

MYTILUS EDULIS CHILENSIS (HUPE, 1854) EN CABO NEGRO (PROVINCIA DE MAGALLANES). (MOLLUSCA, BILAVIA, MYTILIDAE)

OSCAR MIRANDA* y ENZO ACUÑA*

MIRANDA O. and E. ACUÑA. *Mytilus edulis chilensis* (Hupé, 1854) in Cabo Negro (Province of Magallanes). (Mollusca: Bivalvia, Mytilidae). *Rev. Biol. Mar. Dep. Oceanol. Univ. Chile*, 16(13):331-353.

Mytilus edulis chilensis was sampled on the rocky intertidal belt from localities of Cabo Negro and Chabunco, (Magellan zone). Morphometric characteristics were tested with an analysis of covariance and show differences for "stocks" from different habitats. The oceanographic conditions are analyzed, and show more oxygenated waters near the continent site. Density indexes calculated show contagious distributions. The instantaneous rate of growth is found to be similar for all the samples in spite of the different habitats and latitudes they come from. The final maximum size anyway, depends on the conditions of the original habitat.

INTRODUCCION

Mytilus edulis chilensis (Hupé 1854) es una especie descrita para Chile entre Iquique y el Estrecho de Magallanes. Su área de distribución se extiende a la costa atlántica argentina, llegando incluso hasta el norte de Brasil (Osorio y Bahamonde 1968). Es especialmente abundante en la franja intermareal. Posee un importante interés tanto comercial como biológico, este último debido a la propiedad de los mitílidos de acumular sustancias químicas contaminantes del medio, por lo que se les ha asignado la calidad de especies monitoras en los controles biológicos (FAO, 1972 y 1974).

En la zona de Cabo Negro, Punta Arenas, la Empresa Nacional del Petróleo de Chile (ENAP) tiene planeada la instalación de una planta procesadora de gas natural licuado. Previendo posibles cambios que afecten el abiente marino, debido al funcionamiento de esta planta, ha solicitado al Departamento de Oceanología de la Universidad de Chile, caracterizar el área. Esto se llevó a cabo con el Instituto de la Patagonia, como asimismo la determinación de dosis mínimas letales

de cloro para eliminar la fauna incrustante (Guzmán 1974). El presente trabajo centra su atención en la especie ya mencionada y compara parámetros biológicos obtenidos en esa zona con los logrados por Padilla (1973) en el Estero Cancha Rayada, Aisén (44°50'S; 73°W) y por Hernández y González (1976) en Talcán (42°45'S; 72°58'W) y Tubildad (42°8'S; 72°29'W) en Chiloé. La existencia de varias muestras tomadas en diferentes lugares y condiciones, plantea la interrogante biológica de posibles diferencias morfométricas, como así también de la comparación de las tasas de crecimiento. Estas diferencias pueden deberse a manifestaciones biológicas reales, o a muestreo solamente. El análisis de covarianza, empleado en este trabajo, es un método de inestimable ayuda para optar por una de estas alternativas.

MATERIAL Y METODOS

Cabo Negro (52°55'S; 78°45'W) (Fig. 1) es una punta abierta al W., situada junto al Paso Pelicano que lo separa de la Isla Isabel. Está ubicado en la segunda angostura del Estrecho de Magallanes, a unos ciento ochenta

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

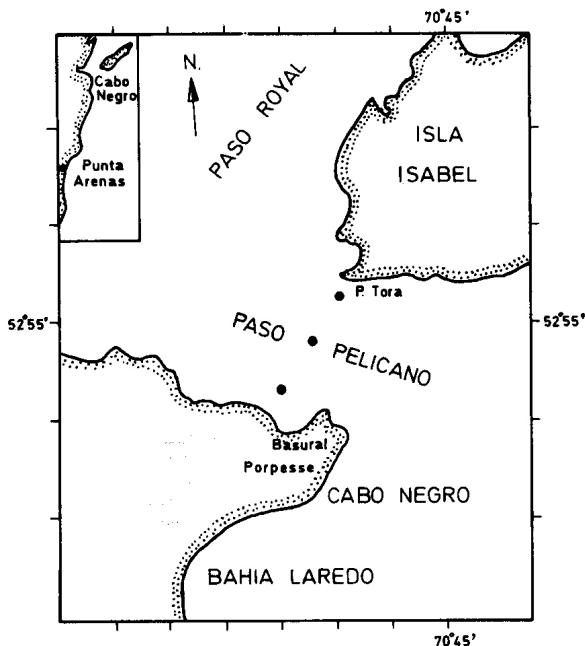


Fig. 1. Zona de muestreo, estaciones del corte oceanográfico.

ta kilómetros al SW del punto donde las aguas del Estrecho se unen con las del Atlántico (Lagos 1970).

En la zona de Bahía Pelicano la playa es pedregosa y no está expuesta a oleaje de gran altura; es un sector protegido, pero se produce mar rizada cuando sopla viento de fuerza 4-5. Estos vientos se manifiestan fundamentalmente en primavera y verano. La estadística de 12 años revela como viento predominante al que sopla en dirección oeste-este con una velocidad media de 11,8 nudos.

El viento que afecta directamente la zona de muestreo es el que sopla del NW, aunque es poco frecuente puede alcanzar como promedio una velocidad de 51 nudos. Las corrientes marinas tienen una intensidad de alrededor de 1 nudo (Lagos 1970 y 1972).

Las muestras provienen de los lugares con mayor abundancia visual de especímenes los que se encuentran distribuidos en manchones y de los puntos que se presumen como posibles de ser afectados por los efluentes de las futuras instalaciones y también del

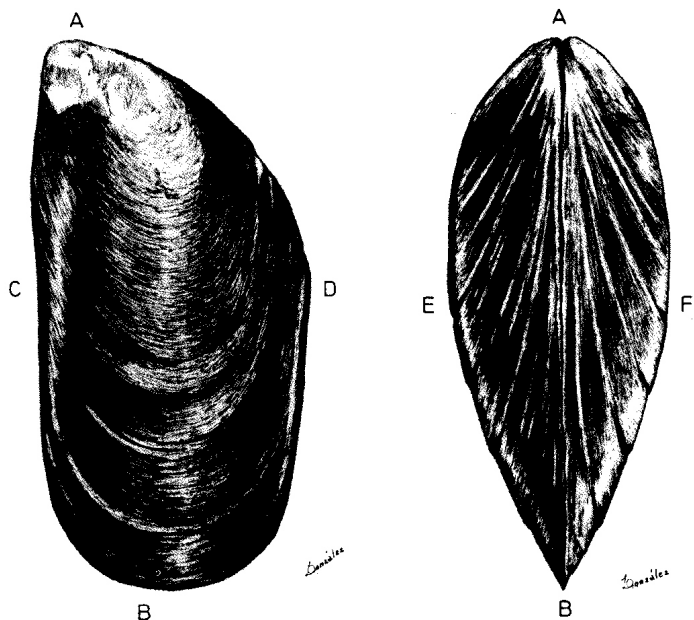


Fig. 2. Especimen de *M. edulis chilensis* mostrando los anillos de crecimiento. (AB = largo; CD = ancho; EF alto o espesor).

sector de Parque Chabunco, sitio alejado varios kilómetros de Cabo Negro, que fue elegido como control.

La especie fue recolectada en una superficie de un cuarto de m^2 en enero y marzo de 1974. Los especímenes fueron medidos en su largo, ancho y alto (espesor) (Fig. 2) con un pie de metro con exactitud de 0,1 mm. El peso se obtuvo en una balanza de 0,1 g de precisión.

Para determinar las características físicas del agua de mar, se utilizó un salinómetro tipo RS-5-3 de GM Mfg. & Instr. Corp. y un

oxigenómetro. La estabilidad de la columna de agua se calculó de acuerdo a la fórmula de Sverdrup y Hesselberg (en Rudnev y Palii 1966).

