UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS ***Fundada en 1551***
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
UNIDAD DE POST GRADO

Cambios en la estructura y dinámica poblacional del caracol *Stramonita chocolata* (Duclos, 1832) asociados al evento El Niño 1997-98 en la zona del Callao, Perú.

TESIS Para optar el Grado Académico de: MAGÍSTER EN RECURSOS ACUÁTICOS con mención en Ecología Acuática

AUTOR
JUAN PEDRO ARGÜELLES TORRES

LIMA - PERÚ 2004

. . 1

AGRADECIMIENTOS . 3

RESUMEN . 5

ABSTRACT . 7

1. INTRODUCCIÓN . 9

1.1. Justificación . . 9

1.2. Antecedentes . 10

2. OBJETIVOS . . 13

3. MATERIAL Y MÉTODOS . 15

3.1. Obtención de datos pesqueros . 15

3.2. Obtención de muestras poblacionales . 15

3.3. Procesamiento de la información y análisis estadístico . 16

3.3.1. Tasas y parámetros de crecimiento . . 16

3.3.2. Edad relativa y "t_0" . 18

3.3.3. Reclutamiento . 19

3.3.4. Mortalidad . . 19

4. RESULTADOS . . 21

4.1. Variación de la temperatura superficial del mar . . 21

4.2. Cambios en la estructura de la población asociados al evento El Niño 1997-98. . . 21

4.2.1. Densidad y biomasa . 22

4.2.2. Estructura de tallas . 22

4.2.3. Relación longitud- peso . 22

4.2.4. Proporción sexual . 23

4.2.5. Madurez sexual . 23

4.2.6. Variaciones en la disponibilidad de *Semimytilus algosus* . 24

4.3. Alteraciones en la dinámica poblacional durante el eventoEl Niño 1997 -98 . 24

4.3.1. Tasas de crecimiento . 24

4.3.2. Reclutamiento . 25

4.3.3. Tasas de mortalidad . 25

5. DISCUSIÓN . 27

6. CONCLUSIONES . . 33

BIBLIOGRAFÍA . 35

ANEXOS . 39

A Charo y Juan Alonso, fuentes de alegría y de superación personal. A mis padres, con profunda gratitud y amor por su apoyo de toda índole. A la memoria del Dr. Manuel Samamé Linares, por su guía y ayuda durante mi formación universitaria en la UNMSM y profesional en el IMARPE.

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento al Instituto del Mar del Perú por asignarme la ejecución de los Proyectos “Bancos Naturales de Invertebrados Marinos de Mayor Importancia Comercial - Callao” y “Captura, Marcaje y Crecimiento de Invertebrados Marinos”, los cuales posibilitaron la obtención de información para la elaboración de la presente tesis. De manera muy especial a la Blga. Carmen Yamashiro Guinoza Directora de la Unidad de Investigaciones de Invertebrados Marinos.

A los Drs. Juan Tarazona, Carlos Paredes y Noemí Ochoa de la Maestría en Recursos Acuáticos, Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por la revisión crítica del manuscrito. Al Dr. Pedro Aguilar, Editor Científico del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) por sus valiosas sugerencias.

A los compañeros Blgos. Anatolio Taipe, Piero Villegas y Miguel Rabí por su colaboración y sugerencias durante la realización de los trabajos de campo y de laboratorio, así como por los buenos momentos compartidos.

Al Blgo. Buzo científico José Zavala Huambachano por su ayuda constante en la toma de muestras biológicas.

A la empresa PROABONOS y los guardianes de la isla Cabinzas, los cuales posibilitaron los trabajos de marcación en la isla.

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

RESUMEN

Se realizó un estudio de los cambios en la estructura y dinámica poblacional del caracol *Stramonita chocolata* (Duclos, 1832) asociados al evento el Niño 1997 - 98, en tres áreas submareales de fondo rocoso, en la zona del Callao, durante el periodo abril de 1997 a junio de 1999.

Se observaron cambios significativos en la estructura y dinámica poblacional del caracol durante el periodo de estudio. Durante 1997, el caracol presentó un mayor peso por talla, una más amplia estructura por tallas y mayores valores de densidad y biomasa; asimismo, el desove presentó una estacionalidad con dos máximos, en los meses de junio - julio y noviembre - diciembre. Durante 1998, se observó un desove más prolongado pero con menos valores porcentuales. Esto tuvo un efecto directo en el reclutamiento, apreciándose las mismas tendencias observadas en el desove, pero con un desfase de 3 a 4 meses.

