

# ESTUDIO PRELIMINAR DE EDAD Y CRECIMIENTO DE *FISSURELLA LATEMARGINATA* (SOWERBY 1834) EN TOCOPILLA, CHILE (MOLLUSCA, GASTROPODA, FISSURELLIDAE)

ENZO ACUÑA S.\*

**ABSTRACT.** The growth of *Fissurella latemarginata* was analyzed using the Walford and von Bertalanffy methods, both based on the morphometric relations as well as in the "growth lines". Linear regressions were fitted for all these relations observing very high correlations. Size frequency and age were studied using two graphic methods; at least three classes were recognized. The coincidence of the "growth lines" and the groups of size is confirmed.

## INTRODUCCION

*Fissurella latemarginata* (Sowerby 1834) es un gastrópodo comestible distribuido geográficamente entre Concepción, Chile, y Perú (Castilla y Becerra 1975). Se le encuentra generalmente en los roqueríos de la zona intermareal entre algas del género *Lessonia*.

Los estudios sobre la edad y el crecimiento anual de las especies son de gran importancia, ya que permiten hacer inferencias de la estructura poblacional, tasa de renovación del recurso y tamaños mínimos de extracción, parámetros que son de interés para la correcta administración de la explotación comercial y conservación de las especies. Desafortunadamente en moluscos no es mucho lo que se ha hecho a este respecto, orientándose básicamente estos estudios a especies de bivalvos, como mitílicos y ostreidos, y no así hacia los gastrópodos.

En esta investigación se analizan las características morfométricas y gravimétricas de la especie. También se hace un estudio de las marcas de crecimiento y edad (Haskin 1954), método ampliamente utilizado, y frecuencias de tamaño (Harding 1949, Cassie 1954) para estimar su estructura poblacional.

## MATERIAL Y METODOS

El material proviene de la isla Algodonales, Tocopilla (22° 05'S, 70° 14'W), de un muestreo efectuado con motivo del proyecto conjunto PGNL 1746 entre la Empresa Nacional del

Petróleo de Chile (ENAP) y el Departamento de Oceanología de la Universidad de Chile, Valparaíso. Los ejemplares se obtuvieron de los roqueríos mediante buceo autónomo en el costado de la isla, que es un frente expuesto. El muestreo fue al azar, utilizando un marco metálico de  $\frac{1}{4}$  m<sup>2</sup> de superficie como calicata inventario. La cantidad obtenida fue aproximadamente 100 ejemplares. Para las proporciones morfométricas y gravimétricas se contó con datos de 44 ejemplares.

El largo total, ancho medio, ancho del cuarto anterior, ancho del cuarto posterior y alto de *Fissurella* fueron medidos con un pie de metro con precisión de 0.1 mm. El ancho medio equivale al ancho máximo, y se consideraron las otras dos mediciones por las características especiales de la forma de la concha (fig. 1).

El peso de la concha y partes blandas se midieron en una balanza de 0.1 g de precisión. Los cálculos estadísticos fueron realizados en una calculadora Monroe 1930 y procesados en un computador Wang 2200 B, en el Centro de Computación de la Universidad de Chile, Valparaíso.

## RESULTADOS

### CARACTERES MORFOMÉTRICOS

Se refieren a relaciones que se establecen tomando como base el largo total de la concha del gastrópodo.

\*Departamento de Oceanología, Universidad de Chile, Valparaíso, Casilla 13-D, Viña del Mar, Chile.

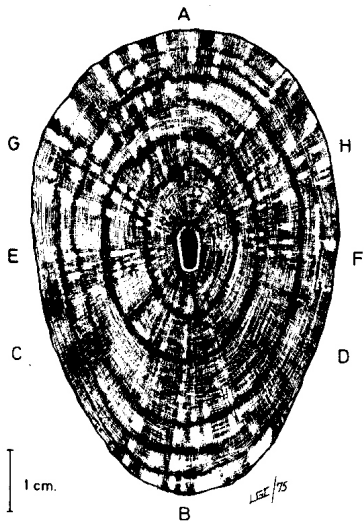


Fig. 1. *Fissurella latemarginata*, vista dorsal. A-B Largo total (L); C-D Ancho cuarto anterior (Aa); E-F Ancho medio (Am); G-H Ancho cuarto posterior (Ap).