Los métodos estadísticos utilizados en el trabajo corresponden a un test de homogeneidad de varianza para muestras de distintos tamaños (test de Bartlett, en Snedecor 1959). Una vez constatada esta homogeneidad se aplicó el análisis de covarianza de Chapman (1962) que se puede esquematizar de la siguiente manera:

Hipótesis	Presunción	Valor F
H (A1) Línea común	$E(y_i x_{ij}) = \bar{Y} + B(x_{ij} - \bar{X})$	F1
H (B) Líneas paralelas	Líneas individuales.	F2
H (A2) Línea única.	Líneas paralelas.	F3

Además se calcularon los parámetros de multirregresiones que relacionan las características morfométricas, una incluyendo el peso de los ejemplares y la otra no.

En el caso de tomar en cuenta el peso se usó su logaritmo natural, lo que da una relación semilog con el largo.

Para establecer la modalidad de distribución de la población se utilizaron los índices de Morisita (Southwood 1971) los que consideran los valores de densidad de muestreo y número de individuos por unidad de superficie. Estos índices de acuerdo con el autor son relativamente independientes del número de muestras, de la modalidad de distribución y del valor del promedio.

La fórmula del primer índice es:

$$I_{\delta} = N \frac{\sum x^2 - \sum x}{\sum (x)^2 - \sum x} = \frac{\sum_i n_i (n_i - 1)}{\sum x (\sum x - 1)}$$

donde:

N = total de muestras.

$\sum x$ = suma del número de individuos en todas las muestras.

n_i = número de individuos de la muestra i.

El segundo índice propuesto por el mismo autor, que a diferencia del primero, considera a todos los individuos como constituyentes de una sola muestra, lo que permite hacer una comparación directa ya que no es afectado por el tamaño de las muestras parciales, es:

$$I_b = I_{\delta} \frac{(G - (1/N))}{G - 1}$$

donde:

N = número total de individuos.

G = número de grupos.

I_{δ} = calculado separadamente para cada grupo.

Para determinar la composición por edades de la población mediante el análisis de frecuencias de longitudes se utilizaron los métodos de Petersen (1894) (en Chugonova 1963 y Ricker 1975); Harding (1949) y Cassie (1954). La curva polimodal resultante se dividió en sus componentes mediante el papel de probabilidades.

Para corroborar lo anterior y proporcionar valores de edad a los modos resultantes se hizo lectura de anillos de crecimiento, los que en esta especie se encuentran como marcas más o menos profundas (Fig. 2) que sobresalen en relación con el resto de los anillos concéntricos (Chugonova 1963). Se presupone que estos anillos son marcas de crecimiento anual (Haskin 1954).

Se aplicaron las ecuaciones de Walford (1946), para longitud de radio de anillos sucesivos (Ricker 1975).

Se calcularon tasas instantáneas de mortalidad, tasa anual de mortalidad y sobrevivencia.

Se atestiguó la densidad-dependencia mediante el cálculo de la relación $\ln P_{n+1} = \ln F + b \ln P_n$ para estimas de tamaños de las clases anuales basadas en lecturas de anillos y su frecuencia en superficies estándar (densidad por cuarto de m^2) de acuerdo al método descrito por Southwood (1971).

Los cálculos estadísticos fueron realizados en el Computador Wang 2.200 B del Centro de Computación de la Universidad de Chile, Valparaíso. Se utilizó el Software propio del computador además de aportes de los autores (programas MAR 001, MAR 002, MAR 005 y MAR 012, además de modificaciones en lenguaje BASIC).

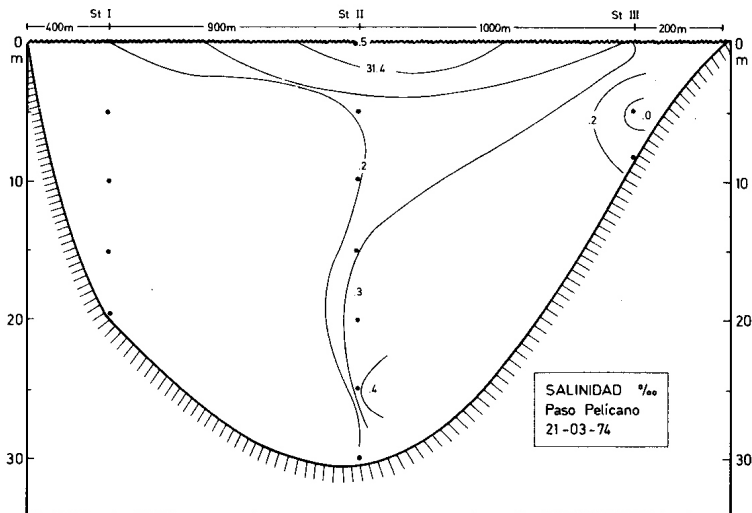


Fig. 3. Distribución de salinidad, corte oceanográfico entre Muelle ENAP faro Punta Tora.

RESULTADOS

Las poblaciones más conspicuas en la zona litoral son: *Mytilus edulis chilensis* (Hupé 1854), los isópodos *Exosphaeroma gigas* (Leach 1914), *Edotea tuberculata* (Guérin-Meneville 1843) y *Serolis* sp. En la zona inframareal, en el cinturón de *Macrocyctis pirifera* (L) C.A. Agarth (1820), se destacan los pequeños cangrejos *Helicarcinus planatus* (White 1846) y el bivalvo (*Kidderia pusilla* (Gould 1850). En los pilares del muelle junto a *M. edulis chilensis* abundan las ascidias. Cabe destacar que la especie que nos interesa no fue hallada en los roqueríos junto al faro de la isla.

CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

Del corte oceanográfico efectuado entre el actual muelle de ENAP y el faro de Punta Tora en Isla Isabel, se puede apreciar que a la fecha del muestreo, la salinidad varió entre 31,5 y 31,2 ‰ en la figura 3 se grafican las isohalinas. La densidad varió entre 24.089 y 24.495, en la figura 4 se pueden observar las isopícnas.

La saturación de oxígeno varió entre un 125% con sobresaturación y un 90% en las capas inferiores (Fig. 5). En diciembre se encontró la capa de compensación a unos 13,5 m de profundidad, valor calculado de acuerdo a la transparencia del agua (Hela y Laevastu, 1952). La temperatura os-

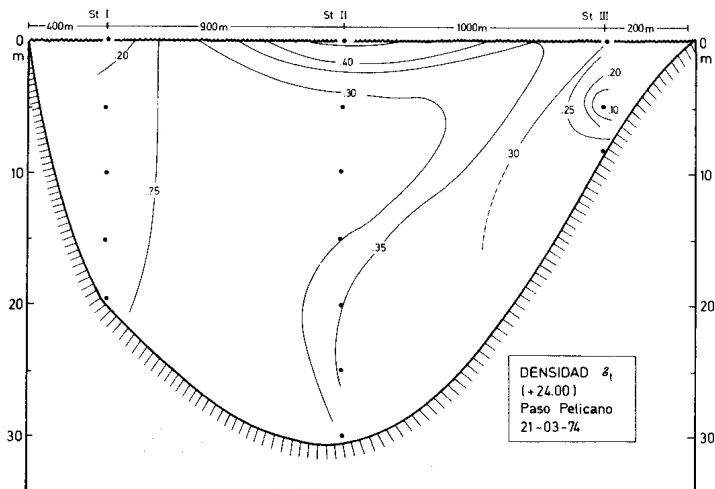


Fig. 4. Distribución de densidad, corte oceanográfico entre Muelle ENAP y Faro Punta Tora.