En la dinámica poblacional se detectaron cambios significativos en las tasas de crecimiento, desde valores medios de 2,75 mm mes^{-1} para el intervalo 32,5 - 72,5 mm durante 1997, hasta 1,20 mm mes^{-1} para el intervalo 16,5 - 60,5 mm durante 1998. La mortalidad natural de 0,66 - 0,84% a inicios de 1998, se incrementó a 1,98 - 2,37% a inicios de 1999.

Se postula que los cambios en las tasas de crecimiento y mortalidad se deberían a cambios en la temperatura superficial del mar (TSM) y en la oferta alimentaria.

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

ABSTRACT

A study of the structure and population dynamics of the snail *Stramonita chocolata* (Duclos, 1832), related to event El Niño 1997 - 98, was carried out from April 1997 to June 1999 in three rocky subtidal areas in Callao, Peru.

During the period of study, significant changes in the structure and population dynamics of the snail were observed. During 1997, the snail presented a higher weight for size, a wider size structure and bigger values of density and biomass; also the spawning period presented a seasonality with two peaks in the months of June - July and November - December. During 1998, it was observed a more prolonged spawning but with lower percentage values. This had a direct effect in the recruitment, with same tendencies but 3 to 4 months delayed.

In the population dynamics, significant changes were observed in the rates of growth, from means values of 2,75 mm month^{-1} for the interval 32,5 - 72,5 mm during 1997 to 1,20 mm month^{-1} for the interval 16,5 - 60,5 mm during 1998. The natural mortality showed an increment of 0,66 - 0,84% at beginnings of 1998 to 1,98 - 2,37% at beginnings of 1999.

It is postulated that the changes in the rates of growth and mortality would be caused by changes in the sea surface temperature and in the diet.

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación

Las islas frente al Callao son áreas importantes de extracción de recursos hidrobiológicos como peces y mariscos. Estas actividades se realizan principalmente con embarcaciones marisqueras de 1 a 10 toneladas de capacidad de bodega, las que cuentan con equipos de buceo y compresora de aire.

8 especies de invertebrados marinos comerciales representaron el 95% de los desembarques durante el periodo 1996 - 1998. El caracol *Stramonita chocolata* fue uno de los principales recursos, cuya extracción fue constante a lo largo del año, en comparación a las demás especies que tuvieron capturas estacionales (Fig.1).

S. chocolata sustenta una importante actividad económica y un intenso esfuerzo de pesca, con el consiguiente riesgo de un deterioro poblacional de graves consecuencias, debido a que generalmente no se respeta la talla mínima de extracción (60 mm). Por consiguiente, es de suma importancia que se incremente el conocimiento sobre aspectos biológicos y pesqueros de este recurso.

La información biológica sobre esta especie en el litoral peruano es escasa, muchos parámetros poblacionales son derivados del análisis de frecuencias de tallas obtenidas de las pesquerías, las cuales en sí se encuentran ya sesgadas debido a la selectividad

comercial.

El presente estudio se realizó sobre la base de muestreos mensuales en bancos naturales y en el puerto del Callao, con el fin de conocer adecuadamente los cambios inducidos por el evento EN 1997-98 sobre los parámetros biológicos más importantes para el manejo apropiado del recurso.

1.2. Antecedentes

Existen pocas investigaciones referentes a la estructura de la comunidad y dinámica poblacional de esta especie, pero se sabe que habita la zona infralitoral rocosa entre los 5 a 20 m de profundidad. Su distribución va desde Paita (Perú) a Valparaíso (Chile) (Vegas, 1968; Peña, 1973 y Osorio *et al.* 1979); sin embargo, Dall (1909) y Keen (1971) amplían está distribución por el norte hasta el Ecuador.

El caracol *Stramonita chocolata* de los alrededores del Callao vive asociado principalmente a los fondos duros (rocosos), desde el intermareal hasta los 20 m de profundidad, formando densas agrupaciones entre las grietas de las rocas o en concavidades de éstas. Puede migrar verticalmente hasta la zona de marea, donde se le encuentra alimentándose principalmente del bivalvo *Semimytilus algosus*. A este nivel no forman densas agrupaciones, por lo general se encuentran solos o en grupos escasamente espaciados entre si, siendo presa de los pájaros marisqueros como *Haematopus ater* "Ostreros". Los ejemplares juveniles, se encuentran por lo general, dentro de conchas vacías de bivalvos, crustáceos balánidos "picorocos" u otros organismos muertos. También es común encontrarlos enterrados en la grava con piedras. Los caracoles de tamaño mayor viven por lo general sobre el substrato.

