

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

E.A.P. de Ciencias Biológicas

**Estructura y dinámica poblacional de
Ensis Macha (Molina, 1782) en Bahía
Independencia, Pisco, Perú, durante el
período 2002-2004**

TESIS: para optar el Título Profesional de: BIÓLOGO CON MENCIÓN EN HIDROBIOLOGÍA Y
PESQUERÍA

AUTOR:

Roberto Carlos Espinoza Melgarejo

ASESOR: Dr. Juan Leonidas Tarazona Barboza

LIMA – PERÚ 2006

A Dios, mis padres Marcos y Beatriz, mis hermanos Patricia, José, y en especial Luana, que me dieron su apoyo incondicional y son la inspiración de mi existencia.

AGRADECIMIENTO

- A la Facultad de Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, que permitieron mi formación como profesional biólogo a través de las enseñanzas de los profesores y las prácticas pre-profesionales realizadas en los laboratorios.
- A mis familiares y amigos que me apoyaron constantemente durante los años en la universidad e hicieron realidad la culminación de mi carrera.
- Al Dr. Juan Tarazona, por haber contribuido a mi formación como biólogo darme la oportunidad de trabajar en los diversos proyectos de investigación y evaluación ejecutados hasta el momento.
- Al Dr. Carlos Paredes, por su valiosa ayuda en la identificación de especies. A la Dra. Carmen Yamashiro, por proporcionarme información pesquera evaluada. Al biólogo Raúl Castillo, por su colaboración en la revisión y corrección de la tesis. Asimismo, a las doctoras Olga Aracena e Irene L pez (Chile), por la información y bibliografía brindada sobre la especie.
- A los profesores Marco Espino., Luis Hoyos y Franz Cardoso, que formaron parte del jurado examinador de la tesis y contribuyeron con las correcciones y sugerencias pertinentes.
- A mis amigos y compañeros del Laboratorio de Ecología Marina, en especial, Aldo Indacochea, Marco Solís, Elmer Ramos, Percy Gallegos, José Zavala, Andrés Belapati o y Kely Ortega, quienes participaron y colaboraron en el trabajo de campo, análisis de datos y sugerencias en la elaboración de la tesis. Asimismo, a los buzos y pescadores artesanales de Pisco, que colaboraron en el muestreo del recurso.
- Al Instituto Alfred Wegener para Estudios Marinos y Polares (Alemania) y a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, que brindaron el apoyo financiero para el desarrollo de la tesis en los diversos proyectos realizados.

1. RESUMEN

Se estudió la estructura y dinámica poblacional, y las características del hábitat del bivalvo *Ensis macha*, en el área de Morro Quemado (Bahía Independencia, Pisco, Perú), durante el período septiembre del 2002 hasta abril del 2004. El período de estudio se caracterizó por temperaturas frías y una productividad primaria relativamente alta. En cuanto a la estructura poblacional, se presentan altos niveles de densidad ($79,1 \text{ Ind}\cdot\text{m}^{-2}$) y biomasa ($2,8 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$), aunque se observa una tendencia descendente de estos valores debido a la sobreexplotación. El rango de tallas fue muy estrecho (90-175 mm), de tipo unimodal y con ausencia de la fracción juvenil en la población. Las relaciones longitud-peso fueron de tipo potencial y con alometría positiva, encontrándose que existe un menor rendimiento por peso comparado a las poblaciones sureñas. Se encontró una correlación entre la variación temporal del peso seco libre de cenizas de un individuo estándar (150 mm) con el ciclo reproductivo de las poblaciones sureñas, donde los periodos de desove ocurren en los meses de mayor temperatura. Respecto a la dinámica poblacional, se mostró una tasa de crecimiento relativamente alta con un K de 0,48 y una L de 184,1 mm comparados a otros estudios sobre la especie. Las tasas de mortalidad natural y por pesca fueron $0,96$ y $0,98 \text{ año}^{-1}$, respectivamente, así como una E de $0,51 \text{ año}^{-1}$, lo que evidencia que es una especie plenamente explotada. Bajo condiciones de altas temperaturas y bajos niveles de oxígeno, se incrementó la tasa de mortalidad natural. La producción somática y la P/B fueron de $191,07 \text{ gPSLC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{año}^{-1}$ y $0,69 \text{ año}^{-1}$, respectivamente, que son relativamente altos comparados a los valores chilenos. Se postula que una alta densidad y biomasa, una alta tasa de crecimiento, un menor peso por talla y una alta producción secundaria, en comparación a los valores hallados en las poblaciones sureñas, podría deberse a condiciones favorables del ambiente marino peruano. Este estudio brinda un conocimiento biológico y pesquero importante para el desarrollo de un plan de manejo pesquero de largo plazo.

ABSTRACT

The population structure and dynamics, and the characteristics of the bivalve *Ensis macha* habitat, in Morro Quemado area (Independence Bay, Pisco, Peru), during the period September, 2002 to April, 2004 were studied. Cold temperatures and high productivity characterized the study period. The population structure shows high density ($79,1 \text{ Ind}\cdot\text{m}^{-2}$) and biomass ($2,8 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$), although these values have a decreasing trend due to over-fishing. The length range was very small (90-175 mm), unimodal-type and without juvenile presence in the population. The length-weight relationships were potential-type and had positive allometry and a moderate yield per weight as compared to southern populations was encountered. A correlation between the temporal variation of the ash free dry weight (AFDW) of a standard individual (150 mm) and the reproductive cycle of southern populations was observed, having spawning periods during the hottest months. The population dynamics showed higher growth rates with K off 0,48 and L off 184,1 mm than those found in other studies of the species. The natural and fisheries mortality were 0,96 and 0,98 y^{-1} , respectively, and the exploitation rate was 0,51 y^{-1} , which evidences fully-exploited species condition. Natural mortality increased under conditions of high temperature and low oxygen concentration. The population somatic production and rate P/B were 191,07 $\text{gAFDW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{año}^{-1}$ and 0,69 y^{-1} , which are high compared to Chilean values. It is assumed that high density and biomass, high growth rate, moderate yield per weight and high secondary production could have been favored by good conditions on the Peruvian marine environment. This study gives biological and fishery knowledge important to the development of resource management plan of long time.

2. INTRODUCCIÓN

La concha navaja *Ensis macha* (Molina, 1782), vive en sedimentos arenosos de grano fino a medio y puede ser encontrada desde el submareal somero hasta profundidades cercanas a los 20 metros formando agregaciones denominadas "bancos". Esta especie se distribuye en la costa americana del Océano Pacífico desde Caldera (27° S) hasta Magallanes, Chile (55° S); y en la costa Atlántica hasta el Golfo de San Matías, Argentina (40° S) (Gallardo, 1978; Osorio *et al.*, 1979; Lasta *et al.*, 1998). En nuestro país, ha sido reportada como *Ensis* sp. en el área de Pisco, 14° S (Paredes *et al.*, 1988), en la localidad de las Lomas, 16° S (Guzmán *et al.*, 1998); y recientemente en la Bahía de Ancón, 12° S (Indacochea, com. pers., 2004). Actualmente existe un banco natural importante en la zona de Morro Quemado, Bahía Independencia, Reserva Nacional de Paracas, que ha sido sometida a una intensa extracción artesanal desde hace poco tiempo, como una alternativa de pesca, ante la disminución de las densidades de otras especies.

Los problemas que presenta esta nueva pesquería son: la escasa información biológica de la especie, la falta de regulación pesquera, el acelerado ritmo actual de extracción, el desconocimiento de la vulnerabilidad y la tasa de renovación del recurso. Ante esta problemática se hace necesario determinar aspectos como tamaño poblacional (en términos de densidad y biomasa), distribución, tallas de primera madurez y de primer desove, época de desove, crecimiento, mortalidad, producción, etc.

La pesquería artesanal de la concha navaja, en la zona de Bahía Independencia ha presentado altos niveles de desembarque en los últimos cuatro años, convirtiendo a este molusco marino en uno de los "mariscos" de mayor interés para la pesquería artesanal. Los registros de desembarques de la concha navaja en el muelle de Laguna Grande, Bahía Independencia, muestran valores de 1241 t en el 2002, y de hasta 1477 t en el 2003 (Yamashiro, com. pers., 2004; informes internos del IMARPE). Sin embargo, el conocimiento de la biología o aspectos poblacionales de esta especie es insuficiente, por lo que se hace necesario realizar estudios detallados de los aspectos poblacionales, ecológicos y pesqueros, con énfasis en la

abundancia y distribución espacial y temporal en la zona, la tasa de crecimiento, los periodos de desove, los niveles de mortalidad natural y por pesca, la tasa de renovación anual y la estructura de tallas, en relación a parámetros oceanográficos y biológicos (como disponibilidad de alimento, competencia o depredación), y a la actividad pesquera. Estos conocimientos permitirán establecer lineamientos básicos para la formulación preliminar de un plan de manejo pesquero, dentro del área de extracción, con estimaciones confiables de cuanto extraer y en que periodos, sin afectar significativamente la población.

Con dicho fin, el presente estudio evalúa la población de *E. macha*, en los aspectos de estructura poblacional, crecimiento, mortalidad y producción secundaria, así como las principales características del hábitat, con el objeto de generar el conocimiento biológico y pesquero indispensable para la implementación de un manejo sostenible de las poblaciones del bivalvo marino *E. macha* en la costa peruana. Se parte del supuesto que la estructura y dinámica poblacional de esta especie puede diferir de las poblaciones de altas latitudes, como Chile y Argentina, debido a las diferencias en las condiciones ambientales.

3. ANTECEDENTES

El conocimiento sobre las respuestas de las poblaciones de invertebrados marinos submareales a los recurrentes eventos El Niño es aún muy reducido en las costas del Pacífico Oriental (Tarazona y Arntz, 2001).

Debido a la alta productividad del sistema de surgencias costeras del Pacífico Sudeste, grandes biomasas de recursos pesqueros económicamente importantes son explotados en las costas de Perú y Chile. Las poblaciones de estos recursos son afectados, ya sea negativa o positivamente por el ENSO (Arntz, 1986), dependiendo de la intensidad del evento, así como de la distribución geográfica y la adaptación particular de cada especie. Estos impactos de El Niño han sido estudiados tanto a nivel comunitario como poblacional, especialmente en especies sometidas a intensas pesquerías (Arntz y Tarazona, 1990; Arntz y Fahrbach, 1996).

La temperatura es uno de los factores medio ambientales más importantes que controlan la distribución latitudinal de organismos bentónicos marinos. De acuerdo a Vasiléva (1978), la tolerancia de los moluscos a la temperatura está relacionada a su rango de distribución geográfica. Sin embargo, dentro de su área de distribución, la tolerancia a la temperatura puede también jugar un rol en la zonación de las especies. Johnson (1965), Jansson (1967) y Ansell *et al.* (1980) establecieron que el límite superior de tolerancia a la temperatura disminuye al incrementar la distancia de la orilla y a mayor profundidad.

En el Perú se han realizado algunos trabajos sobre dinámica poblacional de invertebrados marinos, sobretodo de las especies comerciales. La mayoría de dichos estudios describen el impacto del evento El Niño sobre estas poblaciones. Así, Wolff (1985) evalúa la dinámica poblacional de la concha de abanico *Argopecten purpuratus*, durante el evento El Niño 1982-83. Urban (1991) hizo una estimación preliminar de los parámetros de crecimiento de tres especies de bivalvos comerciales del Perú (*Gari solida*, *Aulacomya ater* y *Semele solida*) colectados en la Bahía Independencia (14° S), Perú. Urban y Tarazona (1996) estudiaron la dinámica de una población de *Gari solida* en Bahía Independencia, entre noviembre de 1989 y febrero de 1995, y sus cambios durante EN 1992-93, encontrando que el ENSO tuvo efectos negativos en la producción de gónadas durante 1992, cuando se elevó la

temperatura del agua de mar; mientras que en 1993, cuando las temperaturas fueron inferiores, los efectos fueron positivos.

La pesquería artesanal en el Perú tiene mucha importancia económica y social, llegando a desembarcar cerca de 200 mil toneladas anuales entre peces, crustáceos y moluscos (Zapata y Espino, 1991). Bahía Independencia, debido a su alta producción primaria, posee una riqueza biológica excepcional y constituye uno de los mayores lugares de extracción de mariscos en la costa peruana (Urban y Tarazona, 1996). En esta bahía, la más grande población del bivalvo *Ensis macha* es explotada actualmente por la pesca artesanal. La población está localizada al extremo sur de la bahía, y se distribuye sobre los fondos arenosos. Esta población podría verse afectada por la actividad pesquera o cambios ambientales tipo un evento El Niño, desconociéndose el impacto de tal evento sobre el recurso. En el Perú, no se han realizado estudios detallados sobre la distribución, estructura, dinámica poblacional y aspectos reproductivos de *E. macha*. Sólo se tienen estadísticas de desembarque y de esfuerzo pesquero del recurso por parte del Instituto del Mar del Perú (informes internos del IMARPE), a partir del año 2001.

Existen estudios referentes a poblaciones de bivalvos realizados en Chile y otras regiones del Pacífico Sudeste, así Urban (1994) realizó un estudio sobre la tolerancia al límite superior de la temperatura en 10 especies de bivalvos comercialmente importantes de Perú y Chile (*Gari solida*, *Semele solida*, *Semele corrugata*, *Protothaca thaca*, *Venus antiqua*, *Tagelus dombeii*, *Ensis macha*, *Aulacomya ater*, *Choromytilus chorus* y *Argopecten purpuratus*), para deducir algunos efectos de El Niño, encontrándose que la temperatura de mar más alta del Perú induce que las temperaturas letales para el 50% de una población experimental (LT50) sean más altas que en Chile; en este último las LT50 para 6 de las 8 especies estudiadas variaban solamente por 1,2 C, lo cual podría ser explicado por las similares temperaturas y condiciones de vida en los hábitat de estas especies. Urban y Campos (1994) evaluaron la dinámica poblacional de los bivalvos *Gari solida*, *Semele solida* y *Protothaca thaca* en una bahía chilena. Clasing *et al.* (1994) estudiaron la variabilidad de la población del venérido *Venus antiqua* en la bahía de

Yaldad, al sur de Chile. Lomovasky *et al.* (2002) describieron el crecimiento y producción del venéreo *Eurhomalea exalbida* en Tierra del Fuego.

Respecto a *Ensis macha*, en Chile, se conoce ya ciertos aspectos biológicos y pesqueros. La pesquería del “huevo” o navaja (*E. macha*) en Chile mantuvo un crecimiento continuo a partir de 1988, y en los años posteriores se produjo un fuerte aumento de los desembarques hasta superar las 8 mil toneladas en 1991 (Aracena *et al.*, 1998). Las regiones con mayor participación en estos desembarques fueron la VIII Región, que actualmente aporta cerca del 70 % del total nacional (Aracena *et al.*, 1998). Canales y Ponce (1995) evaluaron el estado de explotación del recurso en la región VIII. Urban (1996) determinó también algunos parámetros poblacionales como crecimiento y producción secundaria para esta misma zona. Aracena *et al.* (1998) describieron características poblacionales como el período de desove, la estructura de tallas, la proporción sexual, la talla poblacional de primera madurez, la tasa de crecimiento; asimismo describieron las características del sustrato, de la fauna acompañante y de la columna de agua en la región VIII y X. Jaramillo (1998) describió también la edad y crecimiento del recurso en la región VIII. Aracena *et al.* (2003) validaron índices macroscópicos para describir el ciclo reproductivo de esta especie. Actualmente se vienen realizando estudios experimentales de cultivos del huevo probando dietas alimenticias, capacidad de reproducción inducida y obtención de semillas, debido a que el recurso tiene un gran potencial de exportación y demanda internacional.

En Argentina existen algunos estudios preliminares realizados mayormente por el Centro Nacional Patagónico y la Universidad Nacional de la Patagonia, en el que se evaluaron en forma preliminar bancos naturales de la navaja (Ciocco *et al.*, 2001) y recientemente se evaluó la morfometría, crecimiento y reproducción de una población de *E. macha* del Atlántico Argentino (Barón *et al.*, 2004).

Diversos estudios de esta familia de navajas Pharidae, han sido realizados en Europa, por ejemplo, Henderson y Richardson (1994) compararon la edad, tasa de crecimiento y comportamiento de enterramiento de las conchas navajas *Ensis siliqua* y *E. ensis* en una zona de Gran Bretaña. Beukema y Dekker (1995) describieron la dinámica poblacional y el crecimiento de la navaja *Ensis directus* en la zona del mar

de Wadden, especie que fue introducida en Europa hace 25 años y que mostró un comportamiento poblacional favorable y diferente a las poblaciones nativas americanas. Gaspar y Monteiro (1998) determinaron el ciclo reproductivo y la actividad gametogénica de *Ensis siliqua* al sur de Portugal. Armonies y Reise (1999) evaluaron el crecimiento, mortalidad y abundancia de *Ensis americanus* en una isla del Mar del Norte. Fahy *et al.* (2001) determinaron la estructura poblacional, la distribución espacial, la tasa de crecimiento así como el estado de madurez de la gónada, el período de desove y la fauna acompañante de la especie *Ensis arcuatus*, en las aguas costeras de Irlanda del Norte. Gaspar *et al.* (2001) describen relaciones longitud-peso de los bivalvos comerciales de la costa sur de Portugal. Además, Guerra (2002) determinó el crecimiento y el ciclo reproductivo en cultivos de *E. ensis* y *E. siliqua* en la zona de Galicia, España.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Descripción de los trabajos de campo

4.1.1 Obtención de datos y muestras oceanográficas

Para caracterizar el hábitat del recurso *Ensis macha*, se tomaron algunos parámetros hidrográficos de la zona de Morro Quemado (14° 19'35"S, 76° 7'43"W) (Fig. 1).

Para la determinación de los datos oceanográficos se utilizó un equipo perfilador CTD (medición en forma continua de la temperatura, oxígeno y profundidad), en forma mensual, durante el período de muestreo, que abarcó el transecto formado por las estaciones de 4, 8 y 12 metros de profundidad. Asimismo, también se tomaron datos de temperatura y oxígeno disuelto cerca del fondo con una botella Niskin.