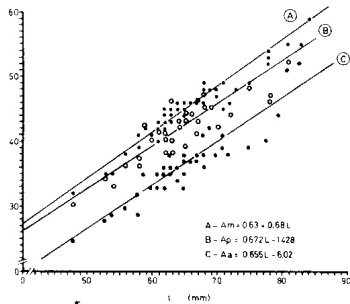


Fig. 2. Regresiones lineales de las características morfométricas. A: largo total/ancho medio (Am); B: largo total/ancho cuarto posterior (Ap); C: largo total/ancho cuarto anterior (Aa).

1. Relación ancho medio/largo total ( $Am/L$ ), figura 2 A.

Se obtuvo la siguiente relación:  $Am = 0.63 + 0.68 L$  con un  $r$  de .929, un rango de largos entre 48-81, de ancho entre 32-55, con un  $\bar{L}$  de 64.11 mm y una desviación standard de 5.75.

Tanto el rango de largos, el promedio en  $L$  ( $\bar{L}$ ) y la desviación standard son iguales en todas las relaciones siguientes. En todos los casos los pares válidos fueron 44 y la significación estadística fue de .01%.

2. Relación ancho del cuarto posterior/largo total ( $Ap/L$ ), figura 2 B.

La fórmula es  $ap = .672 L - 1.428$ , con un  $r = .893$  y un rango de anchos entre 30-52 mm.

3. Relación ancho del cuarto anterior/largo total ( $Aa/L$ ), figura 2 C.

El resultado es  $Aa = .655 L - 6.02$ , con un  $r = .893$  y un rango de anchos entre 35-51 mm.

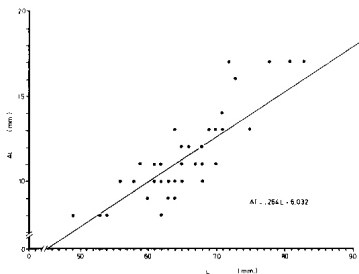


Fig. 3. Regresión lineal del largo total/alto.

4. Relación alto/largo total ( $Al/L$ ), figura 3.

La fórmula es  $Al = .264 L - 6.032$ , con un  $r = .787$  y un rango de altos entre 8-17 mm.

#### CARACTERES GRAVIMÉTRICOS

Se calcularon las relaciones largo/peso total, largo/peso de la concha y largo/peso de

las partes blandas, basándose en la fórmula tipo  $W_t = a \cdot L^n$ , donde  $L$  se expresa en mm y  $W$  en g. Esta expresión se transforma en una relación lineal aplicando logaritmos neperianos. La línea de regresión se obtuvo por mínimos cuadrados.

En la ecuación longitud/peso, los parámetros  $a$  y  $n$  suelen ser considerados como índice de engorde o robustez y coeficiente de forma, respectivamente (Miranda 1975).

El resultado para la relación largo/peso total (figs. 4A y 4B) es  $W_t = 0.0001005$

$L^{3.038}$ , con un  $r = .935$ .

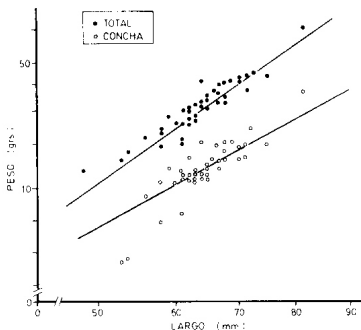


Fig. 4A. Regresiones lineales del largo/peso total y largo/peso de la concha.

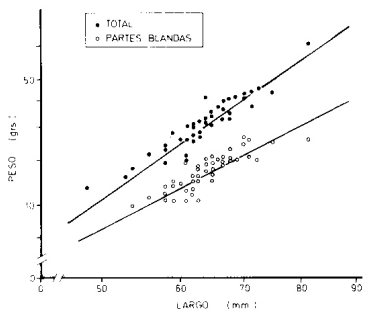


Fig. 4B. Regresiones lineales del largo/peso total y largo/peso de las partes blandas.

Para la relación largo/peso de la concha (fig. 4A) se obtuvo el siguiente resultado:  $W_c = 0.00001262 \cdot L^{3.346}$ , con un  $r = .915$ .

Finalmente se realizó la misma operación para la relación largo/peso de las partes blandas (fig. 4B), la que dio el resultado siguiente:  $W_p = 0.0001985 \cdot L^{2.278}$ , con un  $r = .880$ .

Las correlaciones resultaron significativas al nivel del .01% y los pares válidos fueron 44 en los tres casos.

## GRUPO MODALES

Para visualizar los grupos modales en la muestra de la población se confeccionó una curva de frecuencias de tamaños (fig. 5), suavizando los datos mediante la fórmula  $N = (a + 2b + c)/4$  (fig. 5), la que nos permite normalizarlos evitando los dientes de sierra que se producen en los datos crudos, que dificulta la visualización de los grupos de edad. Este método permitió estimar los grupos modales que se identifican como IV, V y VI, respectivamente.