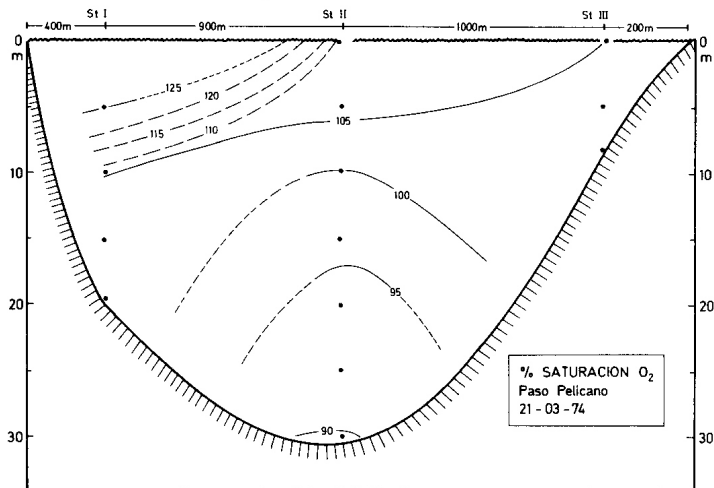


Fig. 5. Porcentaje de saturación de oxígeno, corte oceanográfico.

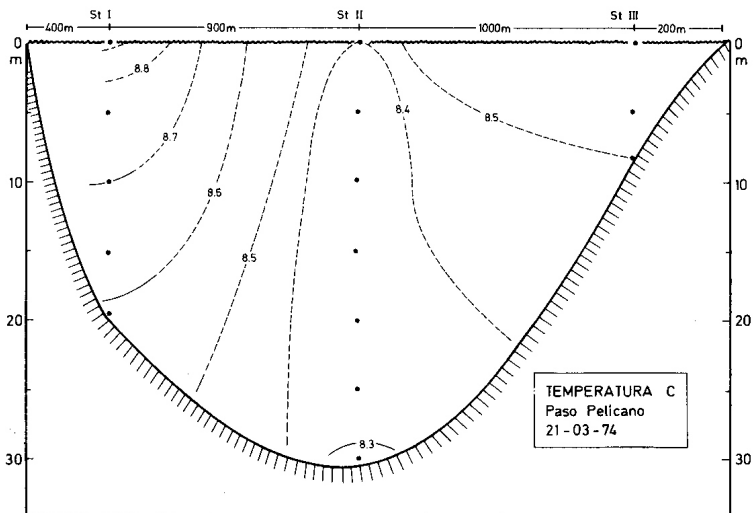


Fig. 6. Distribución de las isoterms, corte oceanográfico.

ciló entre 8,8°C en la superficie, hasta 8,3°C en la profundidad del Paso Pelicano, las isoterms se encuentran en la figura 6. En el sector próximo al continente, se observó mayor estabilidad en la columna de agua que en el centro del Paso Pelicano y que junto a la orilla de la Isla Isabel.

CARACTERES MORFOMÉTRICOS

Se encontraron altos índices de correlación, cercanos a .9 para las regresiones largo/ancho, largo/alto o espesor (Fig. 7). Detalles de las ecuaciones obtenidas se encuentran en la tabla 1.

También los índices de correlación superan los .9 para la multirregresión de largo/alto/ancho/peso. Las ecuaciones se encuentran detalladas en la tabla 2.

AUMENTO DE PESO

Para la relación de aumento de peso/longitud total se calzó la ecuación $W = a.L^n$. El índice de correlación es significativo (Fig. 8). Con las muestras de los tres sectores considerados, se efectuó un análisis de covarianza, encontrándose valores de F mayores que los tabulares para las tres hipótesis, por lo que se pueden considerar como independientes las tres ecuaciones (Tabla 3).

ANÁLISIS DE COVARIANZA

El propósito de este análisis es saber si las regresiones lineales son iguales y pueden ser descritas por una misma ecuación. Pueden diferir en pendiente, elevación y $\sigma_{y,x}^2$.

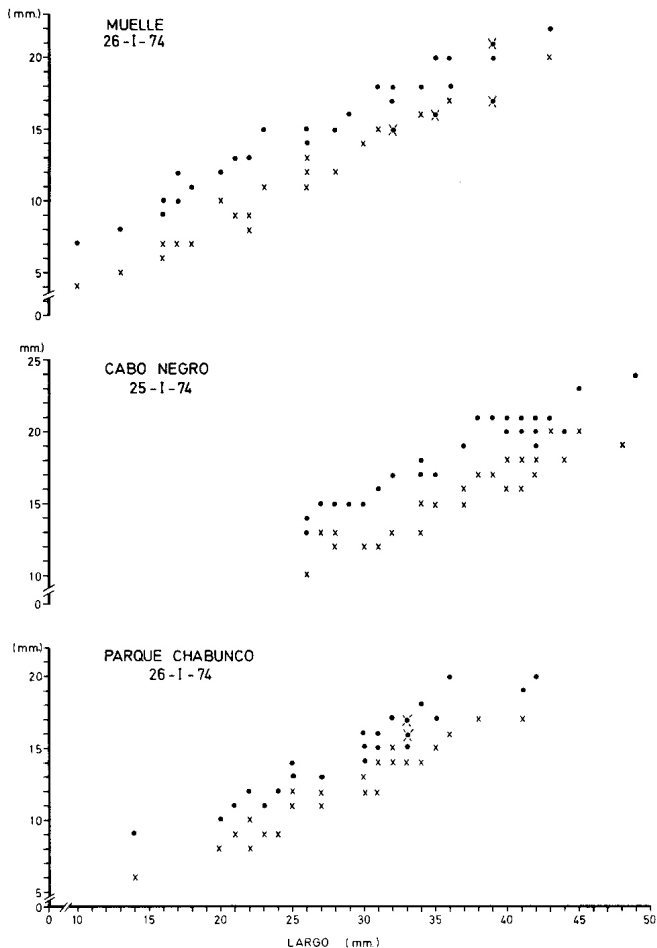
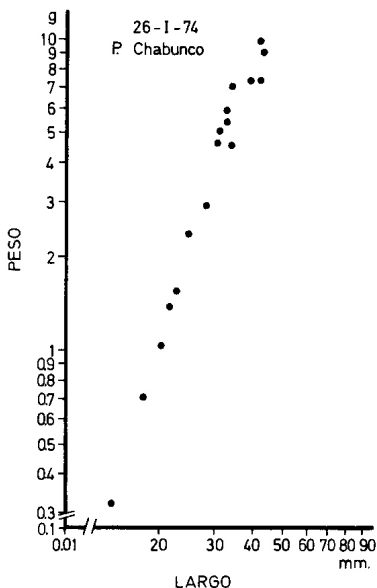


Fig. 7. Relaciones largo/ancho, largo/alto o espesor de *M. edulis chilensis* en los tres sectores de muestreo, ancho (y); alto (x).

Fig. 8. Relación largo total/peso total de *M. edulis chilensis*.

El primer interés en la elevación es saber si los promedios en y son los mismos y los de x semejantes por lo tanto. Para solucionar este problema se hacen las siguientes presunciones: a) que ambas muestras se extraen de poblaciones normales con σ^2 común, b) las pendientes de sendas regresiones son idénticas, ello puede implicar paralelismo.

Se presume una varianza homogénea; si existe heterogeneidad de la varianza ésta puede ser la información pertinente.

Es interesante establecer si existen diferencias morfométricas estadísticamente válidas; de existir las ellas indican por lo menos "stocks" o subpoblaciones (Marr 1957) tal vez que necesitan ser tratadas en forma diferente en una explotación racional o en investigaciones más profundas de sus parámetros biológicos.

Regresión largo/ancho.

Los F aceptados son los siguientes:

Chabunco/Muelle : $F_1 = 1.80 (2,103)$ y $F_2 = .24 (1,103)$.

Muelle/C. Negro : $F_1 = .36 (2,112)$ y $F_3 = .729 (1,113)$.

Chabunco/C Negro : $F_2 = 1.59 (1,107)$.

El resumen de las hipótesis aceptadas (+) o rechazadas (-) es:

HIPOTESIS

	A(1)	B	A(2)	Sugerencias
Chabunco/Muelle	(+)	(+)	(-)	Líneas paralelas y/o única
Chabunco/C. Negro	(-)	(+)	(-)	Líneas paralelas
Muelle/C. Negro	(-)	(-)	(+)	Línea única

Los valores de los F obtenidos se encuentran resumidos en la tabla 4.

Regresión largo/alto o espesor.

