente más pesadas en comparación con individuos de crecimiento más rápido (Seed, 1968, 1976). Recientemente, Stotz *et al.* (1991)² y Sommer & Stotz (1991)¹ han mostrado que "locos" que habitan lugares con diferentes disponibilidades de alimento crecen a tasas distintas. "Locos" en fondos blanqueados crecen a una tasa de entre 0 y 2 mm/mes

2 Stotz, W., E. Pérez, S. Zamora, D. Martínez & P. de Amesti. 1991. Determinación del crecimiento de *Concholepas concholepas* (Bruguère, 1789) de poblaciones inter y submareales en la zona de Coquimbo. XI Jornadas de Ciencias del Mar, p.70. Viña del Mar, Chile, 27-29 de Mayo 1991.

(Sommer & Stotz, 1991)¹. A su vez "locos" que crecen en una comunidad con mayor oferta de alimento crecieron a tasas de hasta 3.6 ± 1.5 mm/mes (Stotz *et al.*, 1991)². En el caso de la relación LP/PC entre Guanaquerillo y Huentelauquén, probablemente las diferencias encontradas sean reflejo de estos distintos patrones de crecimiento y de la oferta de alimento que existe en las comunidades presentes en estas localidades. Por lo anterior sugerimos que las variaciones encontradas en la relación LP/PT así como en LP/PC y LP/PPB reflejan diferencias locales, probablemente relacionadas a la disponibilidad de alimento, más que a una variación latitudinal.

Recientemente (Stotz & Pérez, 1992³, en prensa) han propuesto que un eficiente manejo de la pesquería del "loco" debe basarse en la productividad del recurso. Sin embargo, esto requiere de una estrategia de largo plazo puesto que implica una evaluación de producción de presas y crecimiento de "loco" en cada área. Aquí nosotros sugerimos que los valores de la pendiente de la relación LP/PPB podrían ser utilizadas como un

indicador indirecto de la productividad del "loco" para cada localidad. De acuerdo a Anderson & Gutreuter (1983) pendientes mayores a 3.0 indican que el crecimiento en peso supera al crecimiento en longitud. Por tanto, pendientes mayores significarían mayor crecimiento en carne, mientras que pendientes menores, mayor crecimiento de la concha (lo cual se expresa en una longitud proporcionalmente mayor). De esta manera, esta información podría representar una forma rápida para evaluar indirectamente la productividad de una zona en particular. A modo de ejemplo, la pendiente en Guanaquerillo ($b=3.0$) refleja un crecimiento isométrico, con un mayor peso de concha, mientras que en Huentelauquén (una zona habitual de pesca para los pescadores artesanales, $b=4.03$) describiría a una zona mucho más productiva para el recurso. Por lo tanto, esto podría constituir una herramienta de utilidad a fin de identificar las localidades más aptas para ser usadas como áreas de manejo para el "loco" (Geaghan & Castilla, 1988; Stotz & Pérez, 1992³, en prensa) en el sentido que lo contempla la nueva Ley de Pesca.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer la ayuda prestada en terreno por C. Muñoz, S. Zamora, D. Lancellotti, R. Martínez (Universidad Católica del Norte), H. Sommer (Christian-Albrechts-Universität, Alemania), M. Soto, J. Garrido, G. Cerda (SERNAP, IV Región) y a Eduardo Alfaro (buzo de Caleta Huentelauquén) a quien dedicamos este trabajo.

³ Stotz, W. & E. Pérez. 1992. Crecimiento y productividad de *Concholepas concholepas* (Bruguère, 1789) como estimador de la capacidad de carga en áreas de manejo. XII Jornadas de Ciencias del Mar, p.93. Santiago, Chile, 27-29 de Mayo 1992.

LITERATURA CITADA

- Anderson, R. & S. Gutreuter. 1983. Length, weight and associated structural indices. In: Fisheries Techniques. L. Nielsen & D. Johnson (Eds.) Chapter 15, pp. 283-300.
- Bricelj, V. & E. Malouf. 1987. Intraspecific variation in reproductive and somatic growth cycle of bay scallop *Argopecten irradians*. Marine Ecology Progress Series, 36: 123-137.
- Castilla, J.C. 1983. El recurso *Concholepas concholepas*, su biología y estado en que se encuentra la pesquería en Chile. En: Análisis de Pesquería Chilenas. P. Arana (Ed.). Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso, pp. 37-51.
- Castilla, J.C., Guisado C. & J. Cancino. 1979. Aspectos ecológicos y conductuales relacionados con la alimentación de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). Biología Pesquera, Chile, 12:99-114.
- Geaghan, J. & J.C. Castilla. 1988. Assessment of the present capacity for management of the "loco" *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) (Gastropoda, Muricidae) in Chile. Biología Pesquera, Chile, 17:57-72.
- Hilbish, T. J. 1986. Growth trajectories of shell and soft tissue in bivalves: Seasonal variation in *Mytilus edulis* L. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 96:103-113.
- Lozada, E., López, M.T. & R. Desqueyroux. 1976. Aspectos ecológicos de poblaciones chilenas de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) (Mollusca, Gastropoda, Muricidae). Biología Pesquera, Chile, 8:9-29.
- Page, H. & Y. Ricard. 1990. Food availability as limiting factor to mussel *Mytilus edulis* growth in California coastal waters. Fishery Bulletin, 88:677-686.
- Richardson, C., Crisp, D. & N. Runham. 1981. Factors influencing shell deposition during a tidal cycle in the intertidal bivalve *Cerastoderma edule*. Journal of Marine Biology Association of United Kingdom, 61:465-476.
- Schwabe, C.H. 1959. Biometrische Daten zur Schale von *Concholepas concholepas* (Bruguière) (Moll. Muricidae) an der chilenischen Küste und ihr ökologischer Indikatorwert. Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie, 44:449-462.
- Seed, R. 1968. Factors influencing shell shape in the mussel *Mytilus edulis*. Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom, 48:561-584.
- Sokal, R. & J. Rohlf. 1969. Biometry. W.H. Freeman & Co. San Francisco. 776 pp.
- Sommer, H-J. 1991. Zur ökologie ausgewählter Benthosarten im chilenischen Felslitoral: Wiederbesiedlungsversuche mit *Concholepas concholepas*. Diplomarbeit aus dem Zoologischen Institut der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, FRG. 81 pp.
- Stuardo, J. 1979. Sobre la clasificación, distribución y variación de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789): un estudio de taxonomía beta. Biología Pesquera, Chile, 12:5-38.
- Wallace, J. & T. Reinsnes. 1985. The significance of various environmental parameters for growth of the iceland scallop *Chlamys islandica* (Pectinidae), in hanging culture. Aquaculture, 44:229-242.

Zegers, J., Ishiyama, V. & J. Tarazona. 1986. Contribución al conocimiento biológico pesquero del "chanque" *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) (Gastrópoda, Muricidae) en la zona de Pisco, Perú. Revista de Ciencias U.N.M.S.M., 74:87-102.

Zar, J. H. 1974. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J. 620 pp.

Manuscrito recibido en julio de 1992 y aceptado en noviembre de 1992.