Para la determinación de la granulometría del sedimento donde habita el recurso, se obtuvo una fracción de sedimento de las 3 estaciones dentro del área de muestreo, y se procedió a refrigerarlas para su posterior análisis en el laboratorio.

4.1.2 Obtención de muestras para el análisis de la comunidad

Se realizaron muestreos cualitativos con el propósito de determinar la comunidad asociada o fauna acompañante de *E. macha*, es decir, las especies acompañantes del recurso; con lo que se pudo realizar un análisis preliminar de las posibles relaciones tróficas de la especie. Estas muestras fueron obtenidas mediante buceo autónomo SCUBA, por medio de rastras y utilizando sustratos artificiales (conos de cemento llenos con sustrato arenoso propio del lugar).

4.1.3 Obtención y procesamiento de muestras para el análisis poblacional

Dieciocho muestreos fueron realizados mensualmente desde una embarcación de pesca artesanal (Fig. 2) desde septiembre del 2002 hasta abril del 2004, en un banco natural de la zona de Morro Quemado, en Bahía Independencia. Se realizaron dos tipos de muestreos, uno de tipo cuantitativo para determinar la densidad y biomasa, usando un marco cuadrado de 0,50 m de lado, con 5 réplicas, en cada una de las estaciones delimitadas para el muestreo, ubicadas a profundidades de 4, 8 y 12 m. Se efectuaron conteos *in situ* mediante buceo autónomo SCUBA en cada área delimitada por el marco cuadrado.

En cuanto al muestreo cualitativo, se realizó un raleo de 40-80 ejemplares mensuales de *E. macha* (Fig. 3) que fueron usados para determinar los diversos parámetros poblacionales. Para el caso de la relación longitud-peso y los parámetros crecimiento, mortalidad y producción, se consideraron los datos morfométricos del período 2003 (enero 2003 - enero 2004). Estos ejemplares de navaja fueron transportados al laboratorio de la Isla Independencia para su análisis primario y luego fijados en formol al 10% para su posterior análisis en el laboratorio de Ecología Marina, Facultad de Ciencias Biológicas, UNMSM.

La longitud (L) de cada individuo (distancia del borde anterior al borde posterior) se midió con un vernier ($\pm 0,05$ mm), y los pesos húmedos (PHV) y secos visceral (PSV) se determinaron en una balanza electrónica de precisión ($\pm 0,01$ g). El peso seco se obtuvo colocando los tejidos blandos en una estufa (90 C; 48 h) hasta peso constante. El peso seco libre de cenizas (PSLC) se obtuvo a través de una cantidad de cenizas obtenidas por medio de la colocación de las partes blandas y secas en una mufla (600 C; 3 h), y fueron pesadas posteriormente en una balanza analítica ($\pm 0,0001$ g).

Adicionalmente, al inicio del muestreo del recurso, en septiembre del 2002, se realizó una grilla con 10 estaciones ubicadas a diferentes profundidades, que abarcaron casi toda el área de pesca, con el objeto de delimitar la distribución horizontal y vertical de esta población.

4.2 Análisis de las condiciones hidrográficas

La información oceanográfica obtenida por el CTD fue procesada, según el manual de operación del SEACAT SBE 19 Profiler (Sea-Bird Electronics, 2000) y graficada en forma de perfiles verticales de temperatura, oxígeno y productividad primaria, usando el programa Surfer 8, con el objeto de caracterizar la zona de Morro Quemado, Bahía Independencia. Asimismo, se relacionaron la variable abiótica temperatura de fondo con algunas variables biológicas como la densidad promedio, el índice de condición y el peso seco libre de cenizas de la especie, para determinar algún tipo de correlación estadística.

4.3 Análisis de la composición granulométrica del sedimento

Los sedimentos extraídos de las 3 estaciones fijas, en la zona de Morro Quemado, se analizaron según la metodología volumétrica, dividiendo la muestra en una porción fina (<63 μ m) compuesta por la fracción limo-arcilla, que es separada por un método volumétrico (método del pipeteo) y una fracción gruesa (>63 μ m), la cual es pasada por una serie de tamices entre 0.063 a 1 mm, obteniéndose luego los porcentajes en peso de cada fracción separada, con ello se pudo determinar el tipo de sedimento predominante del lugar, siguiendo la clasificación de grado de Wentworth (Buchanan, 1971).

4.4 Análisis de composición de la comunidad asociada a *Ensis macha*

La determinación de las especies de la comunidad asociada a *E. macha*, se realizó utilizando las claves taxonómicas; en el caso de moluscos, crustáceos y phyla menores fueron determinados por el Dr. Carlos Paredes, Laboratorio de Biología y Sistemática de Invertebrados Marinos; mientras que para los poliquetos se empleó a Fauchald (1977). Además se comparó el número y composición de especies halladas con estudios realizados en poblaciones sureñas.

4.5 Análisis de la estructura poblacional de *Ensis macha* y procesamiento estadístico

Los valores de densidad y biomasa obtenidos en el transecto de 4, 8 y 12 metros fueron ploteados y graficados haciendo uso del software computacional Surfer 8, para mostrar la variación temporal y espacial de la densidad ($N \text{ Ind}\cdot\text{m}^{-2}$) y biomasa ($\text{ÓW}\cdot\text{m}^{-2}$), durante el período de estudio. Asimismo se graficó la variación temporal de la densidad y biomasa promedio y se las relacionó con datos de desembarque total de invertebrados comerciales y de *E. macha* (kg) en la caleta Laguna Grande, provenientes de la zona de Bahía Independencia. Esa información fue proporcionada por la Dirección de Evaluación de Invertebrados Marinos, del Instituto del Mar del Perú (Yamashiro, informes internos del IMARPE). Además se determinó las tendencias de la densidad y desembarques de *E. macha* durante el período de muestreo.

Las relaciones longitud (mm) – peso total, peso húmedo visceral (g, PHV), peso seco visceral (g, PSV) y peso seco libre de cenizas (g, PSLC) se determinaron utilizando la ecuación de alometría $Ps = aL^b$, la cual fue ajustada por el método de los mínimos cuadrados, dentro del software Statgraphic Plus 5, considerando los datos del período 2003. Se determinó el tipo de alometría con cada uno de los pesos calculados. Además se determinó la relación longitud-peso total, en forma estacional, durante el período 2003, para determinar diferencias en el peso estándar, la cual se hizo para un individuo de longitud de 150 mm, que es la talla comercial de acuerdo a Aracena *et al.* (1998). Asimismo se determinó el ciclo de variación del peso seco libre de cenizas (PSLC) usando los datos mensuales de regresión de la relación longitud-PSLC para todo el período y considerando el peso estándar.

La estructura poblacional se basó en el análisis de datos de frecuencias de tallas obtenidos durante el período septiembre 2002-abril 2004 (N total: 937 ejemplares). Se analizó la distribución de tallas en forma mensual y acumulada durante todo el período y se hallaron algunas variables estadísticas como longitud máxima observada, longitud promedio, moda, varianza y desviación estándar. Se consideró como reclutas los individuos menores de 20 mm, juveniles los que tienen menos de 90 mm y adultos los mayores a 90 mm (talla mínima de madurez poblacional) según lo sugerido por Aracena *et al.* (1998).

4.6 Análisis de la dinámica poblacional de *Ensis macha* y procesamiento estadístico

Para el cálculo de los parámetros de la dinámica poblacional se tomaron datos morfométricos del período 2003 (enero 2003-enero 2004).

Para la determinación de los parámetros de crecimiento se utilizaron los datos mensuales de frecuencia de tallas, del período enero 2003-enero 2004, utilizando el programa computacional FISAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools) de Gayanilo *et al.* (1995). El ELEFAN I (Pauly & David, 1981) permitió estimar los parámetros de crecimiento K y L, a partir de la frecuencia de tallas, en base a la identificación de grupos de edad en cada muestra, donde se obtiene una curva de crecimiento dada por la ecuación de von Bertalanffy:

$$L(t) = L (1 - \exp(-K(t - t_0)))$$

Para la determinación del valor de t_0 , que representa el tiempo en que el organismo tiene 0 (cero) de altura, se siguió a Pauly (1980), quien sugiere usar la fórmula:

$$\text{Log}(-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \cdot \text{Log}(L) - 1,038 \cdot \text{Log}(K)$$

Como método de comparación de los parámetros estimados con otros reportados en la literatura y con base en la relación estadística que existe entre K y L , se calculó el rendimiento de crecimiento, estimado de dos formas:

Calculando el valor de \ddot{O} (Pauly & Munro, 1984) mediante la ecuación:

$$\ddot{O} = \text{Log}(K) + 2 \cdot \text{Log}(L)$$

Y el de \varnothing (Brey, 1995) dada por la ecuación:

$$\varnothing = \text{Log}(M_{\text{máx}}/E_{\text{máx}}), \text{ donde:}$$

$M_{\text{máx}}$: masa máxima observada en PSLC

$E_{\text{máx}}$: máxima edad para la mayor longitud observada.

La mortalidad total Z (año^{-1}) fue estimada a partir de los datos de frecuencia de tallas del periodo 2003, mediante el método de la Curva de captura linealizada basada en la composición por tallas ("Length Converted Linearized Catch Curve", Pauly 1983). Usando el parámetro del VBGF, las longitudes de muestras agrupadas de frecuencia de longitud fueron convertidas a edades usando la siguiente ecuación:

$$N_j / \Delta t = N_0' \cdot e^{-Z \cdot t_j}$$

Donde:

N_j es el número de individuos en el intervalo de tamaño j .

Δt es el tiempo necesario para crecer a través del intervalo j .

t_j es la edad relativa correspondiente al intervalo de tamaño j .

t_j es calculado por el modelo de "von Bertalanffy" inversa:

$$t_j = \text{Ln} [1 - L_j / L_{\infty}] \cdot 1 / -K + t_0$$

L_j es la longitud a la edad t_j

La mortalidad Z fue calculada mediante un análisis de regresión lineal de la siguiente ecuación:

$$\text{Ln}(N_j / \Delta t) = \text{Ln}(N_0') - Z \cdot t_j$$

Donde: $-b = Z$

La mortalidad natural M (año^{-1}) fue estimada por el método de Pauly (1980), el cual determinó una ecuación de regresión múltiple entre los parámetros de crecimiento, los factores ambientales y la mortalidad natural, proponiendo la siguiente fórmula para los valores de L :

$$\text{Log}(M) = -0,0152 - 0,279 \cdot \text{Log}(L) + 0,6543 \cdot \text{Log}(K) + 0,463 \cdot \text{Log}(T)$$

Donde:

L : longitud asintótica total en cm.

K : coeficiente de crecimiento.

T : temperatura anual superficial del mar en $^{\circ}\text{C}$

M : mortalidad natural

Adicionalmente se hizo un experimento *in situ* de la mortalidad natural, en los meses del verano (febrero y marzo del 2003), en el cual se hicieron conteos simples de la muestra total obtenida, utilizando un marco cuadrado de 0,50 m de lado.

La mortalidad por pesca F (año^{-1}) y la tasa de explotación E (año^{-1}), fueron calculadas mediante las ecuaciones:

$$F = Z - M \quad \text{y} \quad E = F / Z$$

Donde:

Z : mortalidad total

M : mortalidad natural

La producción somática de la población P (en gramos de PSLC por metro cuadrado por año) fue calculada usando el método de la tasa de crecimiento específico en peso (Crisp, 1984) de los promedios de las muestras cuantitativas, datos de frecuencia de longitud del período 2003, los parámetros VBGF y las relaciones longitud-peso seco libre de cenizas del período 2003:

$$P = \sum N_i W_i G_i$$

Donde: N_i es el número promedio de ejemplares ($\text{N}^{\circ} \text{Ind} \cdot \text{m}^{-2}$), W_i es el peso corporal promedio (en g, PSLC) en la clase de longitud i y G_i es la tasa de

crecimiento específico en peso (año^{-1}):

$$G_i = b K ((L / L_i) - 1)$$

Donde b es el exponente de la relación longitud-peso, L y K son los parámetros VBGF y L_i es la longitud promedio en la clase de longitud i .

La biomasa promedio anual \bar{B} (en g PSLC por m^2 por año) fue hallada mediante:

$$B = \sum N_i W_i$$

La relación anual P/B fue calculada a partir de la producción somática anual P y de la biomasa media anual B . Asimismo se obtuvieron valores de producción y biomasa en términos de energía (joules), usando factores de conversión equivalentes según lo calculado por Brey (1999), Brey *et al.* (1988) y Brey y Gage (1997).

Luego del procesamiento y análisis estadístico de datos, los resultados obtenidos fueron agrupados y resumidos en tablas y gráficos; existen también comparaciones con resultados provenientes de la literatura. Además se muestran algunas imágenes tomadas en el área de estudio.

5. RESULTADOS

5.1 Características del Hábitat

5.1.1 Condiciones Hidrográficas

El recurso *Ensis macha* se distribuye verticalmente, en la zona de Morro Quemado, en los fondos arenosos, desde los 3 hasta los 18 metros de profundidad.

Los valores de temperatura mensual de fondo, durante el período de estudio, variaron entre 14,2 a 17,2 C. Durante el verano del 2003, las temperaturas mensuales fluctuaron entre 15,8-17,2 C, valores que fueron más altos que los observados durante el verano del 2004, que mostró un rango entre 14,7-15,2 C (Fig. 4). Por otro lado, el análisis de la columna de agua (12 m), demostró una escasa variación de la temperatura en superficie (Fig. 5a). Así, durante ambos veranos, la temperatura mensual promedio fue mayor de 16 C.

Los valores de concentración de oxígeno disuelto en el fondo ($\text{ml}\cdot\text{l}^{-1}$), fueron más bajos durante el verano del 2003 y 2004 que durante el resto del período de estudio (Fig. 4). Este mismo patrón se observa en toda la columna de agua (Fig. 5b) donde se observa bajas concentraciones de oxígeno disuelto (valores entre 0,5-1,0 $\text{ml}\cdot\text{l}^{-1}$) en los meses de verano, que coincidentemente son los períodos de mayor mortalidad natural.

Respecto a los valores de productividad primaria en la columna de agua, se observan valores significativamente altos durante este período (Fig. 5c), dándose las mayores concentraciones entre abril del 2003 hasta junio del 2003 ($> 20 \text{ ug clorofila a}\cdot\text{l}^{-1}$), y entre noviembre del 2003 hasta enero del 2004 ($>10 \text{ ug clorofila a}\cdot\text{l}^{-1}$).

5.1.2 Características del sedimento

Respecto a la caracterización del sedimento, como se puede apreciar en la Tabla 1, en las 3 estaciones ubicadas dentro de Morro Quemado, hubo un mayor porcentaje de la fracción textural arenosa (más del 98%), respecto a los otros componentes, predominando la arena fina (entre 81-87%), entre los tipos de arena del sedimento (Tabla 2).

5.1.3 Composición de la comunidad

Se encontró que la mayor parte de la fauna acompañante de *E. macha* estuvo constituida mayormente por moluscos, crustáceos y poliquetos, y en menor medida otros phylla (Echinodermata, Cnidaria, Hemichordata, Sipunculida, etc) (Tabla 3). El número de taxa (especies) registradas en el muestreo fue de 55. Predominaron crustáceos decápodos como *Cancer plebejus*, *Platyxanthus orbigny*, *Pseudocorystes psicarius* y *Hepatus* spp., equinodermos como *Luidia magallanica* y algunos moluscos gasterópodos como *Oliva peruviana* y *Trophon peruvianus*. Asimismo existió una densidad importante de poliquetos como *Glycera americana*, *Hemipodus* sp. y la familia Capitellidae; también se observó la presencia de parásitos trematodos sobre la superficie externa del animal.

5.2 Estructura Poblacional

5.2.1 Densidad y Biomasa

Los patrones de densidad muestran una variación con tendencia descendente en el período de muestreo, observándose los mayores valores de densidad promedio en enero del 2003 ($147,5 \text{ Ind}\cdot\text{m}^{-2}$), mientras que los menores valores se registraron en noviembre del 2003 ($25,1 \text{ Ind}\cdot\text{m}^{-2}$), tendiendo a una disminución gradual de la población (Fig. 6); mientras los valores máximos y mínimos de biomasa total (en $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) se dieron en los meses de enero y noviembre del 2003, respectivamente (Fig. 7). La densidad y biomasa promedio del período mostraron valores de $78,1 \text{ Ind}\cdot\text{m}^{-2}$ y $2,8 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, respectivamente, durante el periodo. Considerando las densidades a través del transecto formado por las 3 estaciones ubicadas a los 4, 8 y 12 metros de profundidad (Fig. 8), se observa un patrón temporal con la disminución de la densidad en todos los niveles de profundidad durante el período de muestreo; y un patrón espacial, donde se observa que a fines del 2002 había una mayor densidad en la estación ubicada a 4 m, pero a partir de mediados del 2003 disminuyó la densidad de esta estación comparado a la estación ubicada a una mayor profundidad (12 m), todo esto debido a que la presión pesquera inicialmente estaba en zonas de menor profundidad y luego se trasladaron hacia las áreas de mayor profundidad.

Los datos de desembarques de este recurso mostraron valores máximos en junio del 2003 y mínimos en enero del 2003 y se relacionaron a los desembarques totales de invertebrados realizados en la caleta de Laguna Grande, Bahía Independencia (Yamashiro, com. pers., 2004; informes internos del IMARPE) (Fig. 9), en el que se observa que esta especie representa entre el 25 al 45% (50 % en algunos casos) de los totales de invertebrados desembarcados en el área. Además la tendencia de los desembarques de *E. macha* es relacionada con la tendencia de las densidades registradas en el estudio (Fig. 10). Respecto a la grilla con 10 estaciones, no pudo precisar bien los límites de distribución horizontal dentro del área de pesca.

En el caso de los parámetros densidad promedio poblacional y temperatura mensual de fondo de Morro Quemado se muestra una correlación inversa significativa ($r = -0,37$; $p < 0,05$).

