

Crecimiento de *Haliotis fulgens* en Bahía Asunción. Baja California Sur, México

SERGIO ANTONIO GUZMAN DEL PROO*
Laboratorio de Ecología
Departamento de Zoología
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN
Prol. de Carpio y Plan de Ayala
Col. Santo Tomás
Apartado Postal 42-186
11340 México, D.F.

FERNANDO LOPEZ SALAS**
Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada, IPN
Apartado Postal 1306
Ensenada, B.C. 02300

GUZMÁN-del PRÓO, S.A. y F. LÓPEZ-SALAS, 1993. Crecimiento de *Haliotis fulgens* en Bahía Asunción. Baja California Sur, México. *An. Esc. nac. Cienc. biol.*, Méx., **38**: 59-66.

RESUMEN: Empleando la técnica de marcado y recaptura, se estudió el crecimiento en longitud de abulones de la especie *Haliotis fulgens* en Bahía Asunción, BCS entre abril de 1978 y abril de 1981. Se marcaron 506 individuos con un porcentaje de recaptura final del 12.6% compuesto por 64 organismos de *H. fulgens*. Los datos obtenidos se ajustaron al modelo de Von Bertalanffy utilizando la técnica de Gulland y Holt.

Una amplia dispersión de los valores de talla, caracterizó el ajuste de los incrementos anuales, lo cual denota una gran variabilidad en el crecimiento de individuo a individuo. Los parámetros calculados para la ecuación de Von Bertalanffy fueron: $K = 0.3472$, $L = 194.3$ mm ($n = 44$, $r^2 = 0.41$ y $p < 0.01$). Se comparan los resultados obtenidos con estimaciones previas para otras localidades de Baja California Sur; se sugiere la existencia de un gradiente latitudinal de norte a sur en la velocidad de crecimiento de esta especie

INTRODUCCIÓN

Haliotis fulgens (abulón azul) y *H. corrugata* (abulón amarillo), son dos especies de moluscos gasterópodos sobre los que se basa la industria abulonera de Baja California, México; desde hace más de 50 años (SEPESCA, 1987).

* Investigador nacional. Becario de la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas del IPN, Laboratorio de Ecología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. Apartado Postal 63383. México, D.F. 02800.

** Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada, IPN. Apartado Postal 1306. Ensenada, B.C. 02300.

La importancia económica de este recurso y la necesidad de establecer las bases técnicas para su administración, ha estimulado en los últimos años la realización de diversos trabajos de investigación que tienden a evaluar las existencias de estas especies y a cubrir aspectos de su biología y dinámica poblacional (Chapa 1963, Ortiz 1966, Lluch *et al.* 1973, Doi *et al.* 1977, Guzmán del Prío *et al.* 1980, Marín 1981, González Avilés y Ortiz 1986, Molina 1983).

Estudios previos sobre el crecimiento de estas especies se han basado fundamentalmente en muestras masivas de frecuencias de longitud de la población y en la correspondiente identificación de los grupos probables de edad, mediante las técnicas de Cassie (1954), Harding (1949) o Bhattacharia (1967). Sin embargo, la necesidad de corroborar las estimaciones de crecimiento obtenidas mediante métodos más directos, así como el interés de obtener nueva información para otras localidades, motivó la realización de experimentos de marcado y recaptura con *Haliotis fulgens* y *H. corrugata* en la zona de Bahía Asunción, BCS, para estimar el crecimiento de esta especie.

El presente artículo informa los resultados obtenidos en un experimento realizado entre 1978 y 1981 en la zona de Bahía Asunción, BCS (Fig. 1).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron discos numerados de plástico tipo Petersen, de 0.5 a 1.0 cm de diámetro y se marcaron periódicamente lotes de 40 a 50 abulones, incluidas ambas especies. El marcado y recaptura se realizó en diferentes épocas del año: abril y diciembre de 1978, abril y noviembre de 1979, abril y diciembre de 1980 y abril de 1981, hasta completar un total de 506 especímenes. Los abulones se capturaron y se trasladaron a tierra en cubetas con agua de mar para ser marcados. Las marcas se fijaron inmediatamente arriba del borde externo de la concha, con pequeños tornillos y tuercas de plástico de 2 mm de grueso. Previamente se había practicado una pequeña perforación en la concha con ayuda de un taladro eléctrico.