Los F aceptados son:

Chabunco/Muelle : $F_3 = 2.14 (1,104)$

Chabunco/C. Negro : $F_1 = 2.16 (1,107)$ y $F_2 = 2.65 (1,107)$

Muelle/C. Negro : $F_3 = 1.93 (1,113)$.

De acuerdo a los F seleccionados el resumen de las hipótesis aceptadas (—) o rechazadas (—) es:

HIPOTESIS

	A(1)	B	A(2)	Sugerencia
Chabunco/Muelle	(-)	(-)	(+)	Línea única
Chabunco/C. Negro	(+)	(+)	(-)	Líneas paralelas y/o única
Muelle/C. Negro	(-)	(-)	(+)	Línea única

En la tabla 5 se puede encontrar un resumen de la totalidad de los calculados.

DISPERSIÓN

La dispersión se refiere a la forma de ubicarse de los individuos en el espacio que ocupan.

Primer índice $I_d = 1.179$

Segundo índice $I_b = 2.227$

Estos resultados indican una distribución contagiosa del tipo de la binomial negativa. En la tabla 6 se detallan los parámetros utilizados y en la tabla 7 los resultados parciales obtenidos después de aplicar los dos índices de Morisita (Shouthwood 1971). En los grupos de edad puede observarse que los resultados revelan distribuciones de agregación que van desde la regular, la Poisson a la binomial negativa.

ESTRUCTURA POBLACIONAL

Primero se construyeron gráficos de frecuencia de longitudes los que se encuentran en la figura 9. Fueron separados los grupos modales con el procedimiento del papel de probabilidades (Fig. 10). En la tabla 8 se pueden apreciar los resultados obtenidos con esta separación. Los grupos de edad separados están en una proporción semejante. Los tamaños de los modos sucesivos están relacionados en una forma lineal con un índice de solamente .233 en este caso, lo que no permite el uso de las presunciones de Walford (1946), por lo que con el fin de determinar edad se recurrió a la lectura de anillos.

Se reconocieron cinco grupos de edad sobre la base de los anillos de crecimiento, más uno extra, de edad cero sin marcas. La fre-

cuencia de ejemplares de cada grupo y el porcentaje que representan están en la tabla 9.

Según comunicación personal del investigador de este Departamento, Prof. Miguel Padilla nos informó sobre la existencia de dos períodos de reproducción en el ciclo sexual de la población de *M. edulis chilensis* en Aisen y del fracaso en la colección de larvas de uno de ellos, por esa razón se quiso comprobar la unimodalidad del grupo de edad cero (colectado). Con este fin se midió el largo de 296 especímenes sin marcas y sus datos analizados como porcentajes acumulados de frecuencias de longitudes se graficaron en papel de probabilidades. Con esto se comprobó la unimodalidad de este grupo cero fijado en las rocas (Fig. 11) concordando con lo expuesto por el Prof. Padilla. Las muestras analizadas provienen de Parque Chabunco. El grupo tiene un tamaño medio de 11,7 mm, un $s = 2,17$ y el rango de la clase de tamaños fluctuó entre 6-18 mm. Con este criterio de unimodalidad se calcularon los tamaños medios y varianzas de las mediciones de ejemplares "grupo cero" de los otros lugares muestreados.

Sobre la base de las frecuencias anotadas en la tabla 9, se calcularon tasas instantáneas de mortalidad, tasa anual de mortalidad y sobrevivencia, obteniéndose los resultados entregados en la tabla 10. De ella se desprende que la mortalidad anual varía un 96% para Cabo Negro y un 39% en el sector de Chabunco, esto implica una gran variación en la sobrevivencia en los tres sectores.

DENSIDAD-DEPENDENCIA

Wilson y Bossert (1971) hacen notar que existe abundante literatura que demuestra

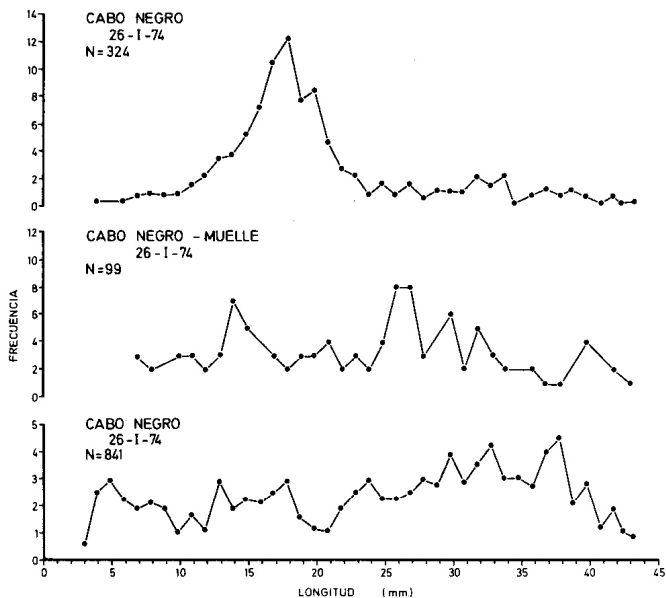


Fig. 9. Frecuencias de longitudes suavizadas según fórmula: $(a + 2b + c)/4$.

que a medida que la densidad de la población medida en número de individuos por unidad de áreas aumenta, existe una tendencia de la tasa individual de nacimiento (b) a declinar y la de mortalidad (d) a aumentar. Estos cambios ya en b o d se conocen como densidad dependientes (D-D). Southwood (1971) explica el método de la relación lineal: $\ln P_{n+1} = \ln F + b \ln P_n$. Esto señala en qué extensión el tamaño de la generación anterior influencia el tamaño de la siguiente y r^2 la proporción (en %) en que la variación del $\ln P_{n+1}$ está explicado por el $\ln$ de P_n . El valor de F es la tasa efectiva de aumento y

es igual al antilog de la intersección del eje $\ln P_{n+1}$ cuando el $\ln P_n = 0$. Las poblaciones en habitats diferentes a menudo presentan diferente valor de F .

De acuerdo a los parámetros anotados en la tabla 11, la población que experimenta la mayor fluctuación sobre la base del valor r^2 es la del Muelle. El valor más bajo de b es el correspondiente al sector de Cabo Negro y el más alto a Parque Chabunco. Con respecto al F , tasa efectiva de aumento de la población, la mayor tasa corresponde a Cabo Negro y la menor a Parque Chabunco.

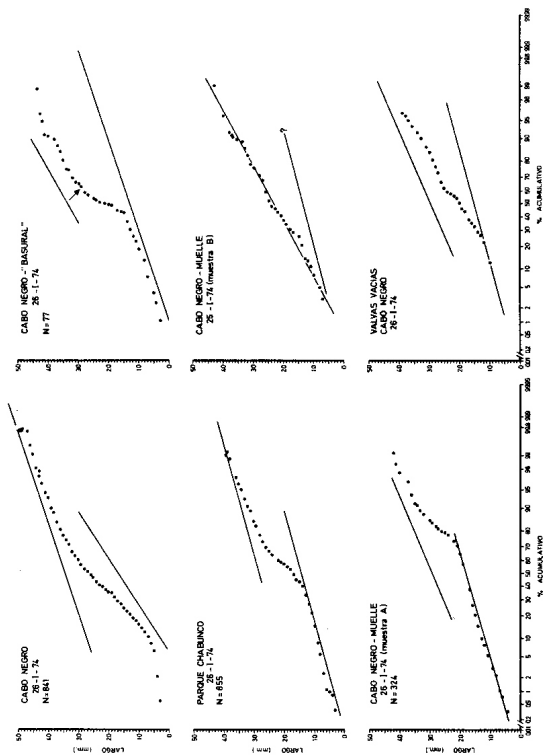


Fig. 10. Representación frecuencias de longitudes en papel de probabilidades.