5.2.2 Tallas

El rango de tallas en el período de estudio fluctuó entre 90 a 175 mm (número de individuos: 937). La mayor proporción de la población estudiada fue de tallas grandes, entre los rangos de 135 a 145 mm (49,3%) La distribución de tallas acumuladas es de tipo unimodal, siendo la moda 145 mm (Fig. 11), aunque en algunos meses fue posible diferenciar dos modas. Es notoria la ausencia de tallas menores de 90 mm, las mismas que no se localizaron dentro del área de estudio, pero si estuvieron presentes en otros lugares de la Bahía. La longitud máxima observada fue 171 mm, y la longitud mínima, 92 mm; mientras que la longitud promedio fue 140,4 mm. La varianza y desviación estándar de la frecuencia de tallas fue de 132,30 y 11,50, respectivamente (Tabla 4). Se presenta las variaciones mensuales de la estructura de tallas de la especie, durante el período de estudio (Fig. 12).

5.2.3 Relaciones talla-peso

Las relaciones talla-peso para el período 2003 describieron una relación de tipo potencial y fueron determinadas para los pesos total, visceral húmedo, visceral seco, seco libre de cenizas (PSLC), dado por las ecuaciones $y = 2e-06x^{3.3398}$, $y = 2e-07x^{3.7323}$,

$y=3e-10x^{4.6814}$ e $y=7e-12x^{5.4226}$, respectivamente (Fig. 13), mostrando en todos los casos niveles significativos de correlación ($r^2>0,62$). Se observa que el crecimiento del peso total respecto a la talla es ligeramente alométrico, mientras que el crecimiento de los pesos visceral, visceral seco y seco libre de cenizas, respecto a la talla mostró una marcada alometría positiva (mayor a 3). Los resultados son dados en la Tabla 5, y son comparados con estudios realizados de esta especie y otros miembros del género *Ensis*, en distintos lugares del hemisferio. Respecto a los valores estacionales, se muestra en la Fig. 14 que el peso estándar es mayor durante el período invernal (55.28 g), resultando significativamente menor en el resto del año.

Asimismo, se determinó el ciclo de variación del peso estándar individual expresado en g de PSLC (para una talla estándar de 150 mm), mostrando una continuidad durante todo el período de estudio, excepto en los meses de noviembre del 2002 a febrero del 2003 (primavera-verano), donde los individuos tuvieron un peso significativamente menor comparado al de los otros meses (Fig. 15), lo cual es comparable con el ciclo reproductivo hallado en estudios sobre esta especie (Avellanal *et al.*, 2002 y Aracena *et al.*, 2003). En la Tabla 6 se observa los parámetros mensuales de las ecuaciones longitud-peso seco libre de cenizas obtenidos para la especie, durante el período de estudio.

Por otro lado, se compara el peso promedio calculado para una talla estándar de 150 mm (relación talla-peso total), obtenidos de otras investigaciones hechas sobre la familia (Tabla 7), mostrando, en la mayoría de los casos, que la especie tiene un menor peso total comparada al de las otras. Adicionalmente se muestra una correlación significativa directa entre el índice de condición “b” (de la ecuación de regresión longitud-peso seco libre de cenizas) y la temperatura mensual de fondo de la zona de Morro Quemado, durante el año 2003 ($r=0,57$; $p<0,05$) (Fig. 16).

5.3 Dinámica poblacional

5.3.1 Crecimiento

Los parámetros de crecimiento, utilizando las frecuencias de tallas mensuales del período 2003 (Tabla 8), fueron $L = 184,1$ mm, $K=0,48$ y $t_0=-0,39$, con un R_n aceptable

de 0,265 (Fig. 17). El ploteo de Powell-Wetherall calculó una longitud infinita de 174,10 mm y un Z/K de 2,75 ($r=-0,97$). Asimismo se construyó una curva teórica de crecimiento de von Bertalanffy, donde se puede determinar que la mayor parte de la población estudiada, comprendida entre los 135 a 145 mm (Fig. 18), tendría una edad entre 2,5 a 3 años. Los rendimientos del crecimiento, según los métodos de Pauly & Munro (1984) y de Brey (1995), fueron de 4,22 y 0,19 año⁻¹. La edad máxima de la población fue de 5,62 años, mientras que la masa máxima calculada fue de 8,66 g de PSLC, correspondiente a una longitud máxima observada de 171 mm.

Por otro lado, se da una comparación de los parámetros de crecimiento, tales como L , K , t_0 y \ddot{O} , entre diversos estudios realizados con la misma especie y otros miembros del género *Ensis*, en diferentes latitudes del mundo, ya sea por métodos directos o indirectos (Tabla 9). Asimismo, se presenta una tabla comparativa de datos de edad para diferentes tallas para diversas especies de este género (Tabla 10).

5.3.2 Mortalidad

La mortalidad total (Z), para el período 2003, estimada usando la curva de captura, fue de 1,94 año⁻¹ (Fig.19); mientras que el ploteo de Jones y van Zalinge, dio un valor de 4,5 año⁻¹. La mortalidad natural fue calculada en 0,96 año⁻¹ según la ecuación empírica de Pauly, lo que representa un índice del 0,49 (49%) respecto de la mortalidad total (Z).

Respecto al experimento realizado en el verano del 2003, se realizaron conteos significativas de individuos muertos, y se obtuvieron altos porcentajes de mortalidad natural de la muestra total obtenida, alcanzando un 85% (Tabla 11). Los meses donde se realizó el experimento se caracterizaron por altos valores de temperaturas (17,2 °C) y bajos tenores de oxígeno (menores de 1,2 ml·l⁻¹).

La mortalidad por pesca (F) y la tasa de explotación (E) fueron calculados en 0,98 y 0,51 año⁻¹ que representa una población plenamente explotada y actualmente con una mayor explotación, según datos actuales de desembarque (Informes internos del IMARPE, 2004 y 2005) y de la densidad (monitoreo del grupo Depsea, laboratorio de Ecología Marina).

5.3.3 Producción

En cuanto a las estimaciones de producción secundaria, se obtuvieron valores de producción somática individual y poblacional del periodo 2003 (Figs.20 y 21). Los valores de producción somática poblacional muestran para la especie un total de 191,07 g PSLC·m⁻²·año⁻¹. En la Figura 21, se muestra que los mayores aportes de producción somática poblacional están dados por las tallas más abundantes, comprendidas en el intervalo de 135 a 150 mm. Asimismo se calcularon una B (biomasa total por clases) de 275,92 g PSLC por año y una tasa de renovación poblacional P/B de 0,69 año⁻¹. Los valores de producción somática poblacional y de P/B, obtenido para *E. macha* en este estudio, son los más altos comparados a estudios realizados en otros bivalvos del Pacífico Sudeste, tal como es mostrado en la Tabla 12.

Por otro lado, se realizó la conversión de los valores de biomasa y producción somática en términos de valor energético expresado en joules, mediante factores de conversión equivalentes (Brey *et al.*, 1988; Brey y Gage, 1999; Brey, 2001), que consideran 22,79 Joules/mgAFDW (peso seco libre de cenizas) para Bivalvia, los cuales dieron valores de 6288,22 y 4354,49 kJ·año⁻¹, para la biomasa y producción somática poblacional, respectivamente.

6. DISCUSIÓN

La pesquería de la concha navaja *Ensis macha* se constituye actualmente en una actividad artesanal promisoriosa y con alta demanda de exportación dentro de la costa peruana., sostenida por las altas densidades y biomاسas en el área de extracción.

En cuanto a las características del hábitat, se considera que la navaja al vivir en un ambiente más protegido respecto a otros bivalvos, dentro de la bahía, es compensada por su morfología externa y el tipo de sedimento donde es encontrada habitualmente. El hábitat de la especie está caracterizada por un predominio de arena fina (aproximadamente 90%), similar a lo obtenido por Aracena *et al.* (1998) en el Golfo de Arauco (región VIII) y por Jaramillo (1998) en Tubul (región VIII) y Corral (región X), en Chile. En relación a la caracterización biocenótica de la zona, el número de taxa registrada fue de 55, siendo relativamente mayor que las encontradas en Chile, en la Bahía de Coliumo (49) y el Golfo de Arauco (34), pero muestran bastante similaridad en la composición de especies (Aracena *et al.*, 1998). Se presume que dentro de las relaciones tróficas de las especies que viven en la comunidad de *Ensis macha* se presentarían depredadores como crustáceos decápodos como *Cancer plebejus*, *Platyxanthus orbigny*, *Pseudocorystes psicarius* y *Hepatus* spp., algunos moluscos gasterópodos como *Oliva peruviana*, *Trophon peruvianus* y *Sinum cymba*, y equinodermos como *Luidia magallanica*. Asimismo la presencia de poliquetos carnívoros como *Glycera americana*, podría estar relacionada a la depredación de tallas pequeñas; así como la presencia de parásitos, posiblemente trematodos, sobre las valvas y la superficie de algunos órganos del animal (obs. pers.), relacionados probablemente a la castración reproductiva tal como lo hallado por Aracena *et al.* (1998).

Respecto a los valores de densidad y biomasa del recurso, existen densidades importantes aún en el área pese a que la tendencia decreciente a través del tiempo indica una evidente sobreexplotación, que se viene acentuando hasta la actualidad. Los niveles de densidades son superiores a los reportados para Argentina, con densidad promedio en los bancos de 51,6 navajas·m⁻² y biomasa promedio: 1-1,5 kg·m⁻² (Ciocco, datos no publicados) y Chile, con densidad promedio de 0,58 (El Banco) a 0,72 (Coliumo) navajas·m⁻² (Aracena *et al.*, 1998) y densidades máximas de

3,2 navajas·m⁻² en Tubul y de 0,05 navajas·m⁻² en Corral (Jaramillo, 1998), valores referidos principalmente a individuos adultos. Asimismo se reportaron densidades muy bajas (1-2 navajas·m⁻²) en la Bahía de Ancón (Informes internos del IMARPE, 2005). Estas altas densidades podrían estar relacionadas a las condiciones hidrográficas favorables que presenta nuestra zona, ya que se tienen mayores registros de temperatura y de productividad primaria comparadas a las localidades sureñas (Canales y Ponce *et al.*, 1995 y Aracena *et al.*, 1998). Sin embargo, las densidades fueron inferiores a otras navajas como *E. americanus* que registraron valores de hasta 2025 individuos por metro cuadrado (Armonies y Reise, 1999) en la isla de Sylt (Mar del Norte) y hasta 144 individuos por metro cuadrado en el mar de Wadden (Beukema y Dekker, 1995), aunque estas poblaciones estaban representadas por un mayor porcentaje de individuos juveniles.

En cuanto a la estructura poblacional, la composición por tallas de *E. macha*, comparado a estudios realizados en latitudes altas difiere significativamente, encontrándose que para este estudio el rango de tallas (90-175 mm) es menor comparado a resultados obtenidos por Lépez *et al.* (1997), Aracena *et al.* (1998) y Jaramillo (1998), donde en este último las clases de tallas fluctuaron entre 25 a 220 mm, y es similar al obtenido por Canales y Ponce (1995), dentro de la región VIII, Chile. Se observan ejemplares relativamente de menor longitud comparados a los similares chilenos, que pueden deberse posiblemente a una mayor actividad extractiva lo que no les permite alcanzar mayores tallas; ocurriendo lo contrario en Chile, donde la pesquería en la actualidad es regulada por vedas y permiten la recuperación del recurso. También es posible que exista una diferencia latitudinal de las tallas en la especie, donde se afirma que las mayores tallas de una especie están localizadas a latitudes mayores (Urban y Tesch, 1996). La ausencia de tallas menores en el muestreo podría explicarse por la forma del muestreo de los juveniles o por el tipo de dispersión larval. Esta segunda suposición es lo más probable, ya que se observó que un mayor porcentaje de tallas juveniles se concentraron en otras áreas de la bahía, tal como fue encontrado en Carhuas (obs. pers.).

En cuanto a las relaciones longitud-peso total, existen diferencias en el factor de condición (a), siendo menor comparado a la misma especie dentro de la región VIII

en Chile (Aracena *et al.*, 1998; López *et al.*, 1997) o al de *E. siliqua* del sur de Portugal (Gaspar *et al.*, 2001). Esto podría deberse a que en la estructura por tallas falta representar mejor la fracción juvenil o individuos menores de 9 cm, por lo tanto el índice estaría subestimado. Asimismo el índice de condición (b), de la regresión longitud *versus* peso total, es similar a lo hallado por Aracena *et al.* (1998), fluctuando entre 3,31 a 3,35; pero mayor que lo reportado para Corral y Tubul, Chile (Jaramillo, 1998; Chong, 2000) y para el Atlántico argentino (3,03) (Barón *et al.*, 2004); así como difiere de otros estudios hechos en Europa, tales como 2,92 para *E. siliqua* (Fahy *et al.*, 2001), 3,69 para *E. siliqua* (Henderson y Richardson, 1994), 3,28 para *E. arcuatus* (Fahy *et al.*, 2001) y 3,03 para *E. siliqua* (Gaspar *et al.*, 2001). Las tasas de crecimiento del peso total y peso visceral respecto a la longitud total son menores (menor rendimiento en peso), que las halladas para otras especies del género, lo cual estaría relacionado a la estructura de tallas que incluye mayormente individuos adultos, y a la condición reproductiva de desove continuo que presentaría la especie en este periodo, en Bahía Independencia. Asimismo, la alometría positiva calculada indica que cuando *E. macha* incrementa su longitud, aumenta su espesor y los pesos visceral y seco son mayores, así como el pie es más grande y pesado (medición directa posterior). Esta misma característica es observada en la especie en Argentina (Barón *et al.*, 2004) y para *E. siliqua*, ocurriendo lo contrario para *E. ensis* (Henderson y Richardson, 1994), ya que con el aumento de la longitud se reducen los pesos visceral y seco, así como la longitud y el peso del pie del animal.

Respecto a la variación temporal del peso seco libre de cenizas (PSLC), tal como es observado en la Figura 15, los valores promedios más bajos de PSLC se mostraron entre los meses de octubre del 2002 a febrero del 2003 y entre noviembre del 2003 a febrero del 2004 (primavera-verano), mientras en el resto del período se observó mayores pesos individuales; coincidiendo esto con períodos de desove y maduración determinados en estudios reproductivos de *E. macha*, en Chile (Aracena *et al.*, 1998; Avellanal *et al.*, 2002; Barón *et al.*, 2004). Además, Gaspar y Monteiro (1998) hallaron para *E. siliqua* un único período de desove anual entre mayo a julio (verano). Asimismo lo hallado respecto al peso estándar en forma estacional, muestra claramente que durante el invierno el individuo muestra un mayor peso somático,

aunque tiende a tener menos peso en gran parte de año, lo que podría corresponder a un período de desove más largo. Sin embargo, es necesario señalar que existe una variación latitudinal en la duración de los ciclos reproductivos de organismos marinos (Sastry, 1979), pudiendo haber varios eventos de desove al año en poblaciones ubicada en latitudes bajas. A medida que existe un desplazamiento hacia latitudes altas, las condiciones ambientales durante el invierno llevan a que estos patrones del ciclo reproductivo se conviertan en ciclos anuales, con un evento corto de desove en verano (Urban y Campos, 1994).

En cuanto a los parámetros de crecimiento (Tabla 9), se halló un K de 0,48 que fue mayor a lo reportado por Canales y Ponce (1995), Urban (1996), Urban y Tesch (1996) y Aracena *et al.* (1998), para las poblaciones chilenas, y por Barón *et al.* (2004), para las poblaciones argentinas; así como para *E. siliqua* (Gaspar *et al.*, 1994). El experimento de crecimiento realizado dentro de la bahía mostró un K de 0,71 (grupo Depsea, Laboratorio de Ecología Marina, 2004, datos no publicados) que fue mucho mayor a los reportados, en el cual el rango de tallas evaluado estuvo entre 50 a 130 mm representando mejor la estructura poblacional; lo que podría sugerir que el K hallado por el método de frecuencias de tallas fue subestimado (faltando incluir tallas más pequeñas). Asimismo, la longitud infinita calculada y la longitud máxima observada fueron menores comparados a los mismos estudios citados anteriormente. La edad máxima estimada es menor (7,4 años) que lo encontrado por los chilenos en la región VIII y X (Jaramillo, 1998). Además, la tasa de crecimiento calculada para *E. macha* es mayor que otras especies del género *Ensis* que habitan diferentes áreas de Europa. Por tanto, se puede señalar que el crecimiento de esta especie es relativamente rápido, comparado a la misma especie en otras regiones y a otros miembros del género. Se ha observado que las especies de distribución tropical o subtropical presentan un crecimiento más acelerado que sus contrapartes de altas latitudes, por lo cual se esperaría un valor más alto del parámetro K. Se afirma que los organismos marinos tropicales, en su mayoría de vida corta, presentan un crecimiento más acelerado que sus contrapartes de altas latitudes y alcanzan la L en corto tiempo con una tasa de crecimiento elevada (Urban y Tesch, 1996). El valor de \ddot{O} en este estudio, es el más alto de los

reportados (4,22) para otras especies del mismo género en la literatura, lo que significa que hay una correspondencia real entre la longitud infinita y tasa de crecimiento calculadas.

La mortalidad por pesca presenta un similar impacto que la mortalidad natural sobre el recurso, con una tasa de explotación de $0,51 \text{ año}^{-1}$; lo cual evidencia una especie sostenidamente explotada. Esta tasa de mortalidad por pesca es corroborada por el índice de mortalidad y crecimiento (Brey y Gage, 1997) que muestra valores positivos, demostrando que es una especie plenamente explotada. Respecto a esta pesquería, desde inicios del año 2004, se ha observado que las embarcaciones artesanales están implementadas con una motobomba lo que facilita el trabajo de los buzos marisqueros para remover el sustrato y extraer la navaja. Si bien esta manera de extracción aumenta el esfuerzo pesquero y la captura del recurso (un experimento *in situ* demostró que la captura por medio de motobomba aumenta en una proporción de 4 a 1, respecto al método de extracción sin el uso de motobomba), es visible también que se altera el sustrato natural donde habita la especie y disminuye la densidad poblacional.