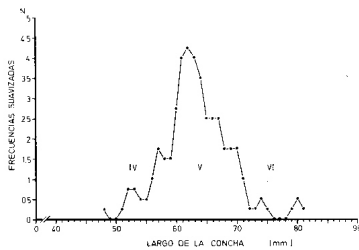


Fig. 5. Frecuencias de largos de concha suavizadas según fórmula  $N = (a + 2b + c)/4$ .

Los mismos datos fueron tratados mediante la técnica del análisis gráfico de curvas polimodales en papel de probabilidades (Harding 1949, Cassie 1954). Los datos representados en la figura 6 permiten comprobar la existencia de los grupos ya señalados. En la tabla 1 se resume la composición porcentual de la curva polimodal analizada, eliminándose su entremezcla. Así el grupo

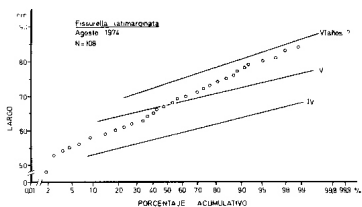


Fig. 6. Representación de los porcentajes acumulativos de los largos de concha en papel de probabilidades. Los números romanos indican el grupo de edad estimada.

predominante es el v con un 58,90%. Para comprobar la unimodalidad de cada grupo modal se graficó individualmente cada uno de ellos (fig. 7).

En la tabla 2 se entregan las frecuencias de tamaños según el número de anillos de crecimiento. Se calcularon las longitudes medias de los anillos de crecimiento por grupo de edad. No se consideró el primer anillo dada la dificultad de identificación en muchos ejemplares. Los resultados (ta-

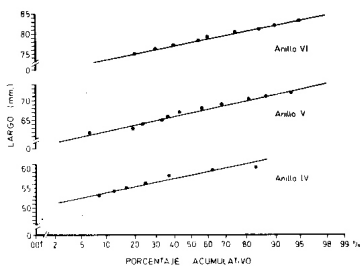


Fig. 7. Gráfico en papel de probabilidades de los tres grupos para comprobar unimodalidad.

bla 3) son algo diferentes de los obtenidos con los métodos anteriores.

#### CRECIMIENTO INFERIDO

El conocer el tipo de crecimiento y su tasa es de fundamental importancia para establecer medidas de protección de la especie.

Tabla 1. Frecuencias de tamaños según papel de probabilidades. Media ( $m$ ) y desviación estándar ( $s$ ).

Grupos	Clases de tamaño (mm)	%	$m$	$s$
IV	48-61	22,50	58	4.30
V	62-74	58,90	67.5	4.17
VI	75-86	18,60	74	5.65

Tabla 2. Frecuencias de tamaño según número de anillos.

Talla mm	IV	Anillo V	VI	Talla mm	IV	Anillo V	VI
49	1	—	—	60	—	—	1
53	1	—	—	67	—	3	—
56	1	—	—	70	—	—	2
58	2	1	—	71	—	—	1
59	1	—	—	72	—	—	1
60	1	—	—	74	—	—	1
61	1	2	—	75	—	—	1
62	1	3	—	78	—	—	2
63	1	4	—	81	—	—	1
64	1	2	—	86	—	—	1
65	—	5	—	Promedio	58.45	63.6	74.08

TABLA 3. Longitudes medias (mm) de anillos por grupos de edad.

Grupos	N	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>
IV	10	—	28.0	40.9	52.1	—	—
V	20	—	28.25	39.4	50.3	60.2	—
VI	12	—	27.83	39.41	49.5	59.0	67.25
Promedios		—	28.02	39.9	50.6	59.6	67.25

El método empleado para determinar el crecimiento de la especie es el de Walford (1946), que utiliza los tamaños a edades sucesivas, obtenidos en este caso de la lectura de "marcas de crecimiento". Para esto se asume que los anillos ya descritos corresponden a ciclos anuales, lo que debe ser corroborado experimentalmente.

Al calzar por el método de los cuadrados mínimos, la recta de regresión obtenida es  $L_{n+1} = 16.80 + .851 L_n$ , con un  $r = .956$  significativo al nivel del .01% y para 44 pares válidos. El  $r^2$ , que es el factor que indica el porcentaje de influencia del  $L_n$  sobre el  $L_{n+1}$ , es de .914.

El gráfico de Walford se encuentra en la figura 8 y el resumen del crecimiento inferido, tomando en cuenta los anillos sucesivos, calculados con la fórmula de Walford, se encuentra en la tabla 4.