Después de marcados, los especímenes se depositaron durante 24 horas en una tina con agua corriente para observar su grado de recuperación. Aquéllos que después de este tiempo daban signos de escasa actividad fueron separados y únicamente se liberaron en el mar los animales más vigorosos.

El intervalo de talla de los organismos marcados fue de 46 hasta 170 mm de longitud concha, dominando las tallas entre 70 a 130 mm. La talla media fue de 105 mm.

Los especímenes devueltos al mar fueron colocados en el fondo, en un lugar próximo a la orilla entre tres y cuatro m de profundidad. Las condiciones de fondo, vegetación y grado de exposición en que se dejaron, fueron aproximadamente las mismas que se encontraban en el área en que fueron capturados. En cada visita se recapturaban los individuos marcados anteriormente y se introducía un nuevo lote de individuos marcados. De esta forma los periodos de liberación para ambas especies variaron desde 138 hasta 1094 días equivalente a 0.38 y 2.9 años respectivamente.

Los datos obtenidos se ajustaron al modelo de crecimiento de Von Bertalanffy, siguiendo la técnica de Gulland y Holt citada por Pauly (1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recapturaron en total 64 especímenes de *Haliotis fulgens* y 18 de *H. corrugata*. Los

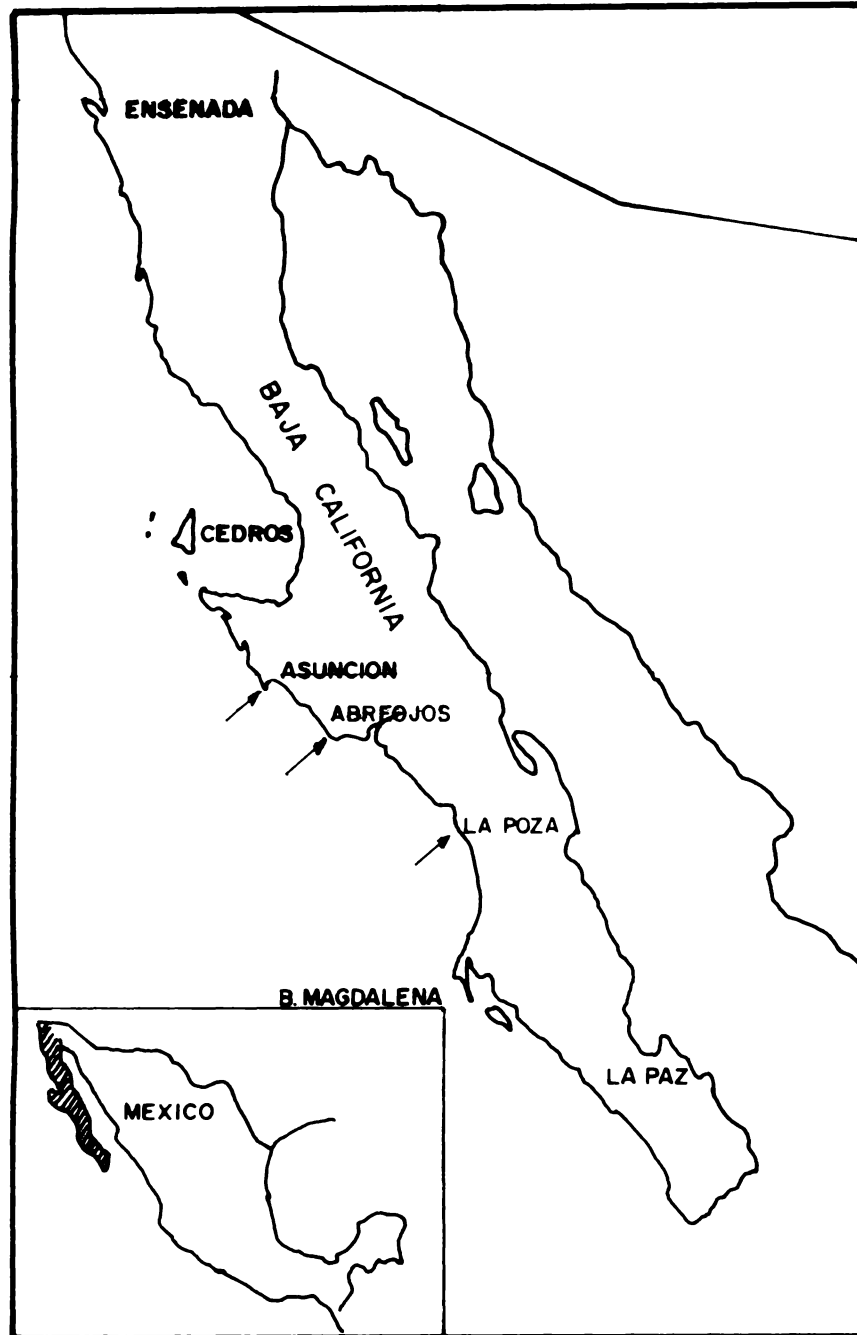