Respecto al tipo de arte usado en esta pesquería, se sabe que en otros lugares una forma de extraer navajas es por medio de rastras utilizado para la navaja *E. arcuatus* (Robinson y Richardson, 1998), o por medio de un dragado hidráulico para el bivalvo *Chamelea gallina* (Moschino *et al.*, 2003), lo cual no sólo altera el sustrato natural, sino que afecta la densidad y estructura poblacional, al darse una eliminación selectiva de las navajas más grandes y una reducción de su densidad. En cuanto a la mortalidad post-pesca, resultado de un daño por acción de la bomba, podría suceder que esta tasa sea varias veces la tasa de mortalidad natural de la especie, ya que mayormente son devueltos al mar individuos capturados ya sean dañados o juveniles. Muchas de las navajas que son alteradas dentro del sustrato por esta motobomba podrían no ser capaces de volver a enterrarse y serían vulnerables a ataques por depredadores como crustáceos o peces o en todo caso pueden ser dañadas o tener stress y morir posteriormente (Gaspar *et al.*, 1994).

La tasa de mortalidad natural obtenida en este estudio está dentro del rango obtenido para el “huevo” en Chile (rango de 0,436-0,623 con un valor medio de $M=0,53$) por el

estudio de Jaramillo (1998). Sin embargo, se observó un incremento inusual de la mortalidad natural en el lugar, durante el verano del año 2003 (febrero y marzo), lo que se debió probablemente a condiciones oceanográficas de la zona, ya que para estos meses se registraron altas temperaturas y bajos tenores de oxígeno, que junto con una alta actividad extractiva disminuyeron considerablemente la densidad poblacional. Existe sin duda poca tolerancia a situaciones de hipoxia del ambiente por parte de esta especie, dada por las condiciones oceanográficas o debido a que existe una gran abundancia en un espacio reducido (Wolff, 1985), lo que provocaría altas tasas de mortalidad natural dentro de la población, como lo hallado por Schiedek y Siebe (1987) donde observaron la limitada tolerancia de la navaja a la hipoxia en la capa de agua del fondo, restringida a un ambiente costero somero sin una estratificación termohalina.

En cuanto al patrón de reclutamiento, ya que no se presentaron reclutas en la estructura poblacional estudiada, se postula que los parches agregados de un gran número de navajas adultas pueden dificultar el asentamiento, ya que los juveniles no pueden asentarse exitosamente y compiten con los adultos por el alimento y espacio, o los mismos adultos pueden ser grandes depredadores de sus larvas y huevos (Robinson y Richardson, 1998). Sin embargo, se localizó una mayor densidad de juveniles y reclutas en otros lugares de Bahía Independencia como en la localidad de Carhuas, donde el impacto pesquero es bajo y la estructura por tallas es diferente a la de Morro Quemado, caracterizándose por tener individuos más pequeños en su población. Existe una explicación respecto a que la especie podría tener larvas con alta movilidad y capacidad de dispersión, ya que según lo observado la población se halla distribuida a lo largo de un gran área, con una distribución por parches dentro de la misma, aunque limitada por el tipo de sedimento, como ocurre con *E. americanus* en la costa del mar del Norte (Armonies, 2001). Esta gran dispersión larval dentro del área podría deberse a una dispersión primaria debido a la alta hidrodinámica dentro de la bahía, con altas velocidades de las corrientes y fuertes vientos. Por esta razón se podría suponer que las zonas de Carhuas y recientemente La Pampa, podrían ser áreas de reclutamiento de *E. macha*. Al respecto, Armonies (1992) también explica que *E. americanus* es capaz de una dispersión secundaria

por “deriva del biso”, como fue observado en otros bivalvos, realizando migraciones verticales entre el sedimento y la columna de agua, lo que podría ocurrir con nuestra especie, ya que se está dispersando a varias localidades dentro de la bahía y se esté asentando en lugares donde no existe un esfuerzo pesquero intenso. Otra posible explicación, ante la carencia de un grupo de tamaños juveniles, podría ser causada por fallas en el reclutamiento o asentamiento en años anteriores, o por explotación de individuos reproductores. Este mismo fenómeno ha sido descrito para algunos organismos bentónicos (Moreno y Reyes, 1988), pero en este caso esta explicación no tendría mucha importancia ya que se presentan tallas pequeñas de la especie dentro de la bahía.

En cuanto a la producción secundaria, se tomó como referencia el estudio realizado por Urban (1996), donde se observa una menor producción somática poblacional (alrededor de 20 veces menor) comparado a este estudio; esto se podría explicar, no sólo por el rango de tallas grandes obtenidos en el muestreo, sino por la mayor acumulación de tejido somático durante este período, destinado mayormente a una maduración gonádica, y posiblemente a un corto periodo de evacuación de gametos, pues existe evidencia de repoblamiento no tanto en la misma zona de extracción, sino en otras áreas de la bahía (zonas de reclutamiento). Asimismo debe considerarse que la menor producción somática hallada por Urban (1996) para la especie ocurrió durante un evento moderado El Niño 1992. Se presume una alta producción gonádica, comparable a las poblaciones sureñas, dada por la abundancia de juveniles fuera del área de estudio, lo que evidenciaría que la especie ha encontrado condiciones favorables para reproducirse, lo mismo que se corroboraría con estudios histológicos y reproductivos, determinándose períodos de desove y tallas de primera madurez y desove. Para el caso de *E. directus*, Beukema y Bekker (1995) hallaron una producción total de $20,3 \text{ gAFDW}\cdot\text{m}^{-2}$ por un período de tres años, que resulta mucho menor comparado a nuestra especie. Asimismo la producción somática de la navaja resultó significativamente mayor que otras bivalvos que se distribuyen en la región del Pacífico Sudeste. Tomando en cuenta la tasa de renovación poblacional P/B, ésta mostró un valor de 0,69 que fue más de tres veces mayor que lo encontrado en Chile y fue también significativamente mayor que lo

reportado para otros bivalvos comerciales de la región del Pacífico Sudeste, así tenemos a *Gari solida*, *Semele solida* y *Protothaca thaca* (Urban y Campos, 1994), *Venus antiqua* (Clasing *et al.*, 1994), *Venus antiqua* y *Tagelus dombeii* (Urban, 1996) y *Gari solida* (Urban y Tarazona, 1996), demostrando que la navaja de la costa peruana presenta una considerable producción y que la población se renueva relativamente en forma rápida. Este P/B mayor está relacionado a una mayor tasa de mortalidad total, un menor peso promedio individual y un menor tiempo de vida de la especie (Lomovasky *et al.*, 2002).

Poco se sabe de la dinámica de la concha navaja y el verdadero impacto de la pesquería en el Perú, por lo cual el recurso tiene que ser monitoreado y frecuentemente evaluado. Es evidente que falta determinar parámetros biológicos y pesqueros como estimar el tamaño actual de la población y su distribución, así como tener un registro más preciso de las tasas de depleción y de mortalidad por pesca. El manejo sostenible de este tipo de recursos evidencia una problemática, por cuanto no existen medidas para regular la pesquería ante la creciente demanda del mercado; el único ambiente controlado posible es probablemente aquel provisto por una explotación controlada dentro de un área restringida en el marco de un ordenamiento pesquero. El presente estudio aporta conocimiento biológico y pesquero para la regulación de esta pesquería y el desarrollo de un plan de manejo pesquero a largo plazo.

7. CONCLUSIONES

- Los valores de la densidad y biomasa de *Ensis macha*, así como la tasa de crecimiento ($K=0,48$), en Morro Quemado (Bahía Independencia, Pisco, Perú), son mayores en comparación a los reportados para Chile y Argentina, lo cual se debería a las condiciones oceanográficas que crean los procesos de surgencias de la costa peruana, y que favorecen los procesos de crecimiento somático y de renovación poblacional, y a las diferencias por la variación latitudinal de la especie.
- La población de *E. macha* de Morro Quemado muestra un menor rendimiento en peso (menor masa corporal), en comparación a poblaciones chilenas, debido posiblemente a que la especie tendría un proceso de desove más continuo (presenta menores pesos individuales en gran parte del año) y por incluir mayormente tallas adultas dentro de la población (individuos que ya iniciaron el ciclo reproductivo).
- Una tasa de explotación (E) de 0,51 y una mortalidad de pesca de $0,98 \text{ año}^{-1}$, así como una tendencia descendente de las densidades del recurso, reflejaría una especie en plena explotación.
- La tasa de mortalidad natural de la especie aumenta cuando en el ambiente la temperatura de fondo se incrementa a valores mayores de $17,0 \text{ C}$ o se intensifican los procesos de hipoxia (concentraciones menores de $1,2 \text{ ml}\cdot\text{l}^{-1}$), lo que demostraría posibles efectos negativos durante un evento EN.
- El valor de producción somática poblacional fue alrededor de veinte veces mayor que el de las poblaciones chilenas, y se da como consecuencia de una mayor biomasa acumulada, una mayor abundancia y una mayor tasa de crecimiento de la población.
- La tasa de renovación poblacional (P/B) de 0,69 fue tres veces mayor que el encontrado en las poblaciones de la costa chilena, la cual estaría dada por una alta mortalidad total, una baja masa corporal de un individuo adulto y una mayor tasa de crecimiento.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ansell, A. D., P. Barnett, A. Bodoy & H. Massé. 1980. Upper temperature tolerance of some European mollusks II. *Donax vittatus*, *D. semistriatus* and *D. trunculus*. Mar. Biol. **58**: 41-46.
- Aracena, O., M. Carmona & L. Medina. 1998. La navaja en la VIII región. Documento N°1, Proyecto FONDEF d96/1095. Universidad de Concepción, Instituto de Fomento Pesquero, 14 pp.
- Aracena, O., I. Léppez, J. Sánchez, A. Carmona, I. Medina & A. Saavedra. 2003. On two new macroscopic indexes to evaluate the reproductive cycle of *Ensis macha* (Molina, 1782). Journal of Shellfish Research, **2**(3): 675-680.
- Armonies, W. 1992. Migratory rhythmicity of drifting juvenile molluscs in tidal waters of the Wadden Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. **83**: 197-206.
- Armonies, W. & K. Reise. 1999. On the population development of the introduced razor clam *Ensis americanus* near the Island of Sylt (North Sea). Helgolander Meeresuntersuchungen, **52**: 291-300.
- Armonies, W. 2001. What an introduced species can tell us about the spatial extension of benthic populations. Mar. Eco. Prog. Ser. **209**: 289-294.
- Arntz, W. 1986. The two faces of El Niño 1982-1983. Meeresforsch, **31**: 1-46.
- Arntz, W. & J. Tarazona. 1990. Effects of El Niño 1982-1983 on benthos, fish and fisheries off the South American Pacific Coast. Pp. 323-360. In: P.W. Glynn (ed). Global Ecological consequences of the 1982-83 El Niño-Southern Oscillation. Elsevier Oceanography Series 52. Amsterdam.
- Arntz, W & E. Fahrbach. 1996. El Niño: Experimento Climático de la Naturaleza. Fondo de Cultura Económica (Traducido al español). México. 312 pp.
- Avellanal, M., E. Jaramillo, E. Clasing, P. Quijón & H. Contreras. 2002. Reproductive cycles of the bivalves *Ensis macha* (Molina, 1782) (Solenidae), *Tagelus tombeii* (Lamarck, 1818) (Solecurtidae), and *Mulinia edulis* (King, 1831) (Mactridae) in southern Chile. The veliger **45**(1): 33-44.
- Barón, P., L. Real, N. Ciocco & M. Ré. 2004. Morphometry, growth and reproduction of an Atlantic population of the razor clam *Ensis macha* (Molina, 1782). Scientia Marina, **68**(2): 211-217.

- Beukema, J. & R. Dekker. 1995. Dynamics and growth of a recent invader into European coastal waters: the American razor clam, *Ensis directus*. J. Mar. Biol. Ass. U. K. **75**: 351-362.
- Brey, T., H. Rumohr & S. Ankar. 1988. Energy content of macrobenthic invertebrates: general conversion factors from weight to energy. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **117**: 271-278.
- Brey, T. & J. Gage. 1997. Interactions of growth and mortality in benthic invertebrates populations: empirical evidence for a mortality-growth continuum. Arch. Fish. Mar. Res. **45**: 45-49.
- Brey, T. 1999. Growth Performance and Mortality in Aquatic Macrobenthic Invertebrates. Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Germany. Advances in Marine Biology, **35**: 153–223
- Brey, T. 2001. Population dynamics in benthic invertebrates. A virtual handbook, <http://awi-bremerhaven.de/Benthic/Ecosystem/FoodWeb/Handbook/main.html>. Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Germany.
- Buchanan, J. B. 1971. Measurements of physical and chemical environment, pp. 30-52. In: N. Holme & A. McIntyre (eds.). Methods for the study of marina benthos. Blackwell, Londres.
- Canales, C. & F. Ponce. 1995. Evaluación del estado de explotación del recurso huepo (*Ensis macha*) en la VIII región. Informe Técnico. Subsecretaría de Pesca. Valparaíso. 8 pp.
- Chong, J. 2000. Estudio de edad y crecimiento de los recursos huepo y navajuela en la VIII región. Proyecto FIP-IT/2000-20. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Chile. <http://www.fip.cl/pdf/informes/inffinal%202000-20.pdf>
- Ciocco, N. , N. De Garin , M. Diaz, R. Vera, R. Mazzanti, M. Monsalve, G. Herrera, S. Sollazo, A. Serdá, D. Diaz, C. Signorelli, J. Lopez, J. Ascorti, R. Diaz, M. Bazterrica, G. Escati & L. Real. 2001. Relevamiento de bancos de moluscos bivalvos de interés marisquero en el golfo San José. Resultados de la campaña Sanjo/01. Informe Final Acta Complementaria Convenio Provincia del Chubut-CENPAT-CONICET. Inf. 11del LAPEMAR, Laboratorio de Peces y Mariscos de Interés Comercial (CENPAT). 69 pp.

- Clasing, E., T. Brey, R. Stead, J. Navarro & G. Ascencios. 1994. Population dynamics of *Venus antiqua* (Bivalvia: Veneracea) in the Bahía de Yaldad, Isla de Chiloé, southern Chile. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.* **177**: 171-186.
- Crisp, D. 1984. Energy flow measurements. Pp. 284-372. In: N. Holme & A. McIntyre (eds.). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell, Londres,
- Fahy, E., M. Norman, R. Browne, V. Roantree, N. Pfeiffer, D. Stokes, J. Carroll & O. Hannaffy. 2001. Distribution, population structure, growth and reproduction of the razor clam *Ensis arcuatus* (Jeffreys) (Solenaceae) in coastal waters of western Ireland. *Irish Fisheries Investigations* **10**: 1-23.
- Fauchald, K. 1977. *The Polychaete worms: Definitions and keys to the Orders, Families and Genera*. Natural History Museum of Los Angeles County. Science Series 28, 188 pp.
- Gallardo, C. 1978. Moluscos. Capítulo C: 18-57. En: Lorenzen, S., C. Gallardo, C. Jara, E. Clasing, G. Pequeño & C. Moreno (editores). *Mariscos y Peces de importancia comercial en el sur de Chile*.
- Gaspar, M., C. A. Richardson & C. C. Monteiro. 1994. The effects dredging on shell formation in the razor clam *Ensis siliqua* from Barrinha, southern Portugal. *J. Mar. Bio. Ass. U. K.* **74**: 927-938.
- Gaspar, M. & C. C. Monteiro. 1998. Reproductive cycles of the razor clam *Ensis siliqua* and the clam *Venus striatula* off Vilamoura, southern Portugal. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **78**: 1247-1258.
- Gaspar, M., M. Santos & P. Vasconcelos. 2001. Weight-length relationships of 25 bivalves species (Mollusca: Bivalvia) from the Algarve coast (southern Portugal). *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **81**: 805-807.
- Gayanilo, F. C., P. Sparre & D. Pauly. 1995. *The FAO-ICLAM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide*. FAO Computerized Information. Series Fisheries 6. Rome. 126 pp.
- Guerra, A. 2002. O cultivo de solénidos comerciais: navalla (*Ensis ensis*) e longueirón (*Ensis siliqua*) en tres áreas de Galicia (NO de España). Proyecto CIMA, Plan nacional de cultivos marinos. España.

- Guzmán, N., S. Saá & L. Ortlieb. 1998. Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (Gastropoda y Pelecypoda) de la zona de Antofagasta, 23°S (Chile). *Estud. Oceanol.* **17**: 17-86.
- Henderson, S. & C. Richardson. 1994. A comparison of the age, growth rate and burrowing behavior of the razor clams, *Ensis siliqua* and *E. ensis*. *J. Mar. Bio. Ass. U. K.* **74**: 939-954.
- Jansson, B. O. 1967. Diurnal and annual variation of temperature and salinity of interstitial water in sandy beaches. *Ophelia* **4**: 173-201.
- Jaramillo, E. 1998. Estudio biológico pesquero de los recursos almeja, navajuela y huepo en la VIII y X regiones. Proyecto FIP-IT/96-46. Universidad de Chile. <http://www.fip.cl/pdf/informes/IT%2096-46.pdf>
- Johnson, R. G. (1965). Temperature variation in the infaunal environment of sand flat. *Limnol. Oceanogr.* **10**: 114-120.
- Lasta, M., N. Ciocco, C. Bremec & A. Roux. 1998. Moluscos bivalvos y gasterópodos. Capítulo 2: 115-142. En: Boschi (Ed.). "El Mar Argentino y sus recursos Pesqueros". INIDEP, Mar del Plata, Argentina.
- Lépez, I., O. Aracena, A. Carmona, A. Espinoza, L. Fuentes, J. Sánchez & A. Cerda. 1997. Caracterización bioeconómica de las pesquerías de huepo (*Ensis macha*) y navajuela (*Tagelus dombeii*) en la VIII región. Informe Final Proyecto FIP 95-25A. Convenio U. de Concepción-FEREPa Bio Bio. 87 pp.
- Lomovasky, B., T. Brey, E. Morriconi & J. Calvo. 2002. Growth and production of the venerid bivalve *Eurhomalea exalbida* in the beagle Channel, Tierra del Fuego. *Journal of Sea Research* **48**: 209-216.
- Moreno, C. A. & A. Reyes. 1988. Densidad de *Concholepas concholepas* (Gastropoda, Muricidae) en la reserva marina de Mehuín. Evidencias de falla en el reclutamiento. *Biología Pesquera* **17**: 31-38.
- Moschino, V., M. Deppieri & M. G. Marin. 2003. Evaluation of shell damage to the clam *Chamelea gallina* captured by hydraulic dredging in the Northern Adriatic Sea. *Journal of Marine Science*, **60**: 393-401.
- Osorio, C., J. Atria & S. Mann. 1979. Moluscos marinos de importancia económica en Chile. *Biología Pesquera* **11**: 3-47.