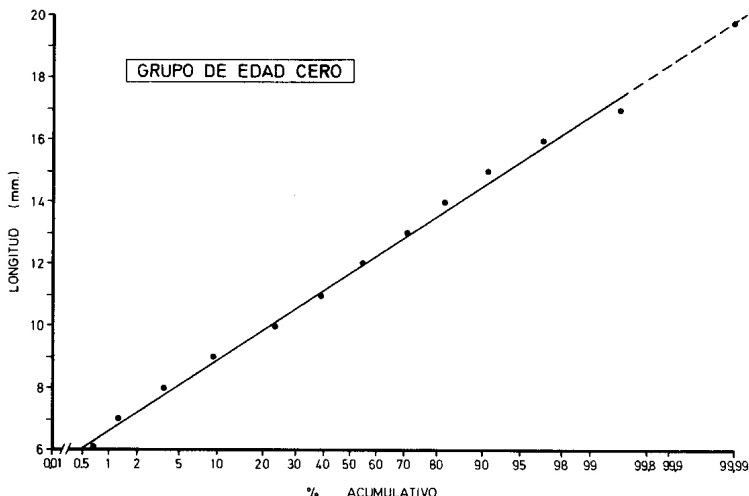


Fig. 11. Frecuencias en porcentajes acumulativos de longitudes, especímenes sin marcas de invierno (grupo cero).

CRECIMIENTO INFERIDO WALFORD (1946)

Los tamaños de los radios de anillos a edades sucesivas fueron correlacionados y revelaron índices de correlación elevados. Se observó además que las pendientes de estas regresiones son muy semejantes para las tres zonas muestreadas (tabla 12). Debido a esto se realizó un análisis de covarianza para los tres lugares, este dio como resultado un $F_2 = .32$ (2,243) aceptado al nivel del 99% de significación, lo que implica aceptar la hipótesis de líneas paralelas.

En el análisis de covarianza para Chabunco/Muelle se obtuvo un $F_2 = .12$ (1,173), aceptándose la hipótesis de líneas paralelas.

Para los datos de la población natural y la de transplante para Aisén (Estero Cancha

Rayada, Isla Teresa) Padilla (1973) se obtuvo un $F_2 = 7.778$ (1,2), es decir, líneas paralelas y distinto valor inicial.

El análisis de covarianza entre los datos de Cabo Negro y los obtenidos por Padilla (1973) dio como resultado un $F_2 = .81$ (4,245) y líneas paralelas.

El resultado para los datos de Talcán y Tumbildad, en Chiloé (Hernández y González 1976) fue de $F_2 = .15$ (1,40) y líneas paralelas.

La comparación de las hipótesis para los datos de Hernández y González con los de Padilla dio el resultado de líneas paralelas con un $F_2 = 3.05$ (6,42).

En el caso de la comparación de los datos de Cabo Negro con los de Hernández y González el resultado fue de líneas paralelas y un $F_2 = 6.46$ (2,96).

Finalmente la comparación entre los datos de Hernández y González con los de Parque Chabunco dio como resultado un $F_2 = 4,59$ (2,89) aceptándose la hipótesis de líneas paralelas.

En la tabla 13 se resumen todos los F calculados para las distintas comparaciones realizadas.

En este punto sólo resta saber si los valores iniciales (punto de intersección del eje y), valor a de la correlación $L_{n+1} = a + b L_n$, son iguales. Este valor correspondería a la edad cero, o edades uno en el futuro. Un test z (tabla 14), sugiere que estos valores son diferentes, es decir, el crecimiento inicial (talla al final del primer período de crecimiento) varía según el lugar de origen de la muestra (Fig. 12).

Un análisis de varianza para comparar las longitudes promedio para anillos de crecimiento II según sectores da un valor de $F = 28.4$ (1,130). Esto implica que de acuerdo al valor tabular y los grados de libertad deben considerarse los promedios como provenientes de distintas poblaciones. Un test semejante se hizo para las longitudes correspondientes a la edad III. El valor de F fue 15.19 (1,46) por lo que deben considerarse como longitudes de edad diferentes.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Hay que hacer notar lo fluctuante del habitat intermareal de la especie, incluso varían las condiciones oceanográficas del inframareal a uno y otro margen de Paso Pelicano, en Cabo Negro. Mientras que en el sector del continente se encontraron manchones de *M. edulis chilensis* éstos estaban ausentes en la orilla de la isla. En relación con las condiciones oceanográficas, cambiantes por tratarse de una región estuarina, se encontró que en el sector del muelle (continente) existe una mayor temperatura, mayor oxigenación, y al parecer aguas de mayor densidad que en la parte media del Paso Pelicano. La salinidad varía notablemente entre observaciones efectuadas en diciembre y las de marzo en lugares semejantes. Esta variación de condicio-

nes oceanográficas junto con la elección de habitats cercanos o alejados del mar y del punto conflictivo de Paso Pelicano, plantean una distribución espacial propia. Los índices de Morisita (Southwood 1971) indican tanto para las muestras consideradas por separado o como una gran muestra total, una distribución contagiosa del tipo de la binomial negativa. Debido a esta característica de la especie sería de utilidad, contando con mayores medios de muestreo calcular los "manchones" y el número promedio de individuos y así calzar una ecuación tipo Neyman (Southwood 1971). Esta peculiaridad biológica de la especie de encontrarse en agregaciones es útil de destacar, ya que los cálculos de biomasa suelen hacerse sin tomar en cuenta la varianza de acuerdo a otros tipos de distribución no normales.

Una de las definiciones de población está relacionada con la unidad de los caracteres morfométricos de la especie. Se pensó en un comienzo en la posibilidad de variaciones biológicas en estas relaciones debido a los distintos "stress" de las condiciones de ubicación y ambiente. Esto está parcialmente confirmado por el análisis de covarianza para la relación largo/ancho en la comparación de las muestras de Chabunco y Cabo Negro al aceptarse la hipótesis de líneas paralelas, lo que significa que existen diferencias en los promedios de ambas muestras (intersección eje y), diferencia esta que se hace mínima en el caso del Muelle y Cabo Negro, sitios cercanos. Lo anterior se comprueba también en el caso de la relación largo/alto, lo que permite señalar la posibilidad de determinar diferencias morfométricas entre "stocks" sobre la base de las relaciones señaladas.

La estructura poblacional establecida mediante las frecuencias de tamaños es bimodal para los distintos lugares de muestreo, vale decir; Cabo Negro, Muelle, "Basural" y Parque Chabunco. En este caso, el sistema del análisis gráfico no fue sensible para el tamaño de las muestras, por ello se recurrió a la lectura de edad a partir de los anillos de crecimiento, lo que aclaró más los resultados. El porcentaje de los distintos grupos es muy

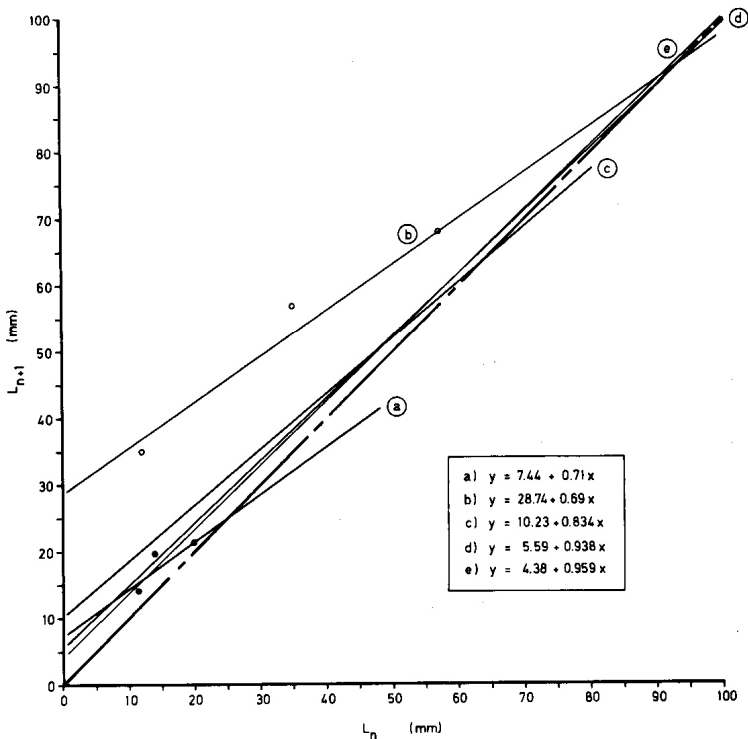


Fig. 12. Calce de la Ley de Walford. a) Población natural de Aisen (Padilla 1973); b) Población cultivada (Padilla 1973); c) Población natural Parque Chabunco; d) Población natural Talcán (Hernández y González 1976); e) Población natural Tubildad (Hernández y González 1976).