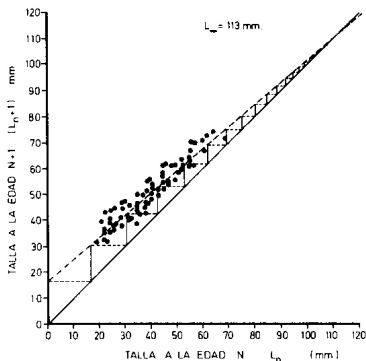


Fig. 8. Gráfico de Walford para tallas en edades sucesivas.

TABLA 4. Largos a los distintos años según las fórmulas de crecimiento de von Bertalanffy y según el método de Walford.

Largos	Años							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Bertalanffy	16.03	30.45	42.72	53.17	62.07	69.64	76.09	81.58
Walford	16.80	31.09	43.26	53.61	62.42	69.91	76.29	81.72

Para obtener  $L_{\infty}$  se utilizó la ecuación de la recta de regresión obtenida anteriormente (Ford y Walford citados en Ricker 1975) de la que se obtiene la fórmula  $L_{n+1} = L_{\infty} (1-k) + k L_n$  donde  $L_{\infty} (1-k) = a$ , o intercepción de la recta con el eje Y, lo que representa la longitud inicial hipotética a la edad "0" ( $L_1$ ). De esta expresión se despeja

$$L_{\infty} = \frac{a}{(1-k)}, \text{ por lo tanto } L_{\infty} = \frac{16.80}{1-.851} = 113 \text{ mm.}$$

El crecimiento de la especie puede expresarse conforme al modelo de von Bertalanffy (en Ricker 1975):  $L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$  en dicha fórmula existen dos incógnitas,  $K$  y  $t_0$ .  $K$  se calcula a partir del "coeficiente de Ford"

(Ricker 1975):  $k = e^{-k}$ , al aplicar logaritmos naturales se despeja  $K = -\ln k$ . Reemplazando tenemos que  $K = -\ln .851 = .161$ . El  $t_0$  se calculó según el método de Gulland (1971), utilizando los  $L_t$  obtenidos por el método de Walford:

$$t_0 = t + \frac{1}{K} \log_e \frac{L_\infty - L_t}{L_\infty}$$

utilizando la media de las estimaciones de  $t_0$  obtenidas de los grupos más jóvenes. La fórmula de von Bertalanffy obtenida es:

$$L_t = 113 (1 - e^{-.161(t - .0496)})$$

Las longitudes calculadas posteriormente para las distintas edades se encuentran en la tabla 4 y la curva obtenida en la figura 9.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las conclusiones sobre la morfometría, gravimetría y crecimiento inferido se encuentran representadas en las fórmulas matemáticas citadas anteriormente en los resultados. Todas las relaciones presentan coeficientes de correlación elevados, entre .787 y .935 con una alta significación estadística (.01%). En cuanto al crecimiento inferido la correlación existente entre los radios de los anillos sucesivos es aún mayor (.956). Además, el porcentaje de influencia del  $L_n$  sobre el  $L_{n+1}$  ( $r^2$ ) es también elevado (.914).

Mediante la representación de los porcentajes acumulativos de longitud (largo) de la concha en papel de probabilidades se distinguen por lo menos tres clases diferentes. Esto fue corroborado al graficar las tres clases por separado, comprobándose además su unimodalidad. También se lograron estas tres clases con el gráfico de frecuencia de largo de concha suavizado mediante la fórmula  $N = (a + 2b + c)/4$ .

Además, se puede comprobar cierta correspondencia entre los métodos gráficos de estimación de grupos modales atéticos y el tético de lectura de edades en las "marcas de crecimiento" de la concha. Debido

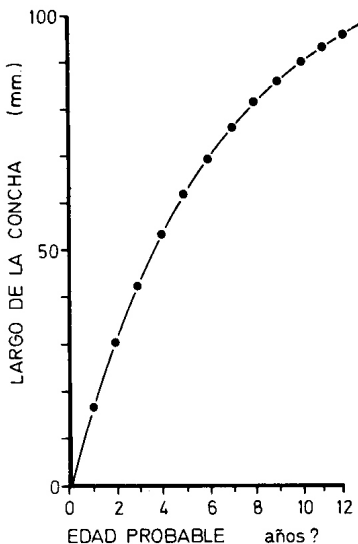


Fig. 9. Crecimiento de la especie calzado a una curva de von Bertalanffy.

a este hecho, se pudo asignar a los tres grupos las edades IV, V y VI.