- Paredes, C., J. Tarazona, E. Canahuire, L. Romero & O. Cornejo. 1988. Invertebrados macrobénticos del área de Pisco, Perú. Pp 121-132. En: Salzwedel, H. & A. Landa (eds.). Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano, Boletín Inst. Mar Perú-Callao, Vol. Extraordinario,
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. CIEM, **39**(2): 175-192.
- Pauly, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Fao, Doc. Tec. Pesca 234. 49 pp.
- Pauly, D. & N. David. 1981. ELEFAN I, a basic program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. Meeresforschung **28**(4): 205-211.
- Pauly, D. & J. L. Munro. 1984. Once more on growth comparison in fish and invertebrates. Fishbyte **2**: 21.
- Robinson, R. F. & C. A. Richardson. 1998. The direct and indirect effects of suction dredging on a razor clam (*Ensis arcuatus*) population. Journal of Marine Science, **55**: 970-977.
- Sastry, A. N. 1979. Pelecypoda (Excluding Ostreidae). Pp. 113-192. In: Giese, A. C. & J. Pearse (eds.). Reproduction in marine invertebrates. Vol. **5**. Academic press, New York.
- Schiedek, D. & E. Zebe. 1987. Functional and environmental anaerobiosis, in the razor clam *Ensis directus* (Mollusca: Bivalvia). Mar. Biol. **94**: 31-37.
- Sea-Bird Electronics, Inc. 2000. Operating manual: SEACAT SBE 19 Conductivity, Temperature, Depth Recorder. Serial Number 1919451-2693. Washington, USA.
- Tarazona, J. & W. Arntz. 2001. The Peruvian Coastal Upwelling System. Pp 229-244. En: Seeliger, U. & B. Kjerfve (eds.). Coastal Marine Ecosystems of Latin America. Ecological Studies 4. Springer-Verlag. Berlín.
- Urban H-J. 1991. Preliminary estimates of growth parameters for the commercial bivalves species of Peru (*Gari solida*, *Aulacomya ater* and *Semele solida*). Fishbyte **9**: 4-6.

- Urban H-J. 1994. Upper temperature tolerance of ten bivalve species of Peru and Chile related to El Niño. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **107** (1): 139-145.
- Urban, H.J. & B. Campos. 1994. Population Dynamics of the bivalves *Gari solida*, *Semele solda* and *Protothaca thaca* population from a small bay in Chile at 36 S. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **115**: 93-102.
- Urban, H-J. & J. Tarazona. 1996. Effects of El Niño/Southern Oscillation on the population dynamics of a *Gari solida* population (Bivalvia: Psammobiidae) from Bahía Independencia, Perú. *Marine Biology* **125**: 725-734.
- Urban, H-J. 1996. Population dynamics of the bivalves *Venus antiqua*, *Tagelus dombeij*, and *Ensis macha* from Chile at 36°S. *J. Shellfish Research*, **15**: 719-727.
- Urban, H-J. & C. Tesch. 1996. Aspects of the population dynamics of six bivalve species from Southern Chile. Results of the Victor Hensen Cruise to the Magellan Strait and the Beagle Channel in October/November 1994. *Arch. Fish. Mar. Res.* **44**: 243-256.
- Vasiléva, V. 1978. Heat resistance of cells of upper sublitoral bivalve mollusks of sandy infauna in Peter the Great Bay (Sea of Japan). *Sov. J. Mar. Biol.* **4**(1): 523-526.
- Wolff, M. 1985. Population dynamics of the Peruvian scallop *Argopecten purpuratus* during the El Niño phenomena of 1983. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* **44**: 1684-1691.
- Zapata, E. & M. Espino. 1991. Estado actual de la pesquería Artesanal en el Perú-1990. *Memorias del Seminario Regional sobre Evaluación de Recursos y Pesquerías Artesanales. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Rev. Pacífico Sur* **10**: 68-76.

9. TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Composición del sedimento arenoso en un transecto evaluado dentro del área Morro Quemado, Bahía Independencia, según la clasificación de partícula de Wentworth.

Estación	Prof. (m)	Latitud	Longitud	Grava(%)	Arena(%)	Limo(%)	Arcilla(%)
M4	4	14 19'31.5"	76 08'9.7"	0,00	98,31	0,51	1,18
M8	8	14 19'28.4"	76 08'9.7"	0,00	98,16	0,98	0,86
M12	12	14 18'09.2"	76 08'12.2"	0,10	97,44	1,34	1,12

Tabla 2. Tipo de arena según tamaño de partícula (mm) expresada en porcentaje (%), en el transecto dentro del área Morro Quemado, Bahía Independencia. La clasificación es: 1, arena muy

Estación	1 mm	0.5 mm	0.25 mm	0.125 mm	0.125->0.063 mm
M4	0,03	0,18	3,48	87,91	8,40
M8	0,00	0,04	5,25	81,84	12,86
M12	0,03	0,05	3,15	87,68	9,09

gruesa; 0.5, arena gruesa; 0.25, arena media; 0.125, arena fina y 0.125>0.063, arena muy fina.

Tabla 3. Fauna acompañante de *Ensis macha*, en el área Morro Quemado, Bahía Independencia.

Nº Especie	Especie	Phyllum
1	<i>Actinaria</i> Indet. 1	Cnidaria
2	<i>Actinaria</i> Indet. 2	Cnidaria
3	<i>Blepharipoda occidentalis</i>	Crustacea
4	<i>Cancellaria buccinoides</i>	Mollusca
5	<i>Cancer plebejus</i>	Crustacea
6	<i>Cancer setosus</i>	Crustacea
7	Capitellidae	Annelida
8	<i>Caprella</i> sp.	Crustacea
9	<i>Carditella tegulata</i>	Mollusca
10	<i>Crucibulum quiriquinae</i>	Mollusca
12	Cumacea	Crustacea
13	<i>Emerita analoga</i>	Crustacea
16	Gammaridea	Crustacea
17	<i>Glycera americana</i>	Annelida
18	Hemichordata	Chordata
19	<i>Hemipodus</i> sp.	Annelida
20	<i>Hepatus chilensis</i>	Crustacea
21	<i>Hepatus kossmanni</i>	Crustacea
22	<i>Liopetrolisthes mitra</i>	Crustacea
23	<i>Luidia magallanica</i>	Echinodermata
24	<i>Lumbrineris</i> sp.	Annelida
25	<i>Lyonsia delicata</i>	Mollusca
26	<i>Malacoceros</i> sp.	Annelida
27	<i>Membranipora</i> sp.	Briozoario
28	<i>Mitrella buccinoides</i>	Mollusca
29	<i>Mitrella unifasciata</i>	Mollusca
30	Molpadidae	Echinodermata
31	<i>Mysella molinae</i>	Mollusca
32	<i>Nassarius dentifer</i>	Mollusca
33	<i>Nassarius gayi</i>	Mollusca
34	<i>Nereis callaoensis</i>	Annelida
35	<i>Nodilittorina araucana</i>	Mollusca
36	<i>Oliva peruviana</i>	Mollusca
37	<i>Ophiactis kroyerii</i>	Echinodermata
38	Paguroidea	Crustacea
39	<i>Panopeus</i> sp.	Crustacea
40	<i>Phyllactis concinnata</i>	Cnidaria
41	<i>Pilumnoides perlatus</i>	Crustacea
42	<i>Pinnixa valdiviensis</i>	Crustacea
43	<i>Pitar catharius</i>	Mollusca
44	<i>Platyxanthus orbigny</i>	Crustacea
45	<i>Pleuroncodes monodon</i>	Crustacea
46	<i>Prionospio peruana</i>	Annelida
47	<i>Pseudocorystes psicarius</i>	Crustacea
48	<i>Rhynchocynetes typus</i>	Crustacea
49	<i>Semimytilus algosus</i>	Mollusca
50	<i>Sinum cymba</i>	Mollusca
51	<i>Sipunculus</i> sp.	Sipunculida
52	<i>Stichaster striatus</i>	Echinodermata
53	<i>Taliepus marginatus</i>	Crustacea
54	<i>Tricolia</i> sp.	Mollusca
55	<i>Trophon peruvianus</i>	Mollusca

Tabla 4 Promedio, varianza y distribución de frecuencias de tallas acumuladas de la navaja *Ensis macha*, en el área Morro Quemado, Bahía Independencia, desde septiembre del 2002 hasta abril del 2004.

Intervalo	mL_i	Frecuencia	F. mL_i	$mL_i - L_{prom}$	$(mL_i - L_{prom})^2$	$F \cdot (mL_i - L_{prom})^2$
90-95	92,5	2	185,0	-47,9	2297,24	4594,49
95-100	97,5	1	97,5	-42,9	1842,95	1842,95
100-105	102,5	1	102,5	-37,9	1438,65	1438,65
105-110	107,5	2	215,0	-32,9	1084,36	2168,71
110-115	112,5	11	1237,5	-27,9	780,06	8580,67
115-120	117,5	28	3290,0	-22,9	525,76	14721,42
120-125	122,5	45	5512,5	-17,9	321,47	14466,11
125-130	127,5	68	8670,0	-12,9	167,17	11367,80
130-135	132,5	124	16430,0	-7,9	62,88	7796,87
135-140	137,5	151	20762,5	-2,9	8,58	1295,93
140-145	142,5	162	23085,0	2,1	4,29	694,45
145-150	147,5	149	21977,5	7,1	49,99	7448,67
150-155	152,5	114	17385,0	12,1	145,70	16609,28
155-160	157,5	47	7402,5	17,1	291,40	13695,79
160-165	162,5	27	4387,5	22,1	487,10	13151,81
165-170	167,5	4	670,0	27,1	732,81	2931,23
170-175	172,5	1	172,5	32,1	1028,51	1028,51
Suma		937	131582,5			123833,35
Promedio		140,4				
Moda		145,0				
Varianza		132,3				
SD		11,5				

Tabla 5. Parámetros de las ecuaciones de regresión de la longitud *versus* peso, para *Ensis macha*, obtenidos en el período 2003 y comparados con valores hallados para estudios de la misma especie y otras especies del mismo género.

Especie	a	b	r ²	N	Tipo de datos	Localidad	Referencia
<i>Ensis macha</i>	3,00E-06	3,31	0,74	550	long-p. total	B. Independencia	Este estudio
<i>Ensis macha</i>	1,00E-07	3,87	0,73	470	long-p. visceral	B. Independencia	Este estudio
<i>Ensis macha</i>	2,00E-10	4,77	0,66	469	long-p. seco	B. Independencia	Este estudio
<i>Ensis macha</i>	2,90E-07	2,93	0,74	718	long-p. total	Región VIII-Chile	Canales y Ponce (1995)
<i>Ensis macha</i>	8,84E-03	3,22	0,99	243	long-p. total	Región VIII-Chile	Lépez <i>et al.</i> (1997)
<i>Ensis macha</i>	5,32E-03	3,35	0,98	221	long-p. total	Región VIII-Chile	Aracena <i>et al.</i> (1998)
<i>Ensis macha</i>	1,00E-05	3,12	0,98	662	long-p. total	Tubul-Chile	Jaramillo (1998)
<i>Ensis macha</i>	1,00E-05	3,10	0,98	226	long-p. total	Corral-Chile	Jaramillo (1998)
<i>Ensis macha</i>	1,04E-05	3,03	0,86	270	long-p. total	Golfo San Matías	Barón <i>et al.</i> (2004)
<i>Ensis macha</i>	3,79E-05	2,66	0,68	270	long-p. visceral	Golfo San Matías	Barón <i>et al.</i> (2004)
<i>Ensis arcuatus</i>	2,59E-06	3,29	0,99	1892	long-p. total	Oeste de Irlanda	Fahy <i>et al.</i> (2001)
<i>Ensis siliqua</i>	1,00E-05	3,03	0,99	225	long-p. total	Sur Portugal	Gaspar <i>et al.</i> (2001)

Tabla 6. Parámetros mensuales de la ecuación de regresión longitud *versus* peso seco libre de cenizas (PSLC), dados para hallar el ciclo de variación del PSLC de *Ensis macha*, en el área Morro Quemado, desde septiembre del 2002 hasta abril del 2004. El peso estándar es dado para un individuo estándar de 150 mm. Peso estándar (P. est.), peso promedio (P. prom.).

Período	a	b	r ²	N	P. est. (g)	P. prom. (g)
sep-02	2,00E-12	5,69	0,58	57	4,80	1,99
oct-02	1,00E-09	4,35	0,36	38	2,95	3,63
nov-02	1,00E-11	5,25	0,34	45	2,60	1,49
ene-03	1,00E-15	7,01	0,42	40	1,81	1,49
feb-03	1,00E-11	5,22	0,71	37	2,34	2,23
mar-03	3,00E-17	7,81	0,63	39	2,92	2,16
abr-03	3,00E-06	2,83	0,36	40	4,42	2,96
may-03	4,00E-08	3,65	0,90	40	3,45	2,82
jun-03	6,00E-04	1,75	0,41	40	3,86	3,09
jul-03	4,00E-04	1,85	0,70	39	4,16	4,17
ago-03	0,0016	1,57	0,35	40	4,19	4,03
sep-03	6,00E-12	5,45	0,58	40	4,44	2,55
oct-03	8,00E-09	4,08	0,35	38	5,99	6,47
nov-03	8,00E-06	2,56	0,33	33	3,00	2,74
ene-04	3,00E-10	4,65	0,68	40	3,86	2,68
feb-04	1,00E-07	3,48	0,40	36	3,73	3,26
mar-04	4,00E-07	3,26	0,64	40	4,92	4,88
abr-04	2,00E-05	2,51	0,38	34	5,78	3,98

Tabla 7. Peso total estándar (individuo de 150 mm) para la navaja *Ensis macha* y comparado con valores hallados en estudios de la misma especie y otras especies del mismo género.

Especie	a	b	r ²	Peso total (g)	Localidad	Referencia
<i>Ensis macha</i>	3,00E-06	3,31	0,74	48,71	B. Independencia	Este estudio
<i>Ensis macha</i>	2,90E-07	2,93	0,74	68,92	Región VIII-Chile	Canales y Ponce (1995)
<i>Ensis macha</i>	8,84E-03	3,22	0,99	54,13	Región VIII-Chile	Lépez <i>et al.</i> (1996)
<i>Ensis macha</i>	5,32E-03	3,35	0,98	46,33	Región VIII-Chile	Aracena <i>et al.</i> (1998)
<i>Ensis macha</i>	1,00E-05	3,12	0,98	61,58	Tubul-Chile	Jaramillo (1998)
<i>Ensis macha</i>	1,00E-05	3,10	0,98	55,70	Corral-Chile	Jaramillo (1998)
<i>Ensis macha</i>	1,04E-05	3,03	0,86	40,94	Golfo San Matías	Barón <i>et al.</i> (2004)
<i>Ensis siliqua</i>	1,00E-05	3,03	0,99	39,22	Sur Portugal	Gaspar <i>et al.</i> (2001)
<i>Ensis arcuatus</i>	2,59E-06	3,29	0,99	36,63	Oeste de Irlanda	Fahy <i>et al.</i> (2001)

Tabla 8. Datos mensuales de frecuencias de tallas de la especie *Ensis macha*, obtenidos del período 2003 (enero 2003-enero 2004), usados para hallar los parámetros de crecimiento.

Intervalo	ene-03	feb-03	mar-03	abr-03	may-03	jun-03	jul-03	ago-03	sep-03	oct-03	nov-03	ene-04
90-95	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
95-100	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
100-105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
105-110	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
110-115	1	4	1	1	1	0	0	6	0	0	0	0
115-120	5	9	5	1	7	0	0	8	0	0	0	0
120-125	5	4	6	2	9	3	0	3	0	0	0	2
125-130	6	8	3	6	3	12	1	4	1	0	2	14
130-135	5	2	4	11	1	9	0	9	1	0	3	17
135-140	4	1	5	8	1	15	1	15	2	0	13	24
140-145	8	1	6	4	5	1	8	8	8	4	14	14
145-150	6	1	5	5	4	0	14	2	13	11	4	4
150-155	0	2	3	2	6	0	11	0	9	14	0	4
155-160	0	3	0	0	2	0	3	0	3	8	0	0
160-165	0	4	2	0	1	0	0	0	3	3	0	0
165-170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170-175	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	40	40	40	40	40	40	39	58	40	40	36	79

Tabla 9. Parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy calculados para *Ensis macha*, durante el período 2003 y comparado con valores hallados por diferentes métodos, en estudios de la misma especie y otras especies del mismo género. Métodos: frecuencia de tallas (Frec. Tal.), componentes modales (Comp. Mod.) y anillos de crecimiento (A. Crec.).

Especie	L (mm)	K	t_0	\ddot{O}	Localidad	Método	Referencia
<i>Ensis macha</i>	184,10	0,48	-0,39	4,21	Bahía Independencia	Frec. Tal.	Este estudio
<i>Ensis macha</i>	196,73	0,30	s. d.	4,07	Región VIII-Chile	Comp. Mod.	Canales y Ponce (1995)
<i>Ensis macha</i>	189,90	0,21	-0,58	3,88	Región VIII-Chile	Comp. Mod.	Urban (1996)
<i>Ensis macha</i>	216,51	0,25	-0,28	4,07	Región VIII-Chile	Comp. Mod.	Aracena <i>et al.</i> (1998)
<i>Ensis macha</i>	154,00	0,25	-0,08	3,77	Golfo de San Matías	A. Crec.	Barón <i>et al.</i> (2004)
<i>Ensis macha</i>	153,70	0,20	-0,72	3,67	Golfo de San Matías	A. Crec.	Barón <i>et al.</i> (2004)
<i>Ensis arcuatus</i>	139,80	0,37	s. d.	3,86	Bahía Orphir	A. Crec.	Robinson y Richardson (1998)
<i>Ensis arcuatus</i>	166,60	0,26	s. d.	3,85	Bahía de Irlanda	A. Crec.	Robinson y Richardson (1998)
<i>Ensis ensis</i>	131,60	0,57	s. d.	3,99	Gales del Norte	A. Crec.	Henderson y Richardson (1994)
<i>Ensis siliqua</i>	154,70	0,54	s. d.	4,11	Gales del Norte	A. Crec.	Henderson y Richardson (1994)
<i>Ensis siliqua</i>	139,60	0,65	s. d.	4,10	Barrinha Portugal	A. Crec.	Gaspar <i>et al.</i> (1994)

Tabla 10. Datos de talla para diferentes edades calculados para *Ensis macha* y comparado con valores hallados en estudios de la misma especie y otras especies del mismo género.