El substrato está constituido principalmente por rocas macizas, bloques de rocas, guijarro anguloso, cantos rodados; y en la parte más profunda arena limitando el fondo rocoso.

Esta especie también puede habitar fondos blandos (arena con conchuela), alimentándose de bivalvos como almejas, conchas de abanico o materia orgánica en descomposición (observaciones personales).

Respecto a la alimentación González *et al.* (1990) en Huanchaco, Trujillo, Perú, hallaron que esta especie se alimenta de mitílidos y que su principal depredador es *Scartichtys gigas*, lo que concuerda con las observaciones de Robles (1991) quien encontró que en la zona de Mollendo su principal alimento son los mitílidos, indicando que ésta es una especie carnívora, coincidiendo con Espino (1972) quien llegó a esta misma conclusión basándose en el análisis del tracto digestivo.

Sobre la biología reproductiva, Retamales (1982) a través de estudios histológicos indica que en Chile esta especie tiene una máxima madurez en marzo y otra menos intensa en octubre, indicando que el desove ocurre dos veces al año. En el Perú, Rojas *et al.* (1986) elaboraron una escala de madurez sexual de cuatro estadios para hembras y machos, encontrando que la proporción sexual en general se acerca a 1, y el estadio de

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

postura en hembras y evacuación en machos se realiza durante todo el año, con mayores porcentajes en primavera y secundariamente en marzo y mayo. Romero (1991) y Robles (1991) en observaciones experimentales en acuarios determinaron que las cápsulas eclosionan entre los 16 a 19 días, existiendo una relación directa entre el número de huevos y el tamaño de la cápsula.

Respecto a la dinámica poblacional, el crecimiento fue estimado por Miranda (1975) en Mejillones, Chile, basándose en el número de anillos formados en los opérculos suponiendo que ellos tenían la periodicidad de un año, halló 7 clases anuales y estimó que esta especie podría pasar de los 10 años para alcanzar las máximas tallas. Avendaño *et al.* (1996) encontraron tallas mayores de 100 mm para la región de Antofagasta durante 1995; estas son las tallas máximas conocidas.

Huaranga (1995) en el área costera de Tortugas (Casma, Perú) de abril 1994 a marzo de 1995, estimó una longitud infinita de 99 y 98 mm y la constante de crecimiento de 0,91 y 0,92 $año^{-1}$ para hembras y machos respectivamente, concluyendo que esta especie es de lento crecimiento, y que su población se encuentra en estado de sobreexplotación.

Sobre los posibles efectos del evento El Niño en las poblaciones de *Stramonita chocolata*, Arntz y Fahrbach (1996) la consideraron como una de las especies que se ve favorecida, debido a la alta mortalidad de especies presa y a su carácter saprófago.

El área alrededor de la Isla San Lorenzo, presenta la influencia de la Bahía de Miraflores y los colectores ubicados en esta zona. La circulación predominante que existe, hace que las aguas de la Bahía del Callao, así como el noroeste de la Isla San Lorenzo sean afectadas muchas veces disminuyendo la salinidad. Al Norte de la Isla San Lorenzo y La Punta, la Bahía del Callao está influenciada por las descargas del río Rímac, que determinan una disminución de la temperatura y salinidad en épocas de lluvia.

Bajo condiciones normales, la Bahía del Callao y el noroeste de la Isla San Lorenzo, presentan aguas características de la zona de surgencias, estas son aguas costeras frías (ACF) con bajas concentraciones de O_2 y alto contenido de nutrientes. Los más altos valores de oxígeno se ubican cerca de las islas, en donde los fondos pueden alcanzar los 15 a 20 m de profundidad. A mayor profundidad, los fondos son generalmente anóxicos, debido a la alta concentración de sulfuros.

Al este de la Isla San Lorenzo, la circulación en superficie muestra la predominancia de flujos hacia el NO, siguiendo el perfil de la isla, registrándose intensidades variables de 8 a 14 cm seg^{-1}, mientras que en el fondo los flujos no presentan una dirección predominante, con intensidades menores de 5 a 9 cm seg^{-1}. (Informes internos IMARPE).

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

2. OBJETIVOS

- Determinar las modificaciones en la estructura poblacional de *Stramonita chocolata*, durante el evento El Niño 1997 - 98.
- Determinar los cambios en la dinámica poblacional de *Stramonita chocolata* en el área del Callao durante el evento El Niño 1997 - 98.

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Obtención de datos pesqueros

La información pesquera procede del desembarque de caracol *Stramonita chocolata* y del esfuerzo pesquero. Estos datos fueron colectados por personal técnico destacado en el muelle artesanal del Callao, principal lugar de desembarque de mariscos de todas las áreas de pesca en los alrededores de las Islas frente al Callao.