diferente según los sectores donde se encuentran. Esto implica diferencias en las tasas instantáneas de mortalidad, las que afectan un número menor de grupos de edad; sólo dos en Cabo Negro y cuatro en los otros dos sectores. Con respecto al reclutamiento, en Cabo Negro fue similar en porcentajes para las clases anuales de 1971 en relación a las restantes hasta 1974, a diferencia de Chabunco y Muelle donde fue mayor en el año 1974 con el grupo cero (58,8 y 74% respectivamente). Por lo tanto existe un mayor reclutamiento inicial en Chabunco y zona del Muelle. Se puede decir que la mortalidad afecta en forma constante a cada una de las clases anuales de los especímenes en Cabo Negro desde la edad I a la V, y la tasa anual es bastante elevada (.96) algo semejante ocurre en el sector del Muelle (.56). En cuanto a Parque Chabunco las condiciones ambientales deben ser mucho más estables y se hace sentir solamente el factor D-D, bajo reclutamiento y mortalidad elevada sólo a contar de los ejemplares más viejos (edades IV y V).

Los datos de mortalidad anual, y densidad-dependencia muestran un claro contraste entre los sectores de Cabo Negro y Parque Chabunco, a pesar del cual la fluctuación de la población en ambos sitios es semejante y pequeña. Esto lleva a plantear hipótesis sobre la estrategia de adaptación y, quizás principalmente de reproducción, de ambas poblaciones, para lograr sobrevivir en un ambiente adverso. Al parecer, la población de Cabo Negro que por su ubicación geográfica puede estar expuesta a condiciones rigurosas y que además tiene una alta mortalidad anual debe tener una reproducción masiva que le permita tanto compensar las pérdidas producidas por la mortalidad como aumentar efectivamente el tamaño de la población. Por el contrario, la población de Parque Chabunco que tiene una mortalidad baja y condiciones ambientales aparentemente más favorable, necesitaría una reproducción más controlada, con pocos pero resistentes descendientes para reemplazar a los muertos y aumentar el tamaño de la población. De acuerdo a Padilla (1973) las características de los desoves anuales en

Aisén son, el primero (primavera) masivo, en cambio el segundo (otoño) es reducido, lo que en cierto modo vendría a corroborar la posibilidad de la especie de adoptar distintos tipos de reproducción como una respuesta a las condiciones ambientales. Sin embargo a diferencia de las muestras de Padilla, las de Cabo Negro y Chabunco fueron obtenidas durante la misma estación del año; lo que vendría a reforzar más bien la hipótesis de distintas "estrategias" de reproducción frente a condiciones ambientales adversas, independientes de la estación del año; en otras palabras no es la estación la que determina el tipo de reproducción, sino cualquier condición ambiental adversa o condiciones de D-D. Por supuesto que se debe considerar la posibilidad que lo observado se haya producido solamente en la época del muestreo, por lo que las hipótesis antes planteadas deben ser sometidas a prueba experimentalmente. Deben también considerarse los planteamientos de Bayne (1964) sobre el reclutamiento de *M. edulis*.

Con respecto a los resultados de los análisis de covarianza utilizados para atestiguar las relaciones lineales tipo Walford de longitudes a intervalos de tiempo t y $t+1$; tanto en la lectura de anillos de ejemplares de los tres sectores de Punta Arenas, como en los datos de crecimiento observados en condiciones naturales y de transplante en Aisén por Padilla y en Chiloé (Talcán y Tubildad) por Hernández y González, demostraron la aceptación de la hipótesis de líneas paralelas, lo que biológicamente significa que existe para la especie una sola tasa de crecimiento instantáneo, igual a pesar de los distintos habitats e incluso latitudes a las que pertenecen las diferentes muestras. Sin embargo, los valores de las tallas a la edad L_1 , intersección de la escalerilla de Walford, son de acuerdo al test z estadísticamente diferentes para los diversos lugares de muestreo. Sobre la base de estas deducciones se puede concluir que el tamaño máximo posible de alcanzar por la especie, depende principalmente de la talla inicial que alcanza durante el primer período de crecimiento el mismo habitat. Esta talla a su vez dependerá de las condiciones

biológicas del nicho ecológico fundamental, en que transcurre su vida. Cabe por consiguiente preguntarse si estas tasas de crecimiento se mantendrían o variarían al trasplantar los animales a edades más avanzadas. Esto debe ser comprobado experimentalmente. Como conclusión se puede decir que existen efectivamente diferencias morfo-métricas entre los "stocks", y que estas diferencias no tienen como resultante a las variaciones de muestreo, sino que más bien son ecológicas. Como así también en la talla final de crecimiento, pero no en la tasa instantánea de crecimiento la que es igual para la especie en cualquier latitud que se encuentre y/o habitat ya que sería característica propia y constante.

RESUMEN

Mytilus edulis chilensis es un bivalvo abundante en la zona litoral de la zona de Cabo Negro, Punta Arenas. Las muestras provienen de los lugares de mayor abundancia en distintos habitats junto a Paso Pelicano, un muestreo en el muelle, en la playa junto al Muelle de Cabo Negro y en la playa próxima a Parque Chabunco, lugar relativamente distante de Cabo Negro tomado como control.

La playa es pedregosa y las condiciones oceanográficas difieren entre los márgenes del continente e Isla Isabel. Hay aguas más oxigenadas y templadas junto al margen continental. No se observó la presencia de *M. edulis chilensis* en los roqueríos de la isla.

Para conocer el tipo de distribución dentro de calicatas de $\frac{1}{4} m^2$, elegidas en los puntos de mayor abundancia se aplicaron los índices de Morisita, encontrándose varias agregaciones estadísticas especialmente la binomial negativa una distribución contagiosa de la especie.

Las características morfométricas de la especie en las distintas muestras sometidas a análisis de covarianza, obteniéndose resultados que lleven a visualizar la posibilidad de determinar diferencias en ellas entre "stocks" de lugares o habitats diferentes o alejados entre sí.

Para determinar la estructura poblacional se utilizó el método del papel de probabilidades, obteniéndose 2 grupos modales. Al utilizar la lectura de anillos, sin embargo, se encontraron 5 grupos de edad, además de un grupo 0 sin anillos.

Se observaron variaciones en las tasas de mortalidad anual según las distintas muestras que van de un 96 a un 39%. Estas variaciones también se vieron en el reclutamiento.

El análisis de densidad-dependencia usando una relación logarítmica a las estimas de los distintos grupos de edad, dio como resultado contraste entre Cabo Negro y Chabunco, los que llevaron a postular hipótesis de adaptación reproductiva de la especie para los distintos lugares y frente a condiciones adversas.

Al analizar los diferentes parámetros del método de Walford bajo un análisis de covarianza, se logró determinar que existe una sola tasa instantánea de crecimiento semejante para las distintas poblaciones analizadas, a pesar de los distintos habitats y latitudes de los que provienen. Sin embargo se encontraron diferencias en los tamaños iniciales (longitud al primer año de vida) lo que señala que sería este último factor el que principalmente determinaría el tamaño posible de alcanzar por la especie en los distintos habitats en que vive. Sólo queda por comprobar si habría alguna variación en la tasa instantánea de crecimiento de realizarse transplantes a edades más avanzadas.