Especie	Talla (mm)			Localidad	Referencia
	1 año	2 años	3 años		
<i>Ensis macha</i>	89,5	125,6	147,9	Bahía Independencia	Este estudio
<i>Ensis macha</i>	59,7	94,6	121,7	Región VIII-Chile	Aracena <i>et al.</i> (1998)
<i>Ensis macha</i>	36,6	62,7	83,0	Golfo de San Matías	Barón <i>et al.</i> (2004)
<i>Ensis americanus</i>	64	126	144	Wadden Sea	Beukema y Dekker (1995)
<i>Ensis americanus</i>	43	97	127	Sylt List (Mar del Norte)	Armonies y Rise (1999)
<i>Ensis americanus</i>	34	82-92	s. d.	Sylt Watt (Mar del Norte)	Armonies y Rise (1999)
<i>Ensis arcuatus</i>	28,2	55,3	s. d.	Irlanda del Norte	Fahy <i>et al.</i> (2001)
<i>Ensis ensis</i>	65	90	s. d.	Galicia	Guerra (2001)
<i>Ensis ensis</i>	60	50	s. d.	Gales	Henderson y Richardson (1994)
<i>Ensis siliqua</i>	60	100	s. d.	Gales	Henderson y Richardson (1994)
<i>Ensis siliqua</i>	56	72	s. d.	Portugal	Gaspar <i>et al.</i> (1994)

Tabla 11. Estimaciones de mortalidad natural (%) de la navaja *Ensis macha*, en el área Morro Quemado, Bahía Independencia, durante el verano del 2003 (febrero-marzo).

febrero-03					
Nº Estación	Vivos (Nº Ind.)	Muertos (Nº Ind.)	Total (Nº Ind.)	Mortalidad (%)	Long. Prom. Vivos (mm)
1	8	44	52	84,62	123,8
2	9	26	35	74,29	111,7
3	4	9	13	69,23	142,6

marzo-03					
Nº Estación	Vivos (Nº Ind.)	Muertos (Nº Ind.)	Total (Nº Ind.)	Mortalidad (%)	Long. Prom. Vivos (mm)
1	39	0	39	0,00	123,4
2	64	7	71	9,86	146,5
3	23	18	41	43,90	139,3

Tabla 12. Parámetros de la producción secundaria de la navaja *Ensis macha*, durante el período 2003, en el área Morro Quemado, Bahía Independencia y la comparación con valores calculados para otros bivalvos del Pacífico Sudeste.

Especie	B (gAFDW·m ⁻²)	Psom (gAFDW·m ⁻² ·y ⁻¹)	P/B (año ⁻¹)	Período	Localidad	Referencia
<i>Gari solida</i>	2,69	27,60	0,33	1991-92	Chile	Urban y Campos (1994)
<i>Gari solida</i>	189,30	107,90	0,57	1990	Perú	Urban y Tarazona (1996)
<i>Gari solida</i>	71,60	21,30	0,30	1992	Perú	Urban y Tarazona (1996)
<i>Gari solida</i>	23,50	14,00	0,60	1993	Perú	Urban y Tarazona (1996)
<i>Gari solida</i>	14,40	8,60	0,60	1994	Perú	Urban y Tarazona (1996)
<i>Protothaca thaca</i>	2,30	16,90	0,27	1991-92	Chile	Urban y Campos (1994)
<i>Semele solida</i>	1,91	4,80	0,19	1991-93	Chile	Urban y Campos (1994)
<i>Tagelus dombeii</i>	26,70	7,80	0,29	1991-94	Chile	Urban (1996)
<i>Venus antiqua</i>	69,56	40,69	0,59	1994	Chile	Clasing <i>et al.</i> (1994)
<i>Venus atiqua</i>	122,00	22,00	0,18	1991-92	Chile	Urban (1996)
<i>Ensis macha</i>	43,60	9,70	0,22	1991-92	Chile	Urban (1996)
<i>Ensis macha</i>	275,92	191,07	0,69	2003	Perú	Este estudio

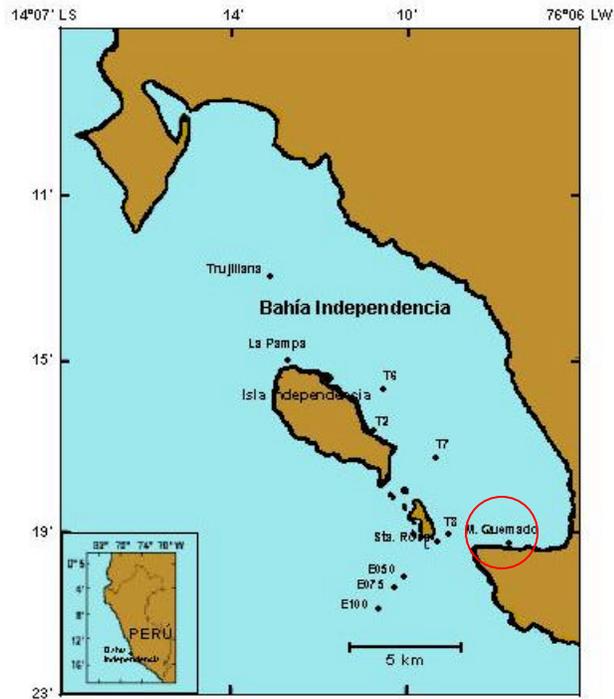


Figura 1 Área de estudio de la concha navaja *Ensis macha*, ubicada en la zona de Morro Quemado, Bahía Independencia, Pisco, Perú.



Figura 2. Embarcación marisquera artesanal dedicada a la extracción de la concha navaja *E. macha*, provista de una compresora y una motobomba manual.

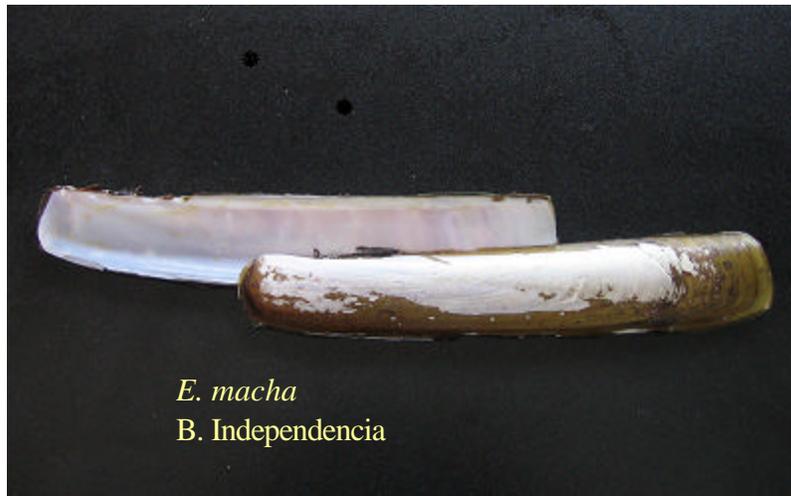


Figura 3. *Ensis macha* (“concha navaja” o “chaveta”). Muestreo biológico y biometría.

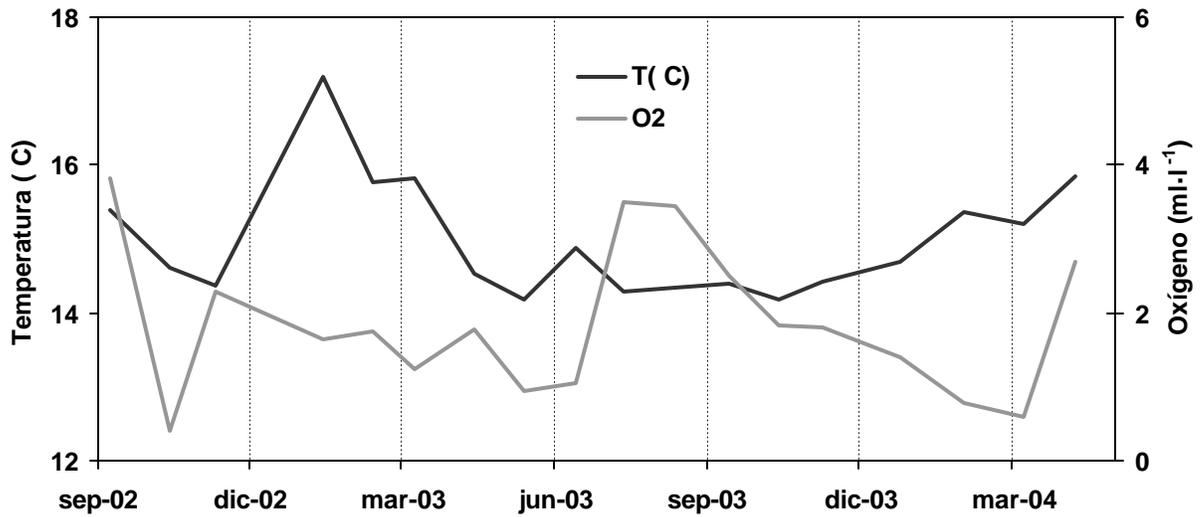


Figura 4 Temperatura (°C) de fondo y oxígeno (ml⁻¹) de fondo en el área Morro Quemado, Bahía Independencia, desde septiembre del 2002 hasta abril del 2004 (datos mensuales).

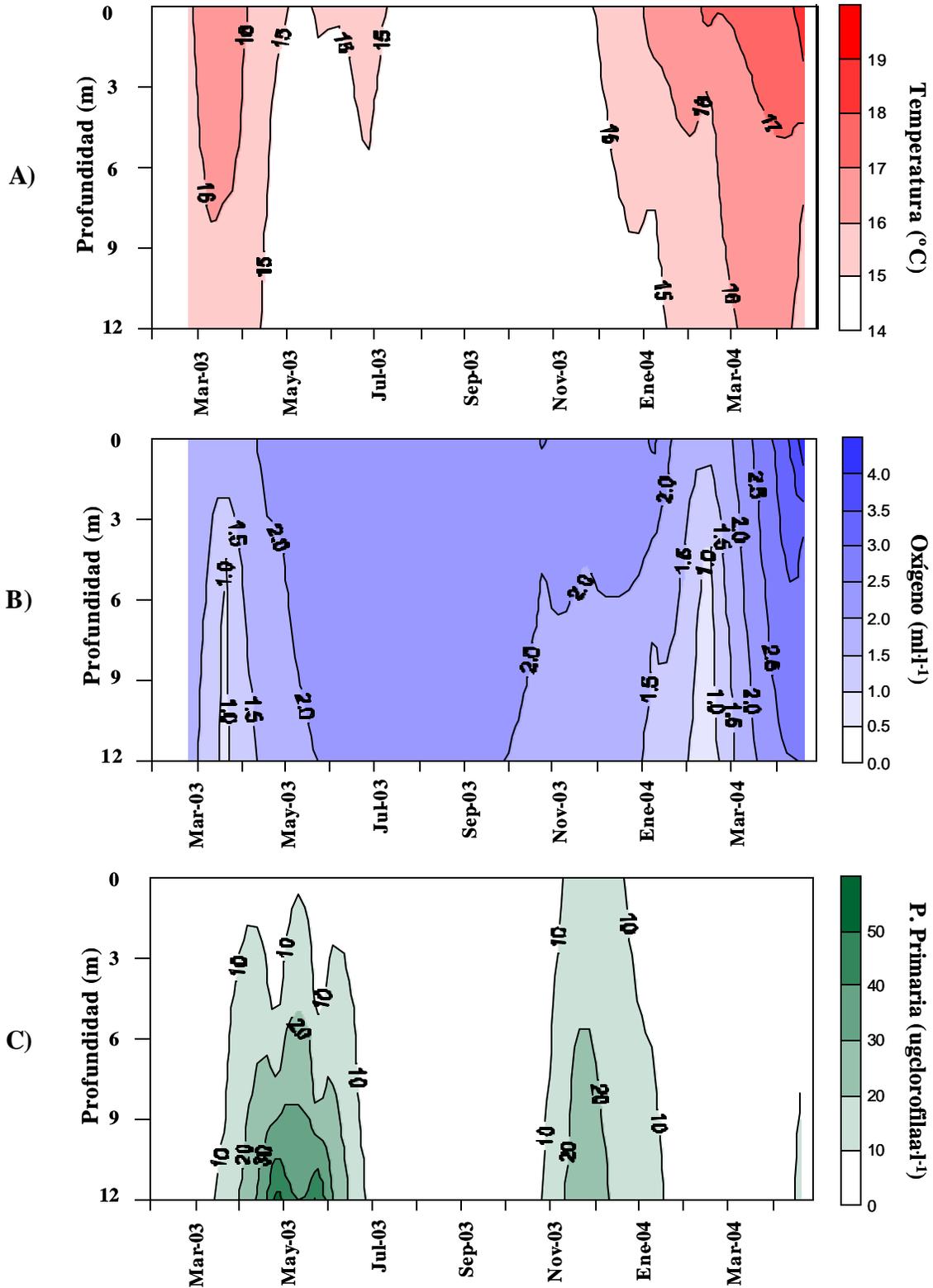


Figura 5 Variación vertical a lo largo de la columna de agua (12 m) de los principales parámetros hidrográficos: a) temperatura, b) oxígeno y c) producción primaria, en el área Morro Quemado, desde febrero del 2003 hasta abril del 2004.

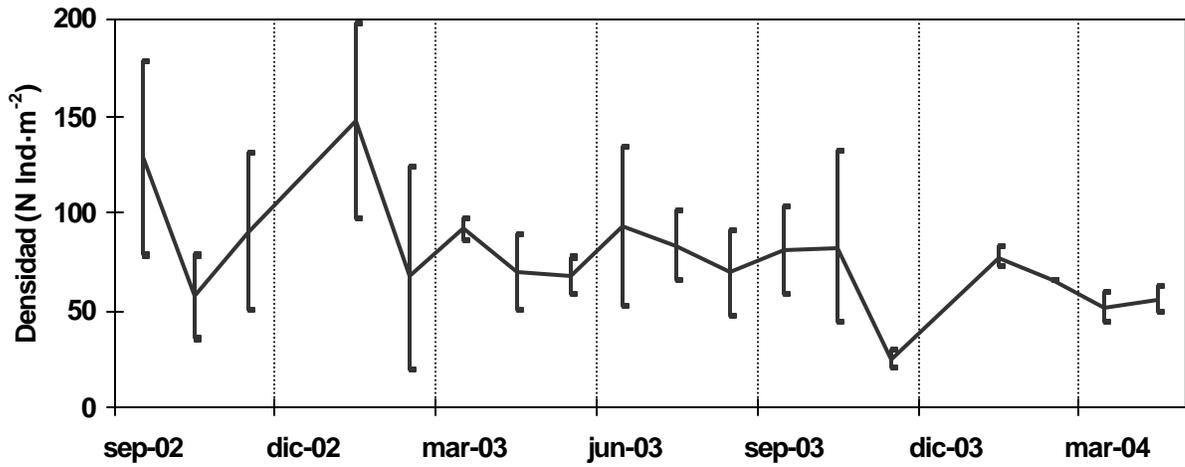


Figura 6. Densidad promedio de la navaja *Ensis macha*, en el área Morro Quemado, Bahía Independencia, durante el período septiembre del 2002 hasta abril del 2004.

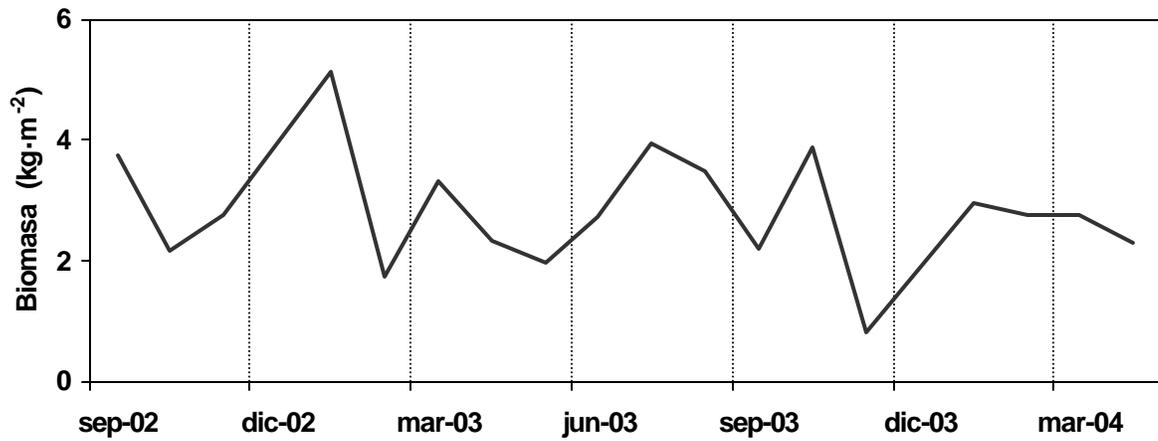


Figura 7. Biomasa promedio de la navaja *Ensis macha*, en el área Morro Quemado, Bahía Independencia, durante el período septiembre del 2002 hasta abril del 2004.