FIG. 1. Localización del área de estudio.

datos de esta última especie resultaron insuficientes y sumamente dispersos para lograr un buen ajuste. Por esta razón se eliminaron del cálculo final y sólo se reportan los resultados referentes a *H. fulgens*.

De los datos correspondientes a esta última especie, todavía se eliminaron un total de 20 pares, correspondientes a periodos de liberación menores de un año. El objetivo fue normalizar la información con periodos mínimos de observación de un año, y eliminar de la estimación final posibles sesgos por variación estacional. Consecuentemente, el ajuste de los datos que se muestra en la figura 2, corresponde a un total de 44 pares de datos, los cuales incluyen a ambos sexos y periodos de liberación entre 0.98 y 2.98 años.

Las tallas de recaptura cubrieron un intervalo de tallas de 96 a 170 mm (cuadro 1). Los incrementos de crecimiento variaron desde valores de cero, en especímenes de 170 mm de talla, hasta valores extremos de 44.9 mm/año en individuos de 100 mm de longitud inicial; el incremento promedio fue de 24.6 mm/año.

Los valores obtenidos para los parámetros de la ecuación de crecimiento se consignan en el cuadro 2.

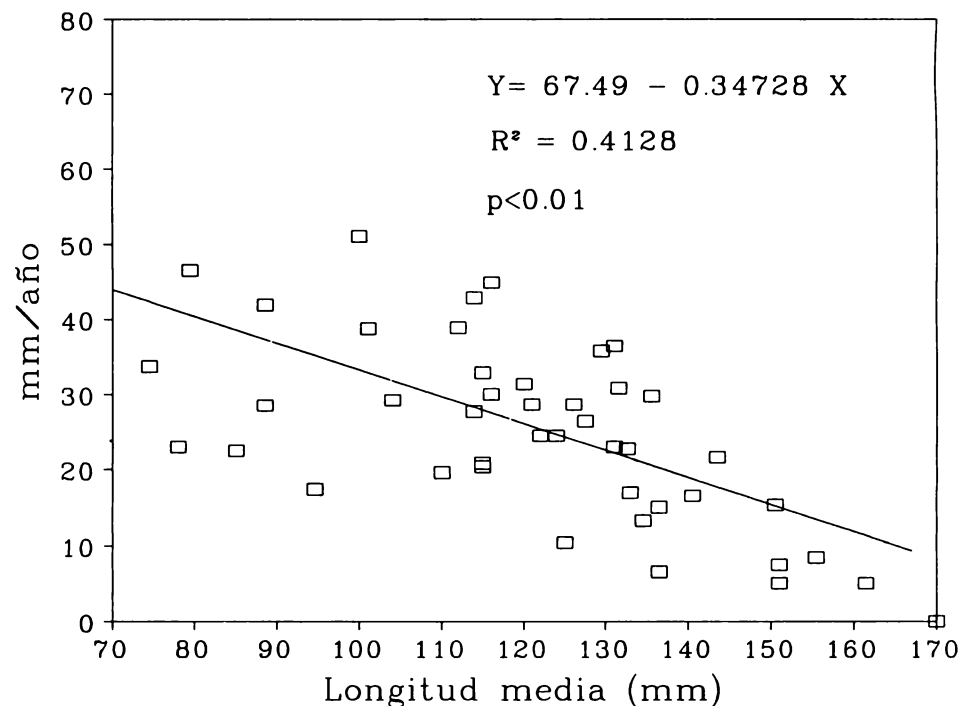


FIG. 2. Diagrama de puntos y ajuste de datos por mínimos cuadrados de incrementos anuales de longitud de *Haliotis fulgens* en Bahía Asunción, BCS.