Los desembarques se midieron en kilogramos y el esfuerzo de pesca en número de embarcaciones por día.

3.2. Obtención de muestras poblacionales

Las muestras poblacionales fueron tomadas en tres áreas: en la Isla Palomino, y en las áreas Mal Nombre y Alfajes, estas dos últimas en el lado oeste de la Isla San Lorenzo. Estas tres áreas se encuentran entre las latitudes 12° 03´ - 12° 08´ S y longitudes 77° 15´ - 77°10.5´ W (Fig. 2).

Durante 1997 se realizaron muestreos en las tres áreas; durante 1998 se continuó

con los muestreos sólo en la Isla Palomino. En ambos casos, se tomaron muestras al azar entre los 2 y 20 m de profundidad. El número de muestras mensuales por áreas fue: 8 en Palomino, 6 en Alfajes y 4 en Mal Nombre, las cuales estuvieron en relación con el tamaño del área y el tiempo que involucraba la toma de la información. Se utilizó un cuadrado metálico de 0,5 m de lado para delimitar el área a muestrearse.

Los muestreos se realizaron con la ayuda de una embarcación marisquera equipada con una compresora de aire y dos buzos (1 biólogo y 1 artesanal). El procedimiento de muestreo consistió en que la embarcación se ubicaba sobre o cerca de la estación, posteriormente el buzo se sumergía con una bolsa colectora de nylon “capacho” y el cuadrado metálico y efectuaba la recolección de todos los ejemplares de caracol dentro del área, incluida la fauna acompañante (Fig. 3). Las muestras fueron traspasadas a bolsas de plástico rotuladas. En laboratorio, los ejemplares vivos de *Semimytilus algosus* y *Brachidontes purpuratus* fueron contados y pesados.

En cada estación se tomaron datos sobre la profundidad y temperatura superficial del mar.

3.3. Procesamiento de la información y análisis estadístico

Los ejemplares de caracol fueron medidos al milímetro, usando la distancia entre el ápex y el extremo del canal sifonal. Las frecuencias de longitudes mensuales fueron agrupadas cada 3 mm para su análisis y presentación gráfica. El peso total de cada caracol fue determinado utilizando una balanza electrónica con una aproximación de 0,1 g. La determinación del sexo se realizó observando el pene en los machos. La madurez gonadal fue determinada mediante la escala de madurez propuesta por Rojas *et al*. (1986). Los valores mensuales, anuales y por intervalos de tallas de la proporción sexual fueron sometidos al estadístico de X^2 de Pearson.

Las curvas de longitud - peso total de los años 1997 y 1998 fueron linealizadas utilizando la transformación Log 10. Las pendientes e interceptas de las líneas de regresión fueron comparadas usando el estadístico t de Student.

El número de ejemplares y peso total de caracoles por estación, fue utilizado para la estimación de la densidad y biomasa por mes y área. Los valores de la media, mediana y quartiles de la densidad y biomasa fueron estimados utilizando el programa Minitab versión 12.1 para Windows.

3.3.1. Tasas y parámetros de crecimiento

La estimación de las tasas de crecimiento se realizó mediante la captura, marcaje y recaptura de caracol. Las marcas consistieron en placas metálicas y plásticas seriadas y numeradas, las que fueron pegadas a las conchas con pegamento rápido epóxico,

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

resistente al agua de mar. Antes del marcaje se procedió a la medición al milímetro de los ejemplares.

Las tasas de crecimiento (ΔL/Δt) por intervalos de talla fueron expresadas como el incremento en longitud por unidad de tiempo (mes).

donde:

Δ L (mm) = Lr - Lm (Lr : Long. Recaptura; Lm: Long. Marcaje)

Δ t (días) = tr - tm (tr : Fecha Recaptura; tm : Fecha marcaje)

Los parámetros de la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy (K , L∞) fueron estimados usando los métodos de Gulland - Holt y Fabens, ambos en el programa computacional FISAT (Gayanilo y Pauly, 1987), para lo cual fueron utilizadas las tasas de crecimiento estimadas mediante los experimentos de captura, marcaje - recaptura.