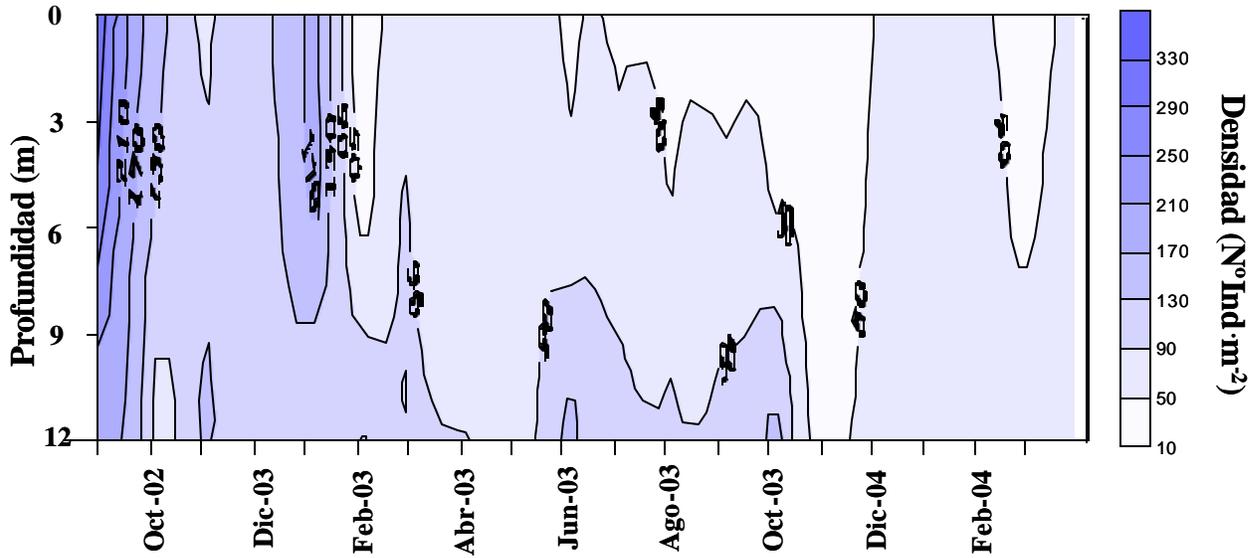


Figura 8 Variación de la densidad de la navaja *Ensis macha*, a lo largo de una gradiente vertical de 12 m de profundidad, en el área Morro Quemado, Bahía Independencia, durante el período septiembre del 2002 hasta abril del 2004.

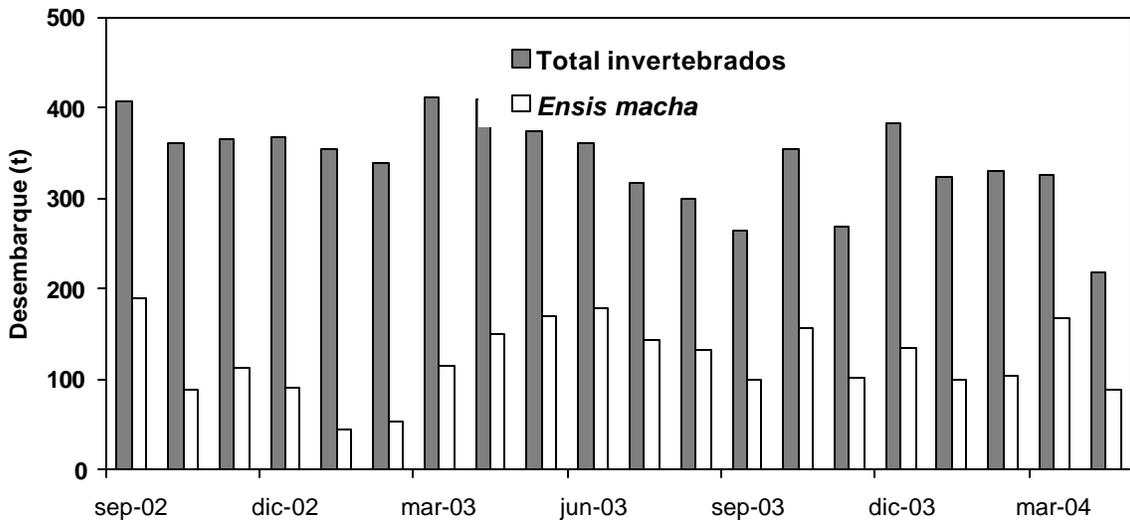


Figura 9. Desembarques totales de invertebrados comerciales y de la navaja *Ensis macha* en la caleta de Laguna Grande, Bahía Independencia (Pisco), desde septiembre del 2002 hasta abril del 2004.

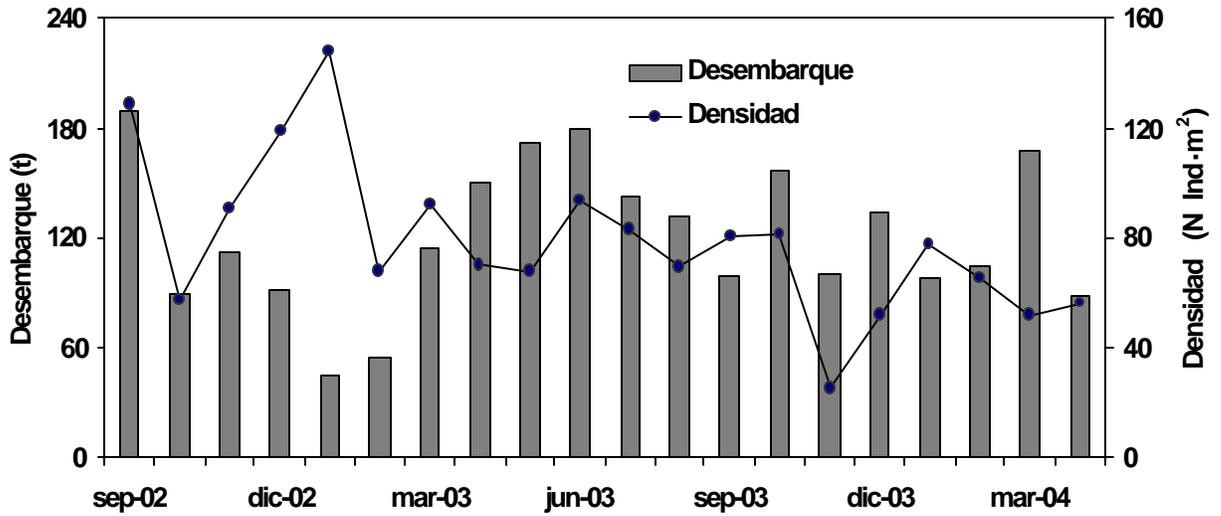


Figura 10. Comparación de la tendencia de las densidades en relación a los desembarques de *Ensis macha*, en el área Morro quemado, Bahía Independencia, durante el período septiembre del 2002 hasta abril del 2004.

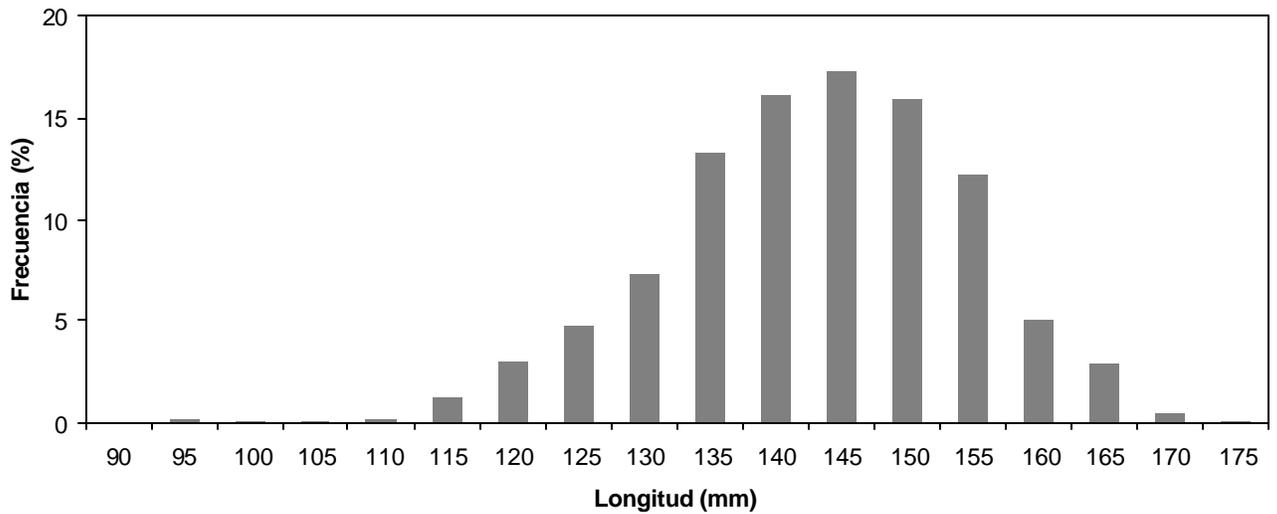


Figura 11. Estructura poblacional por tallas de *Ensis macha*, en el área Morro Quemado, Bahía Independencia, durante el período septiembre del 2002 hasta abril del 2004.

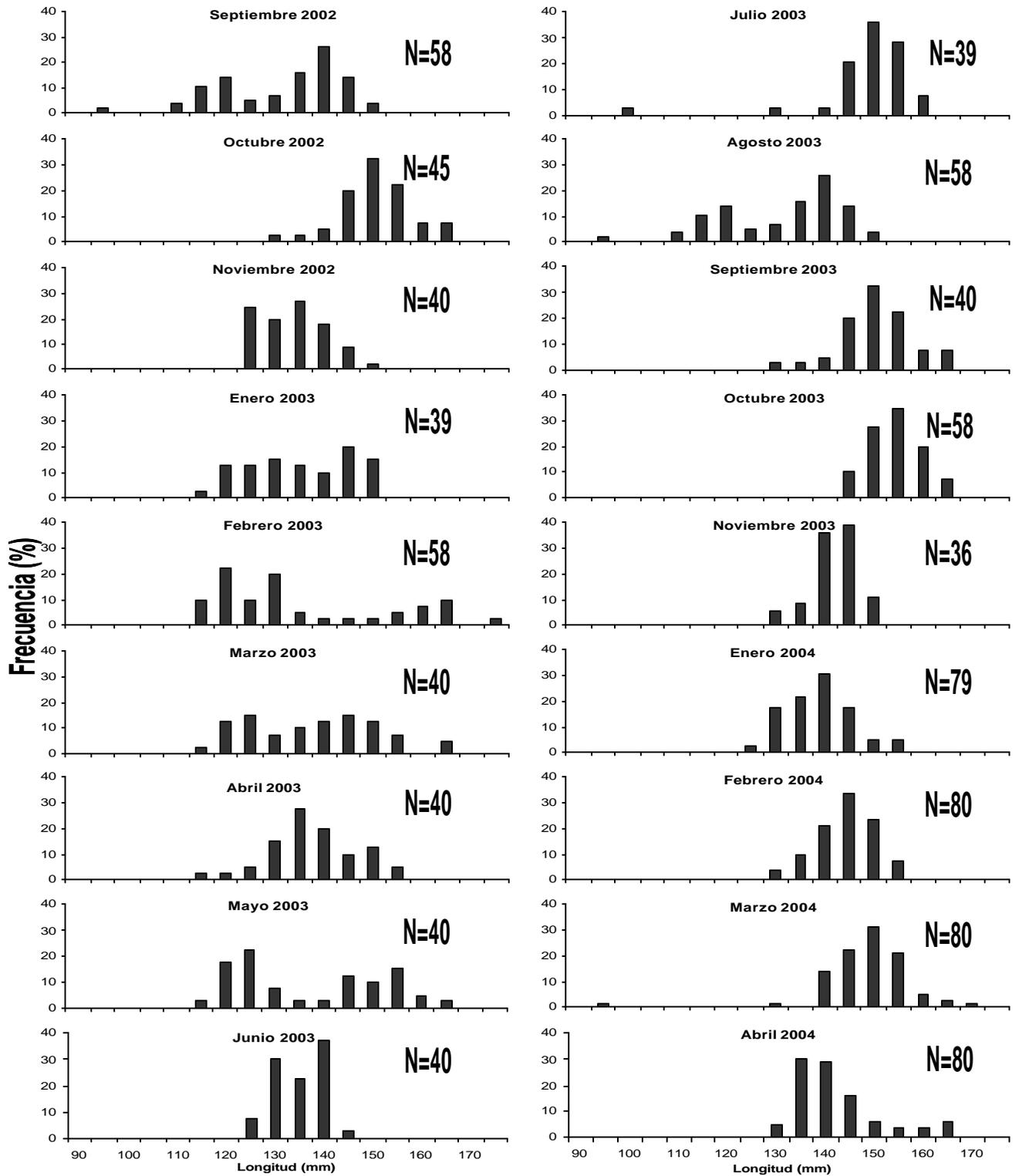


Figura 12. Composición por tallas mensual de la navaja *Ensis macha*, en el área Morro Quemado, Bahía Independencia, desde septiembre del 2002 hasta abril del 2004.

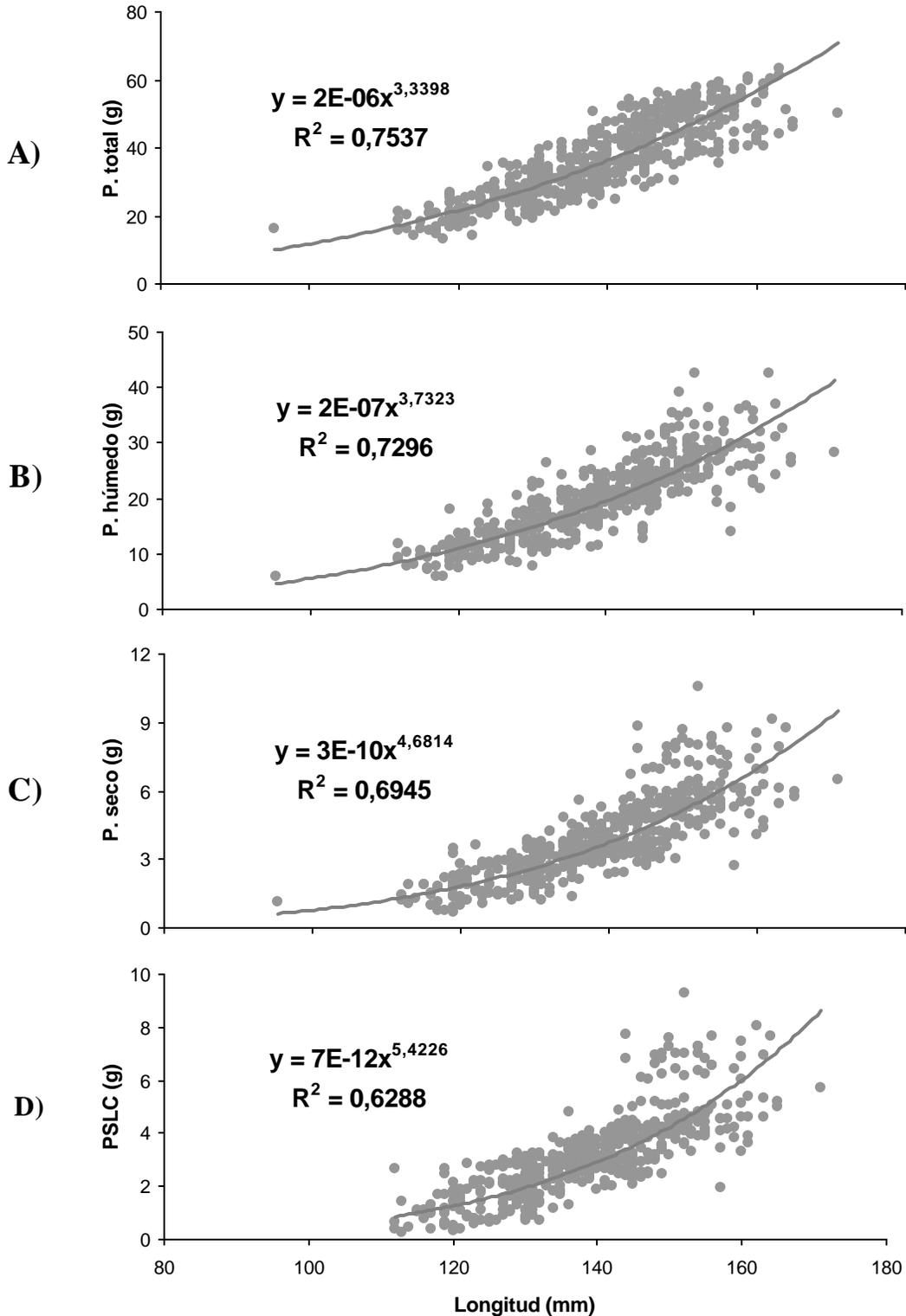


Figura 13. Relaciones longitud-peso de la población de la navaja *Ensis macha*, en el área Morro Quemado, Bahía Independencia, durante el período 2003. Se consideran los siguientes pesos: a) peso total, b) peso húmedo visceral, c) peso seco visceral y d) peso seco libre de ceniza (PSLC).