El valor de K es el mejor ajuste logrado después de varias iteraciones. Un intento para buscar posibles efectos de estacionalidad se hizo aplicando la técnica de Pauly Gaschutz (descrita en Gayanilo *et al.* 1988), incluyendo además los valores de observación menores de un año. Los resultados obtenidos no difieren sensiblemente de las estimaciones obteni-

CUADRO 1. Longitud de concha (en mm) de *Haliotis fulgens* al momento de marcado (L_{t_1}), en el momento de su recaptura (L_{t_2}), incremento neto en longitud ($L_{t_2}-L_{t_1}$) y tiempo (t) en años transcurridos entre L_{t_1} y L_{t_2} .

L_{t_1}	L_{t_2}	$L_{t_2}-L_{t_1}$	t	L_{t_1}	L_{t_2}	$L_{t_2}-L_{t_1}$	t
121	150	29	0.98	95	145	50	1.6
170	170	0	0.98	145	157	12	1.6
110	134	24	0.98	70	132	62	1.6
122	147	25	0.98	147	155	8	1.6
143	158	15	0.98	92	140	48	1.6
105	125	20	0.98	51	98	47	1.4
128	141	13	0.98	92	138	46	1.4
120	146	26	1.54	110	153	43	1.4
125	148	23	1.54	101	141	40	1.4
99	131	32	1.54	111	151	40	1.1
68	109	41	1.44	120	145	25	1.1
128	159	31	1.44	88	120	32	1.1
46	113	67	1.44	143	168	25	2.98
82	107	25	1.44	154	169	15	2.98
84	140	56	1.44	116	165	49	2.98
112	136	24	0.98	113	137	24	2.32
74	96	22	0.98	101	154	53	2.01
93	135	42	0.98	130	143	13	2.01
94	138	44	0.98	93	127	34	1.74
75	125	50	0.98	58	98	40	1.74
112	140	28	0.98	111	151	40	1.74
68	109	41	0.98	90	138	48	1.74

CUADRO 2. Parámetros de crecimiento de *Haliotis fulgens* en Bahía Asunción, BCS.

Especie ($\sigma + \varphi$)	Loo	K	n	r^2	p
<i>Haliotis fulgens</i>	194.3 mm	0.3473/año	44	0.41	< 0.01

CUADRO 3. Parámetros de crecimiento de *Haliotis fulgens* en tres diferentes localidades de Baja California Sur.

Especie ($\sigma + \varphi$)	K	Loo	t_0	Localidad	Fuente
<i>H. fulgens</i>	0.3472	194	—	Asunción	1
<i>H. fulgens</i>	0.3675	170	0.0517	Abreojos	2
<i>H. fulgens</i>	0.3638	171	0.0990	Abreojos	2
<i>H. fulgens</i>	1.3863	126	0.6963	La Poza	3

1 este trabajo.

2 Guzmán del Prío y Marín 1976.

3 Guzmán del Prío *et al.* 1980.

das a partir del método de Gulland y Holt, pero presentaron el inconveniente de un coeficiente de determinación más bajo y un ajuste gráfico poco realista. Esto puede explicarse porque tratándose de un juego de datos en el que dominan periodos de observación muy largos, algunos por encima de los dos años, el posible efecto estacional resulta enmascarado. Por esta razón, se prefirió utilizar como el mejor ajuste los parámetros arriba señalados.

Hacer una estimación del valor de t_0 no es posible, porque el método de marcaje y recaptura no lo permite. Consecuentemente, conviene advertir que la ecuación de Bertalanffy sólo explica el crecimiento de individuos a partir de 46 mm en adelante que es la mínima talla inicial registrada en nuestro experimento.

En la figura 2 se observa que pese a la eliminación de recapturas menores de un año, subsiste una gran variabilidad en los incrementos registrados de individuo a individuo. Puede influir el tamaño de la muestra y el número de recapturas, el cual es relativamente pequeño, también contribuye la propia variación intrínseca de los organismos, que aparentemente es más amplia de lo que originalmente suponíamos. Esta característica representa en sí misma, una pieza de información muy útil desde el punto de vista ecológico pesquero, pues permite reconocer que la velocidad de crecimiento varía considerablemente de individuo a individuo y seguramente de banco a banco, dada la escasa movilidad de *Haliotis* y la amplia heterogeneidad del hábitat rocoso en que se desarrolla esta especie.