Las diferencias que existen entre las mediciones obtenidas por los dos métodos gráficos anteriores y las longitudes medias de los anillos se deben probablemente al tamaño de la muestra, por lo tanto deberían ajustarse mucho más, al analizar muestras más grandes. Esto se comprueba en cierta forma al observar que los datos que más se asemejan son los del grupo V, que es el más numeroso.

Es posible observar correspondencia entre los largos teóricos, calculados por los métodos de von Bertalanffy y de Walford, y las longitudes medias de los anillos. Con respecto a la no equivalencia que existe con los resultados anteriores, curva de frecuencia y papel de probabilidades, cabe hacer notar que éstos se basan en largos modales, en

cambio el método de Walford se basa en longitudes medias de los anillos sucesivos. Estas longitudes medias permiten reducir el error debido a que no todos los individuos marcan sus anillos a la vez. El método de von Bertalanffy por su parte ocupa los datos obtenidos mediante el método de Walford.

## RESUMEN

*Fissurella latemarginata* es un gastrópodo comestible distribuido geográficamente entre Chile y Perú, generalmente en la zona intermareal. La muestra analizada proviene de la isla Algodonales, Tocopilla (22°05'S, 70°14'W).

Se obtuvieron las siguientes relaciones morfométricas:

Ancho medio de la concha/largo

$$Am = 0.63 + 0.68 L.$$

Ancho del cuarto anterior/largo

$$Aa = .655 L - 6.02.$$

Ancho del cuarto posterior/largo

$$Ap = .672 L - 1.428.$$

Alto de la concha/largo

$$Al = .264 L - 6.032.$$

Se utilizaron dos métodos gráficos para determinar los grupos modales de edad

existentes, por frecuencia de tamaños, comprobándose la correspondencia de los resultados obtenidos por el método del papel de probabilidades. Se determinaron a lo menos tres grupos modales que corresponden a las edades IV, V y VI. Las diferencias observadas al realizar el cálculo de la regresión lineal de los largos de anillos sucesivos, método de Walford (1946), pueden explicarse por las mediciones utilizadas para calcular las diferentes estimaciones.

Se calcularon las relaciones entre el largo y el peso, obteniéndose las fórmulas siguientes:

Relación largo/peso total

$$W_t = 0.0001005 \cdot L^{3.038}$$

Relación largo/peso de la concha

$$W_v = 0.00001262 \cdot L^{3.346}$$

Relación largo/peso partes blandas

$$W_p = 0.00001985 \cdot L^{2.728}$$

Una vez realizada la relación de Walford de longitudes de anillos sucesivos se logró la fórmula  $L_{n+1} = 16.80 + .851 L_n$ .

Finalmente el crecimiento de esta especie puede expresarse con la ecuación de von Bertalanffy:

$$L_\infty = 113 (1 - e^{-.161(t - .7496)})$$

AGRADECIMIENTOS. Al profesor Oscar Miranda, por su valiosa guía, estímulo y colaboración. Al señor Luis González, por su dibujo de la concha del gastrópodo. A los profesionales del Centro de Computación, Universidad de Chile, Valparaíso, señores Juan Bustos y Hugo Vargas. Al señor Mario Aguayo, del Instituto de Fomento Pesquero, por la revisión del manuscrito.

## LITERATURA CITADA

- CASSIE, R.M. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. *Aust. J. Mar. Freshwat.* 1954 *Res.* 5 (3): 513-522.
- CASTILLA, J.C. y R.M. BECERRA. The shellfisheries of Chile: An analysis of the statistics 1960-1973. *Proceedings* 1975 International Symposium Coastal Upwelling Coquimbo, Chile, pp. 61-89. Ed. Universitaria Santiago.
- GULLAND, J.A. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces, 164 pp., Acirbia, Zaragoza. 1971
- HARDING, J.P. The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. *J. Mar.* 1949 *Biol. Assoc. U.K.*, 28: 141-153.
- HASKIN, H. Age determination in molluscs. *Trans. N.Y. Acad. Sci., serie 2*, 16: 300-304. 1954
- MIRANDA, O. Crecimiento y estructura poblacional de *Thais (Stromanita) chocolata* (Duclos 1823), en la bahía de Mejillones del Sur, Chile (Mollusca, Gastropoda, Thaididae). *Rev. Biol. Mar. Dep. Oceanol. Univ. Chile*, 15 (3): 263-286. 1975
- RICKER, W.E. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, 1975 191: 1-382.
- WALFORD, L.A. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab., Woods Hole*, 1946 90 (2): 141-147.