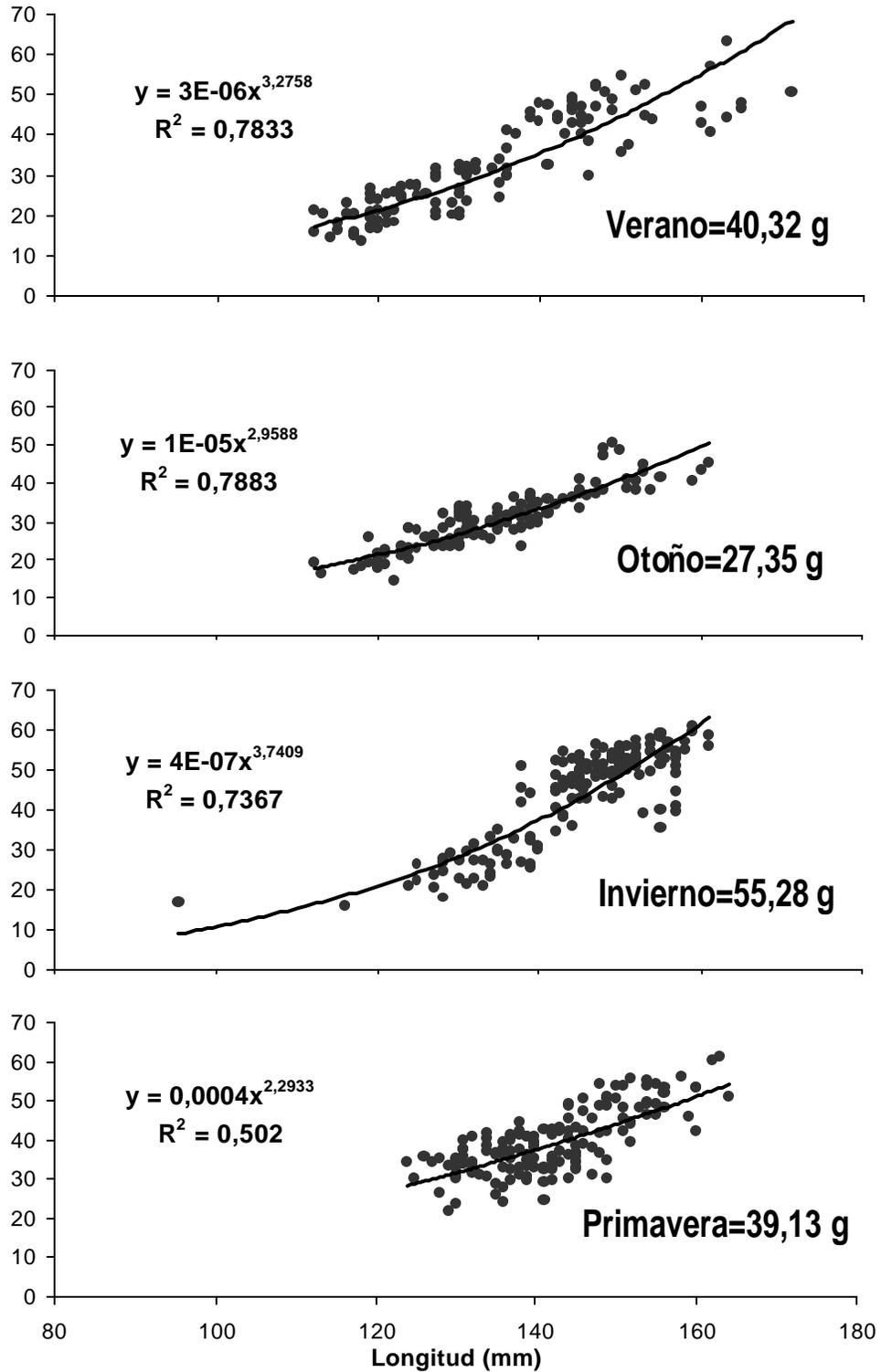


Figura 14. Relación longitud-peso total, de forma estacional, para la navaja *E. macha*, durante el período 2003. PE se refiere al peso estándar (g) calculado para una talla comercial de 150 mm.

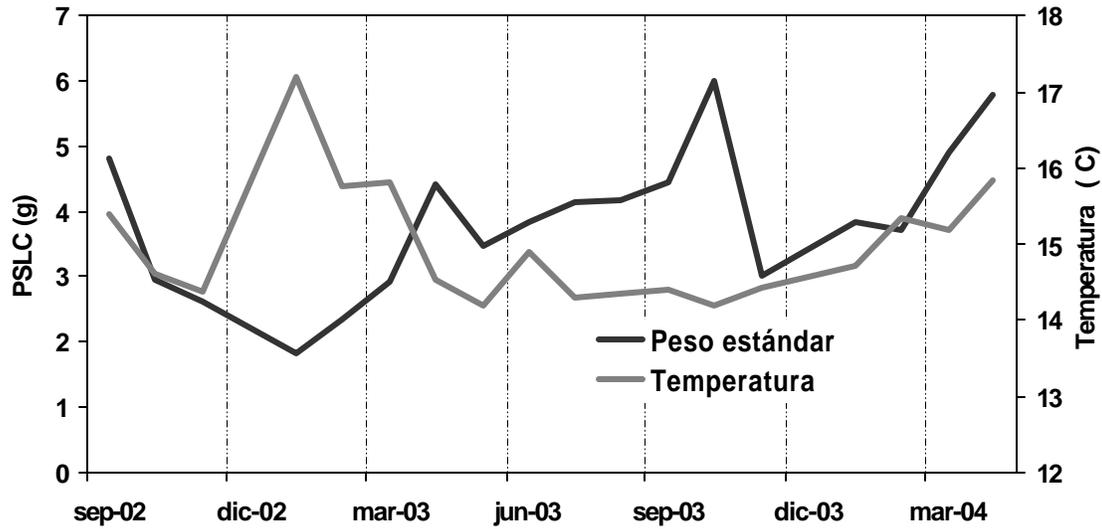


Figura 15. Variación temporal del peso seco libre de cenizas (PSLC) de un individuo estándar (150 mm) de la navaja *Ensis macha*, en relación a la variación de la temperatura de fondo, en el área morro Quemado, Bahía Independencia, durante el período septiembre del 2002 hasta abril del 2004.

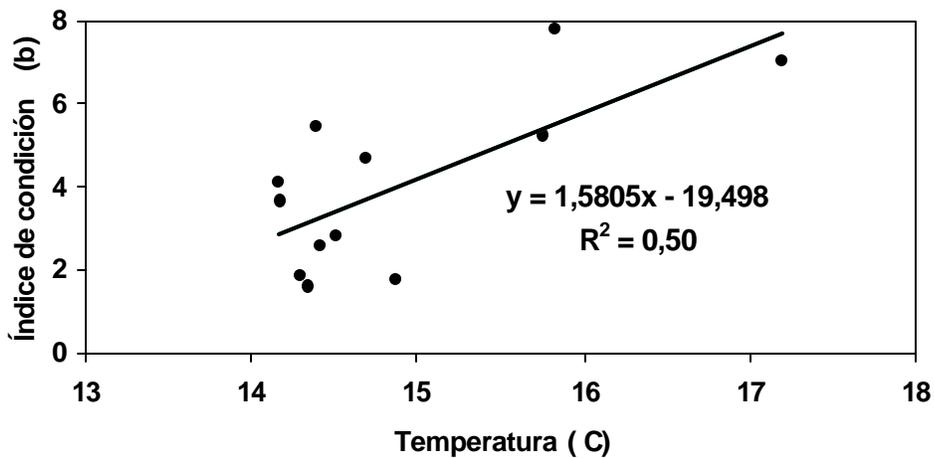


Figura 16. Ploteo de las variables índice de condición (de la relación longitud-peso seco libre de cenizas) versus la temperatura de fondo, para la navaja *Ensis macha*, en el área Morro Quemado, Bahía Independencia, durante el período 2003. Correlación de Pearson es significativo ($p < 0.05$).

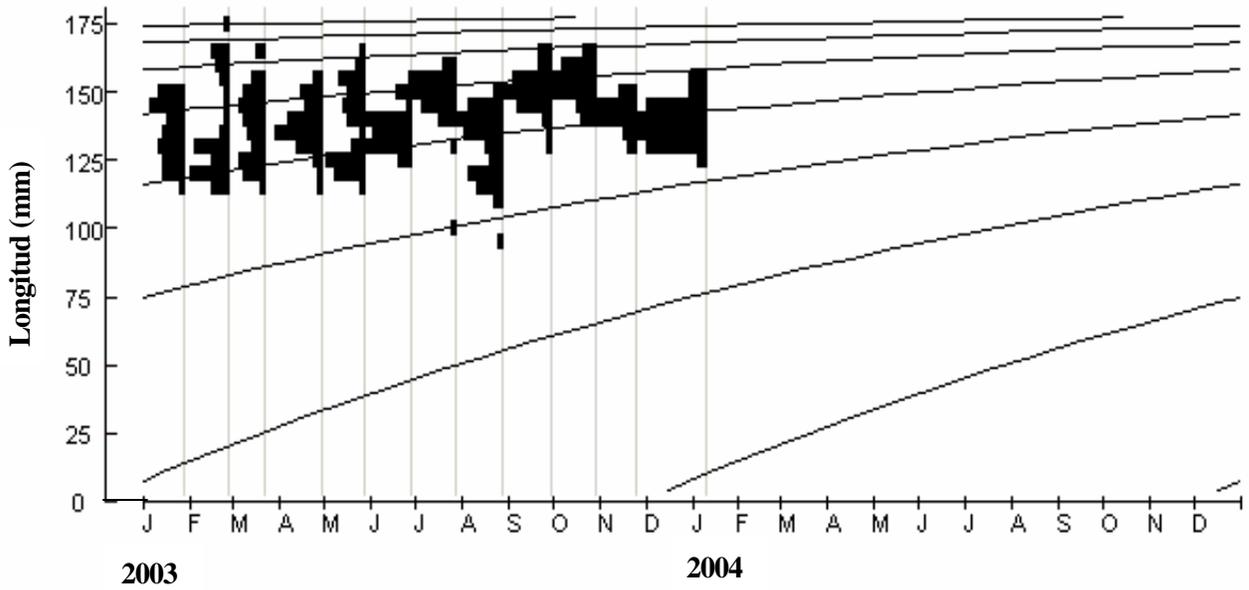


Figura 17. Estimación de la curva de crecimiento para la navaja *Ensis macha*, en el área Morro Quemado, Bahía Independencia, según el Elefan I utilizando las frecuencias mensuales de tallas del período 2003. Los parámetros de crecimiento obtenidos son: $L = 184.1$, $K = 0.48$, $C = 0$, $WP = 0$, y $R_n = 0.265$.

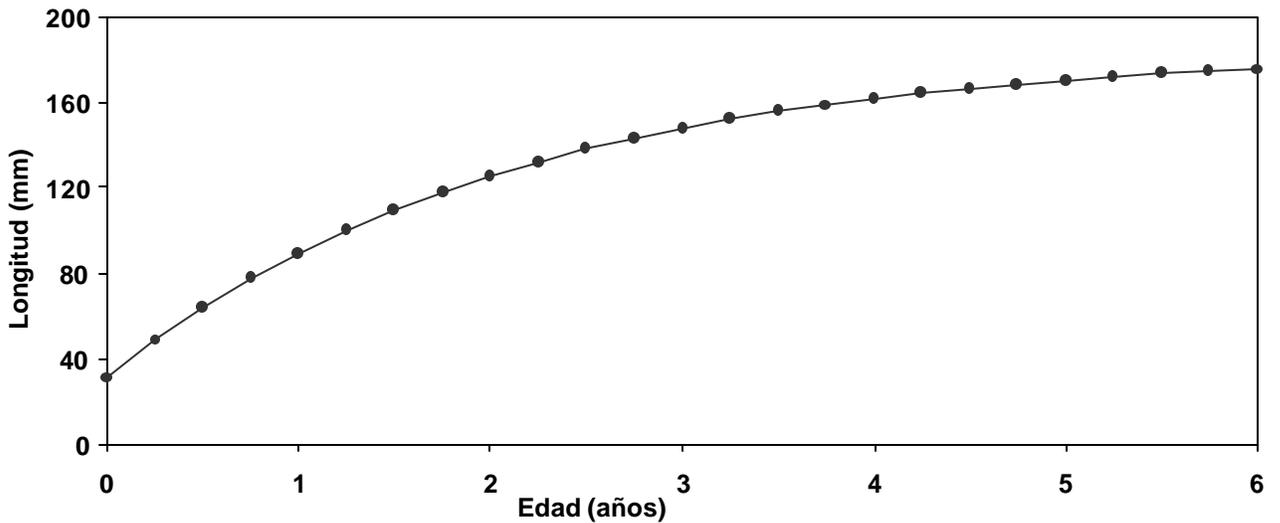


Figura 18. Curva teórica de crecimiento de von Bertalanffy para la navaja *Ensis macha*, en el área Morro Quemado, Bahía Independencia, usando los parámetros de crecimiento obtenidos por la rutina Elefan I.

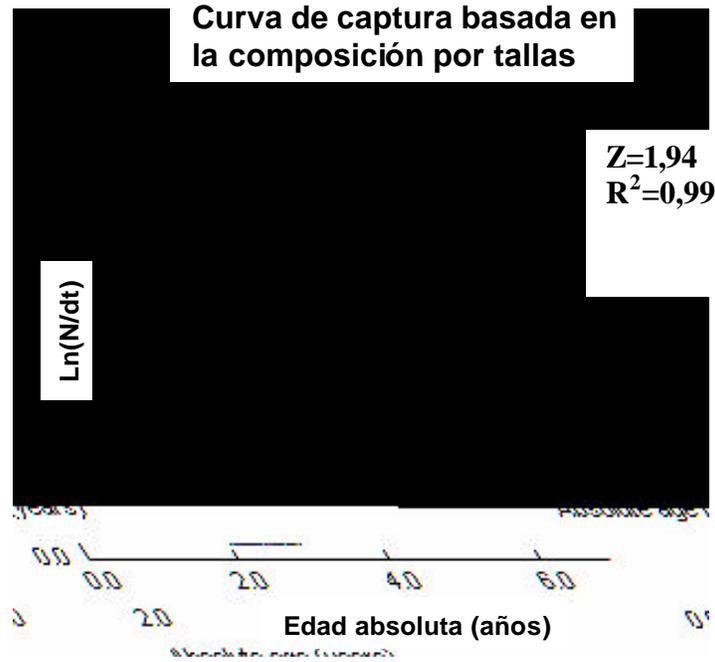


Figura 19. Estimación de la mortalidad total (Z) de la navaja *Ensis macha* mediante la curva de captura linealizada basada en la composición por tallas, durante el período 2003.

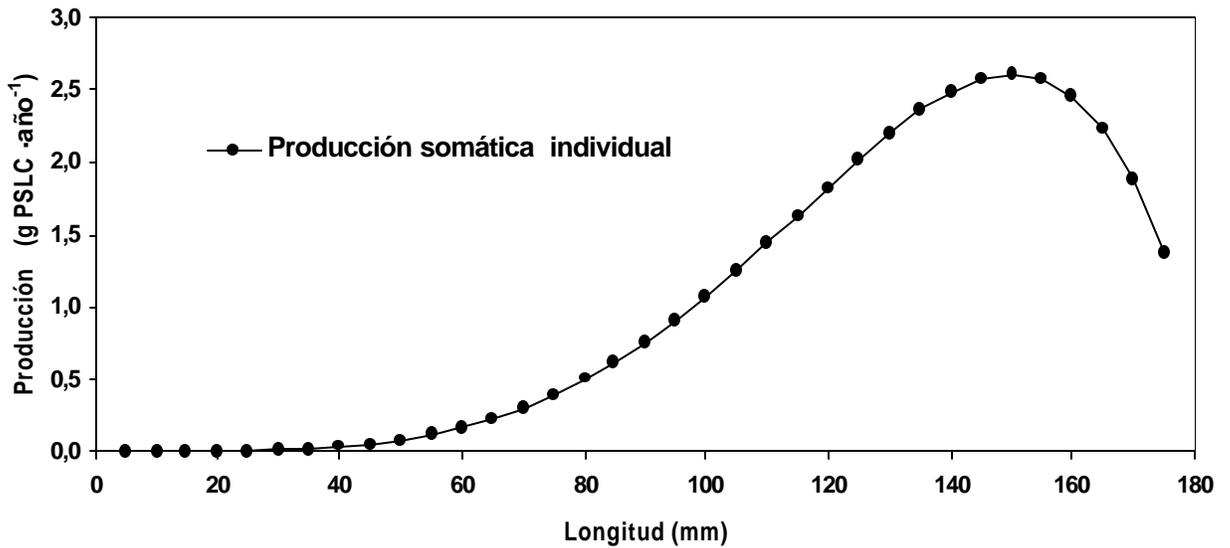


Figura 20. Producción somática individual para la navaja *Ensis macha*, en el área Morro Quemado, Bahía Independencia, durante el período 2003.

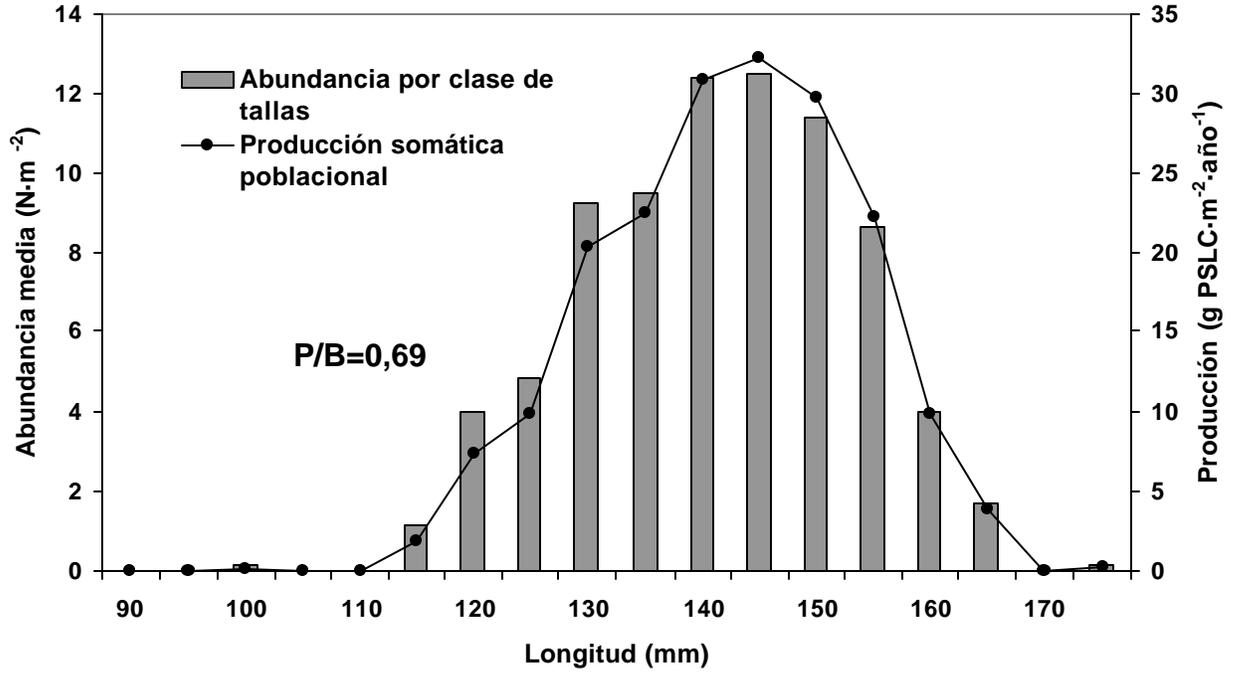


Figura 21. Producción somática poblacional y tasa de renovación poblacional (P/B) para la navaja *Ensis macha*, en el área Morro Quemado, Bahía Independencia, durante el período 2003.