Tal variabilidad en el crecimiento de *Haliotis* ha sido señalada por otros autores (Sloan y Breen, 1988; Kojima *et al.*, 1977, Shepherd y Hearn 1983) y es muy importante considerarla cuando se habla de tasas promedio de crecimiento (Sainsbury, 1980). Esta amplia variación debería entonces ser considerada al incluir a K como un parámetro fijo en los modelos de rendimiento por recluta, y replantearse hasta dónde conviene o no, generalizar un mismo valor de K , aun para zonas geográficas próximas entre sí, ya que el crecimiento puede variar fácilmente de una localidad a otra debido a diferencias en factores ecológicos tales como alimento, temperaturas locales o energía del oleaje (Sloan y Breen, *op. cit.*, Breen y Adkins (1979).

Los parámetros de crecimiento aquí mostrados, particularmente el valor de K (cuadro 3), exhibe diferencias con las tasas de crecimiento reportadas para localidades más sureñas como Abrejos y La Poza. En esta última localidad el valor de 1.38 parece un tanto disparado, sin embargo, las cifras de K y L_{∞} vistas en relación con la ubicación geográfica de las tres localidades, sugieren la existencia de un gradiente latitudinal de norte a sur en la velocidad de crecimiento y en la talla máxima de esta especie. Lo anterior sería consistente con observaciones sobre la disminución de la talla promedio de *Haliotis fulgens* y *H. corrugata* (Guzmán del Prío y Castro Aguirre, 1976), detectadas a partir de muestras rutinarias de las descargas comerciales de abulón desde Isla Cedros hasta la Poza, BCS.

La hipótesis planteada está sujeta a corroboración con nuevas estimaciones más al norte y al sur de las localidades señaladas, pero no deja de ser un fenómeno común en organismos marinos que se distribuyen en un amplio intervalo latitudinal (Nikolskii, 1969) como es el caso de *Haliotis fulgens*.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al M. en C. José Luis Castro Ortiz por su valiosa ayuda en el tratamiento final de los datos. Este trabajo forma parte de proyectos

auspiciados por la Dirección de Graduados e Investigación del IPN, clave DEPI/81400 y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, clave PCECCNA/050769.

SUMMARY

Growth rate of green abalone (*Haliotis fulgens*) was estimated in Bahía Asunción, B.C. from april 1978 to april 1981, using tagging and recapture method. A total of 506 abalone were tagged. The final recapture was of 64 organisms. Annual increment data were fitted to Bertalanffy growth model using a Gulland and Holt plot technique. Fitting for this species showed very wide scattering, suggesting a very high individual variability. Growth parameters were: $K = 0.3472$, $L = 194.3$ mm ($n = 44$, $r^2 = 0.41$, $p < 0.01$). A summary and comparison of previous growth estimates reported by other authors are discussed, suggesting that there is an apparent clinal growth gradient from north to south.