SUMMARY

Mytilus edulis chilensis is an abundant species of the rocky intertidal belt. The samples collected come from localities where the species is more abundant, and from habitats close to Paso Pelicano, the dock piers, the sea shore near Cabo Negro and Parque Chabunco, a more distant place; which could be used as a "control place" not disturbed by the effluents of the future gas plant. The shore is pebbled, the oceanographic conditions vary from one side to the other of the channel "Paso Pelicano".

Waters are found to be more oxygenated and tempered close to the continental side. The presence of *M. edulis chilensis* was not observed on the rocks of Isla Isabel.

In order to establish the statistical type of distributions within the surface sampled, calicates of $\frac{1}{4}m^2$ were chosen at the places of more abundance, counting and weighing the specimens enclosed in this surface. With these densities data, Morisita's indexes were calculated. Negative binomial distributions for these data were found, that is contagious distributions.

The morphometric relations of the different samples were tested by a covariance analysis. Considering the results found, it is possible to think that through these measurement it exists the chance of differentiating certain "stocks" from different and distant places in accordance with some morphometric characteristics.

The population structure was analyzed

through graphs on probability paper. Bimodal curves were recognized, but a study of winter rings shows five age groups and a "zero group" without rings.

Variations were observed from place giving different mortality rates (from 96 (Cabo Negro) to 39% (Chabunco)). These variations were also observed in the recruitment.

The density-dependence test, using a logarithmic relation of the estimations of the differents groups of age, show interesting contrast between Cabo Negro and Chabunco. Hypothesis of reproductive adaptation to adverse conditions were postulated considering the differences established.

The instantaneous rate of growth is the same for all the samples, in spite of the place of origin. It is concluded that the maximum length of growth, since the slope is the same for all the localities, depends in the habitat of settling.

AGRADECIMIENTOS. Al colega Krisler Alveal de la Universidad de Concepción, por la recolección y cesión del material analizado. A los colegas Tarsicio Antezana y Miguel Padilla, por las interesantes informaciones y discusiones. Al Director y Profesor del Area de Tecnología de la Universidad de Chile, Valparaíso; señores Luis Madariaga y Juan Bustos, por las facilidades otorgadas para utilizar el Computador y la programación. Al señor Sergio Zepeda, por su ayuda en las mediciones. Al profesor Guillermo Millie, por la revisión del summary. Al señor Rector y colegas del Instituto de la Patagonia; señores Mateo Martinic, Italo Campodónico y Leonardo Guzmán, por las facilidades de laboratorio durante el período de trabajo en Punta Arenas. Al señor Luis González, por el dibujo de la especie.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BAYNE, B.L. Primary and secondary settlement in *Mytilus edulis* (Mollusca) *J. Anim. Ecol.* 33:513-523. 1964
- CASSIE, R.M. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. *Aus. J. Mar. Freshw. Res.* 5:513-522. 1954
- CHAPMAN, D.G. Statistical Inference and Methods. Univ. of Washington (mimeog.). 1962
- CHUGONOVA, N.I. Age and growth studies in fish (traducido del ruso). Published for the National Science Foundation by the Israel Program for Scientific Translation I.P.S.T. Cat. 610, 132 pp. 1963
- FAO. Informe del Seminario sobre métodos de detección, medición y vigilancia de los contaminantes del mar. 1972
- FAO Informes de Pesca N° 99, Supl. 1, Es. pp. 238.
- FAO. Manual of methods in aquatic environment research. Part. 1 methods for selection Measurement and Monitoring of water pollution. FAO Fish Technical Paper 137, pp. 238. 1974
- GUZMÁN, L. Informe Preliminar. Algunos aspectos biológicos-marino referidos fundamentalmente a hipoclorito de sodio, como antiadherencia viva y su posible efecto sobre la Bahía de Cabo Negro. Instituto de la Patagonia, 24 pp. 18 figs. 1974

- HARDING, J.P. The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. 1949 *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* **28**:141-153.
- HASKIN, H. Age determination in Mollusc. *Trans N.Y. Acad. Sci.* **2** (16):300-304. 1954
- HELA, I. y T. LAEVAU. Fisheries Hydrography. Ed. Fishing News (Books) Ltd. pp. 128. 1952
- HERNÁNDEZ, J. y L. GONZÁLEZ. Observaciones sobre el comportamiento de mitílicos chilenos en cultivo suspendido. I. Chorito *Mytilus chilensis* Hupé 1854. *Inv. Pesq.* **22**:1-50.
- LAGOS, R.R. Informe Hidrográfico del sector C. Negro. 4 pp. ENAP, Magallanes (mecanog.). 1970
- LAGOS, R.R. Informe: Medición de corrientes de marea de Bahía Pelicano, Cabo Negro, Magallanes. 2 pp. 1972 3 cuadros ENAP (mecanog.).
- LEVINS, R. The strategy of Model building in population Biology. In Readings in Population biology (Prólogo). 1971 Editores Peter Dawson y Charles E. King. Prentice Hall.
- LEWIS, T. and L.R. TAYLOR. Introduction to Experimental Ecology. Academic Press, New York London 1968 401 pp.
- MARR, J.C. The problem of defining and recognizing subpopulation of fishes, Special Scientific Report Fisheries N° 208:1-6. 1957
- PADILLA, M. Observaciones biológicas relacionadas con el cultivo de *Mytilus edulis chilensis* en Aisen. *Publicaciones Inst. Fom. Pesq. Santiago* **54**:21 pp. 1973
- OSORIO, C. y BAHAMONDE, N. Los moluscos bivalvos en las pesquerías chilenas. *Biol. Pesq. Chile* **3**:69-128. 1968
- RICKER, W.E. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, 191, 382 pp. 1975
- RUDNEY, K.M. y N.F. PALIL. Oceanology in Fisheries Researchs Kalingrad 1964. Translated from Russian for 1966 Scientific Translations, Jerusalem.
- SNEDECOR, G. Statistical Methods. The Iowa State College. Ames. Iowa, 534 pp. 1959
- SOUTHWOOD, T.R.E. Ecological Methods, with particular reference to the study of insect populationns. pp. 391. Ed. 1971 Chapman and Hall.
- WALFORD, L. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull., Woods Hole*, **90**(2):141-146 147. 1946
- WILSON, E.O. y H. BOSSERT. A primer of population Biology. Assoc. Inc. Publishers 7ª Edición, pp. 192. 1971

Manuscrito recibido en abril de 1978 y aceptado para su publicación en enero de 1979.

TABLA 1. Relaciones largo/ancho ($L = a + bA$)* y largo/alto ($L = a + bH$)** de *M. edulis chilensis* en las zonas muestreadas. N = Número de pares.

Zona*	a	b	r	r ²	N
Chabunco	1.317	.458	.984	.968	53
Muelle	1.678	.462	.943	.890	56
C. Negro	1.745	.459	.983	.966	60

Zona**	a	b	r	r ²	N
Chabunco	500	.446	.981	.962	53
Muelle	3.167	.539	.978	.957	56
C. Negro	.671	.441	.983	.966	60

TABLA 2. Multirregresiones $L = b_0 + b_1 (\text{ancho}) + b_2 (\text{alto})$ y $Y = a + bL + cA [+ d(\ln W)]^{**}$, donde:

L = largo; A = ancho; W = peso; r = índice de regresión para las zonas muestreadas.

Zona*	b_0	b_1	b_2	r	r^2	N
Chabunco	.3437	1.0215	1.150	.991	.982	53
Muelle	.9968	1.2033	.803	.993	.986	56
C. Negro	.5877	1.152	1.013	.989	.978	60

Zona**	a	b	c	d	r
Muelle	9.712	.742	.390	3.30	.905
Chabunco	5.256	.593	.955	2.281	.976

TABLA 3. Relación largo/peso total ($W = a L^n$). (N = N° de pares; r = índice de correlación; r^2 = índice de determinación.

Sector	a	n	r	r^2	N
Chabunco	1.909 E-4	2.902	.986	.972	51
Muelle	6.770 E-5	3.202	.988	.977	56
C. Negro	2.117 E-4	2.849	.969	.984	58

TABLA 4. Análisis de covarianza. Relación largo/ancho. (1) Comparación Chabunco/Muelle. (2) Comparación Chabunco/Cabo Negro. (3) Comparación Muelle/C. Negro.

Zona	Hipótesis	F	Gr. Libertad
Chabunco/Muelle (1)	A(1)	F1 1.80	(2,103)
	B	F2 .24	(1,103)
	A(2)	F3 3.38	(2,163)
Chanbuco/C. Negro (2)	A(1)	F1 4.53	(2,107)
	B	F2 1.59	(1,107)
	A(2)	F3 7.42	(1,108)
Muelle/C. Negro (3)	A(1)	F1 .36	(2,112)
	B	F2 .004	(1,112)
	A(2)	F3 .729	(1,113)

TABLA 5. Análisis de covarianza. Relación largo/alto. (1) Comparación Chabunco/Muelle. (2) Comparación chabunco/C. Negro. (3) Comparación Muelle/C. Negro.

Zona	Hipótesis	F	Gr. Libertad
Chabunco/Muelle (1)	A(1) B A(2)	F1 11.95 F2 21.33 F3 2.14	(2,103) (1,103) (1,104)
Chabunco/C. Negro (2)	A(1) B A(2)	F1 2.16 F2 2.65 F3 4.33	(1,107) (1,107) (1,108)
Muelle/C. Negro (3)	A(1) B A(3)	F1 14.826 F2 27.27 F2 1.93	(2,112) (1,112) (1,113)

TABLA 6. Composición por grupos de edad, en número de individuos por unidad de muestreo. (Número de ejemplares por 1/4 m² peso total de los ejemplares).

Lugar	Grupos		Nº ejemplares por 1/4 m ²	Peso total de ejemplares en g. 1/4 m ²
	I	II		
Muelle	696	330	1026	1.987
"Basural"	46	31	77	—
Chabunco	1970	1541	3511	3.497
Valvas vacías	91	60	151	—
Cabo Negro	418	423	841	2.965

TABLA 7. Índices de Morisita, cálculos para las distribuciones de los grupos de edad según lugares de muestreo. Índices I_{δ} e I_b .

Lugar	I_{δ}	Tipo distribución	I_b	Tipo distribución
Cabo Negro	.989	Regular o Poisson	1.60	Contagiosa
Muelle	1.117	Binomial negativa	12.67	Contagiosa
Chabunco	1.000	Poisson	1.51	Contagiosa

TABLA 8. Separación de la curva polimodal de frecuencias de tamaños: m: media; s: desviación estándar; n: cantidad de individuos según grupo de tamaño; N: tamaño de la muestra. Fecha 26 de enero de 1974.

Lugar	Clase de tamaño	m	s	%	G. edad	n	N
Cabo Negro	3-29	17	10.5	49.8	I	418	841
	28-48	35	5.3	50.2	II	423	
Muelle	4-29	18.5	4.9	67.8	I	219	324
	21-45	29.0	7.3	32.2	II	105	
"Basural"	3-28	13.5	5.5	59.9	I	46	77
	28-46	34	11.6	40.1	II	31	
Chabunco	1-21	14.5	4.7	56.1	I	480	855
	20-28	29.0	4.6	43.8	II	375	
Valvas vacías	5-25	15	4.6	60	I		
C. Negro	24-46	30	7.3	40	II		

TABLA 9. Frecuencia de ejemplares según anillos de crecimiento, por lugar de muestreo.

Clase	Anillo	Cabo Negro		Chabunco		Muelle	
		f	%	f	%	f	%
1974	0	141	22.8	760	58.8	702	74.0
1973	1	151	24.5	540	18.0	55	5.8
1972	2	152	24.6	390	13.0	69	7.3
1971	3	144	23.4	165	5.5	69	7.3
1970	4	27	4.4	135	4.5	41	4.3
1969	5	1	0.2	0	0	13	1.3
Total muestra		616		2990		949	

TABLA 10. Relación $\ln Y = n + ix$; donde Y = frecuencias; x = edad según anillos; i = mortalidad instantánea; a = mortalidad anual; s = sobrevivencia; r = ind. correlación.

Lugar	Grupos de	n	i	a	s	r
Cabo Negro	IV al V	16.48	-3.29	.96	.037	-1.00
Chabunco	I al IV	6.82	-0.50	.39	.600	-0.97
Muelle	III al V	6.84	-0.83	.56	.430	-0.98

TABLA 11. Cálculo de la relación $\ln P_{n+i} = \ln F + b \ln P_n$ para estimas de clases anuales sobre la base de datos de la tabla 9. Anillos de crecimiento $\pi = e^F$

Lugar	Cabo Negro	Chabunco	Muelle
s	2.17	0.66	0.69
$\bar{X}$	39.	261.	42.
s_m	2.64	1.40	1.37
r	.944	.913	.34
r^2	.891	.83	.12
(Fluctuación de la población)			
b	.329	1.34	.568
F	319	.28	11.
(Tasa efectiva de aumento de población)			

r^2 = 0 la población es más fluctuante.

b = 0 mayor densidad dependencia (DD = 1 - b).

TABLA 12. Relación anillos a las edades L_n versus L_{n+1} . Regresiones lineales. $L_{n+1} = a + b L_n$ (Ley de Walford).

Sector	a	b	r	r ²	N	L_m
Chabunco	10.23	.834	.786	.620	80	61.62
Muelle	12.23	.808	.802	.648	97	63.69
Cabo Negro	13.43	.782	.911	.830	72	61.60
Talcán	4.38	.959	.992	.985	23	106.82
Tubildad	5.59	.938	.973	.947	21	90.16
Puerto Cult. Aisén	28.74	.690	—	—	3	92.70
Puerto Natales Aisén	7.44	.710	—	—	3	25.60

TABLA 13. Análisis de covarianza para relaciones lineales entre largos de anillos de crecimiento a las longitudes L_n versus L_{n+1} , según sectores: (1) Chabunco/Muelle/C. Negro; (2) Chabunco/Muelle; (3) Pob. Nat. Aisén/Pob. Cult. Aisén; (4) Pob. Nat. y Cult. de Aisén/C. Negro; (5) Talcán-Tubildad/Pob. Nat. y Cult. Aisén; (6) Talcán-Tubildad/C. Negro; (7) Talcán-Tubildad/Chabunco.

Sector	Hipótesis	F	Gr. Libertad
Chabunco/Muelle/C. Negro (1)	A(1)	F1 9.536	(4,243)
	B	F2 .325	(2,243)
	A(2)	F3 18.85	(2,245)
Chabunco/Muelle (2)	A(1)	F1 8.215	(2,173)
	B	F2 .126	(1,173)
	A(2)	F3 16.387	(1,174)
Pob. Nat. Aisén/Pob. Cult. Aisén (3)	A(1)	F1 11.803	(2,2)
	B	F2 7.778	(1,2)
	A(2)	F3 35.39	(1,3)
Pob. Aisén/C. Negro (4)	A(1)	F1 21.56	(8,245)
	B	F2 .814	(4,245)
	A(2)	F3 42.45	(4,249)
Talcán-Tubildad/2 Pob. Aisén (5)	A(1)	F1 15.20	(6,42)
	B	F2 3.05	(3,42)
	A(2)	F3 24.06	(3,45)
Talcán-Tubildad/C. Negro (6)	A(1)	F1 16.76	(4,96)
	B	F2 6.46	(2,96)
	A(2)	F3 24.34	(2,98)
Talcán-Tubildad/Chabunco (7)	A(1)	F1 15.28	(4,89)
	B	F2 4.59	(2,89)
	A(2)	F3 24.08	(2,91)

TABLA 14. Comparación de valores promedios de largos de individuos edad cero (sin anillos de crecimiento).

$$z = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{s^2/n_1 + s^2/n_2}}$$

Sector	$\bar{x}$	s^2	s	N	Muelle z	C. Negro z
Muelle	17.12	10.18	3.19	100	—	—
C. Negro	15.48	6.79	2.60	100	3.98	—
Chabunco	12.26	5.12	2.26	296	14.08	11.22