LITERATURA CITADA

- Bhattacharya, C.G., 1967. A simple method of resolution of distribution into Gaussian components. *Biometrics*. **23**: 115-35.
- Breen, P.A. and B.E. Adkins, 1979. A survey of abalone populations on the east coast of the Queen Charlotte Islands. August 1978. *Fish. Mar. Serv. MS. Rep.* **1490**: 175 p.
- Cassie, R.M., 1954. Some use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. *Aust. J. Mar. Freshwater. Res.* **5**: 513-522.
- Chapa, S.H., 1963. Los abulones. Importante recurso pesquero de México. Sría. Ind. y Com., *Dir. Gral. Pesca. Trab. Div. IV(34)*: 1-17.
- Doi, T.; S.A. Guzmán del Prío; V. Marín A.; M. Ortíz Q.; J. Camacho A. y T. Muñoz, L., 1977. Análisis de la población y diagnóstico y de la pesquería de abulón amarillo *Haliotis corrugata* en el área de Punta Abreojos e Isla de Cedros, BCS. *Inst. Nal. Pesca. Ser. Cient.* 1-17.
- Gayanilo, F.C.; M. Soriano y D. Pauly, 1988. A draft guide to the compleat Elefan. ICLAMAR. Software 2. 65 p. Manila, Phillipines.
- González Avilez, J.G. y M. Ortíz Q., 1986. Estudios sobre madurez, índice gonadal y fecundidad en abulón negro *Haliotis cracherodii* (Mollusca: Gastropoda) a partir de muestras colectadas en I. Cedros. junio 1982. *Inst. Nal. Pesca CRIP Ensenada Doc. Tec. Inf.* **1**: 54-72.
- Guzmán del Prío, S.A. y V. Marín, 1976. Resultados preliminares sobre crecimiento de abulón amarillo y azul (*Haliotis corrugata* y *H. fulgens*) en Punta Abreojos BCS. *Inst. Nal. de Pesca Serie Científica* **17**: 1-11.
- Guzmán del Prío, S.A. y C. Castro-Aguirre, 1976. Un sistema de registro de la composición de la captura comercial de abulón (*Haliotis spp.*). Resultados de cuatro temporadas 1972-1976, en Baja California. Memorias del Primer Symposium de Recursos Pesqueros Masivos de México. *Vol. Esp. Abulón/Langosta* **2**:36 p.
- Guzmán del Prío, S.A.; J. Pineda B.; J. Molina; F. Uribe; F. López S.; R. Aguilar; M. Andrade P.; G. León C.; V. Marín y C. Castro A., 1980. Fundamentos biológicos para un nuevo régimen de explotación del recurso. Departamento de Pesca. Inst. Nal. de Pesca. Doc. Tec. Interno, Mecanografiado. 294 p.
- Harding, J.F., 1949. The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distribution. *J. Mar. Bio. Assoc. U.K.* **28**: 141-153.
- Kojima, H.; Y. Nakahisa and H. Tanimoto, 1977. A study on the stock of japanese black abalone *Haliotis discus discus* in Tokushima prefecture I. Growth of shells. *Bull. Tokai Reg. Fish Res. Lab.* **90**: 25-37.
- Lluch B.D.; S.A. Guzmán del Prío; M. Ortiz Q. y V. Marín A., 1973. La pesquería del abulón

- en Baja California. Un análisis de su desarrollo histórico y perspectivas futuras. *Inst. Nal. Pesca. SI*, **6**: 1-21.
- Marín, V., 1981. Parámetros poblacionales y diagnóstico de la pesquería de abulón amarillo (*Haliotis corrugata*) en Bahía Tortugas, BCS. *Ciencia Pesquera Inst. Nal. Pesca, México*. **1**(2): 67-79.
- Molina, J., 1983. Estimaciones de fecundidad en *Haliotis rufescens* del Bajo Bahía Rosario BCS. *Ciencia Pesquera Inst. Nal. Pesca México*. **4**: 77-95.
- Nikolskii, G.V., 1969. Theory of fish population dynamics as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources. Oliver & Boyd. Edinburgh. 323 p.
- Ortiz, Q.M., 1966. Informe preliminar de las investigaciones sobre la biología y pesca del abulón comercial de las Islas de Cedros, Benitos y Guadalupe, Baja California. *Dir. Gral. Pesca. INIBP. Trab. Div. XI*(109): 1-42.
- Pauly, D., 1980. A selection of simple methods for the assesment of tropical fish stocks. *FAO Fish Circ.* (779): 1-54 p.
- Sainsbury, K., 1980. The effects of individual variation on the von Bertalanffy growth equation. *Can. Jour. Fish. Aquat. Sci.* **37**: 241-247.
- SEPESCA., 1987. Pesquerías mexicanas: estrategias para su administración. Secretaría de Pesca. México. 1035 p.
- Sloan, N.A. and P.A. Breen., 1988. Northern abalone *Haliotis kamtschatkana* in British Columbia: Fisheries and synopsis of life history information. *Can. Spec. Publ. Fish Aquat. Sci.* **103**: 46 p.
- Shepherd, S.A. and W.S. Hearn. 1983. Studies on southern australian abalone (genus *Haliotis*) III. Mortality of two exploited species. *Aus. J. Mar. Freshwat. Res.* **34**: 461-475.