Método Gulland - Holt plot

Este método permite la estimación de los parámetros K y L∞, empleando los incrementos en longitud, basados en el hecho de que, en la función de Von Bertalanffy, las tasas de crecimiento declinan linealmente conforme crecen, alcanzando valores de cero cuando llegan a su máxima longitud. Este método también permite estimar la estacionalidad del crecimiento mediante el análisis de residuales. La función que utiliza este método es:

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = a + bL'$$

donde:

Δ L = Lr - Lm (Lr : Long. Recaptura; Lm : Long. Marcaje)

Δ = tr - tm (tr : Fecha recaptura; tm : Fecha marcaje)

L' = (Lr+Lm)/2

Los parámetros de crecimiento fueron estimados usando las siguientes relaciones:

$$L\infty = \frac{-a}{b}, \qquad K = -b$$

Método Fabens

Los parámetros de crecimiento son estimados minimizando la suma de los cuadrados del error (SSE); esto es la diferencia cuadrada entre las longitudes observadas a la recaptura (Lr) y las predichas (Lr'), usando como parámetro de entrada L□.

$$SSE = \sum_i \quad = (L_{ri} - L_{ri'})^2$$

Donde la longitud predicha a la recaptura (Lr') es dada por:

$$L_{ri'} = L_{mi} + (L_\infty - L_{mi}) x (1 - \exp(-k\Delta ti))$$

$$\Delta t = tr - tm$$

Donde:

Lri= Longitud recaptura (i)

Lmi= Longitud marcaje (i)

L∞, k = Parámetros de crecimiento

tr = Fecha recaptura

tm = Fecha marcaje

3.3.2. Edad relativa y "t_0"

La asignación de la estructura por tallas a edades se realizó de manera determinística utilizando la función de crecimiento de Von Bertalanffy en Sparre y Venema (1995), obtenida de los datos de marcaje y recaptura. Esto se hace suponiendo que los errores distribuidos alrededor de una media de talla son normales, y dicha talla tiene una edad asignada a partir de:

$$t = \frac{\left(\ln\left(1 - \frac{lt}{l\infty}\right)\right)}{-k} + to$$

Donde:

t = edad en años

lt = Longitud a la edad t

l∞ = Longitud infinita

k = Parámetro de crecimiento

to = Edad correspondiente a la longitud cero

"t_0" se define como la edad hipotética que el pez debería haber tenido para que su

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

longitud fuese cero.

3.3.3. Reclutamiento

Se utilizaron dos métodos para estimar la estacionalidad y cambios en la abundancia aparente de reclutas.

Primero se realizó una estimación cuantitativa mensual del número de reclutas por unidad de área, determinándose como reclutas a ejemplares menores o iguales a 34 mm de longitud; esta asignación fue realizada usando las curvas de longitud - abundancia. También se relacionó la abundancia del estadio de madurez gonadal III (desovante) con la aparición de reclutas.

Una segunda estimación de aproximación del reclutamiento fue realizada utilizando el programa FISAT. Esta reconstruye los pulsos de reclutamiento de una serie de tiempos, de datos de frecuencias de longitud para determinar el número de pulsos por año y la fuerza relativa de cada pulso. Para esto se realiza una proyección hacia atrás, a lo largo de una trayectoria definida por la función de crecimiento de Von Bertalanffy. El patrón de reclutamiento fue estimado retrospectivamente asignando una trayectoria definida por la función de Von Bertalanffy a las frecuencias de tallas poblacionales, utilizando el programa computacional FISAT (Gayanilo y Pauly, 1987).

3.3.4. Mortalidad

Mortalidad natural (M): Una primera aproximación de la mortalidad natural fue realizada mediante observaciones del número de ejemplares muertos, encontrados dentro del marco cuadrado en los muestreos poblacionales. La proporción de ejemplares muertos respecto al total de ejemplares de caracoles encontrados por unidad de área fue utilizada para estimar M.

$$\%M = \frac{Nm}{Nt}$$

Donde:

Nm = número promedio de caracoles muertos por unidad de área

Nt = número promedio de caracoles (vivos+muertos) por unidad de área

Otros métodos utilizados fueron los de Pauly (1980) y Rikhter y Efanov (1976).

Pauly (1980) relaciona la mortalidad natural con los parámetros de crecimiento y la temperatura anual media del mar en superficie

$$\ln M = -0.0152 - 0.279x\ln L\infty + 0.6543x\ln K + 0.463x\ln T$$

Donde:

M = mortalidad natural

L∞ = Longitud infinita o máxima

K = Constante de crecimiento

T = Temperatura superficial del mar (°C)

Rikhter y Efanov (1976) demostraron que existe una estrecha relación entre la mortalidad natural (M) y Tmass (edad en que el 50% de la población está madura, o edad de madurez masiva).

$$M = \left(\left(\frac{1.52}{Tmass} \right) x 0.72 \right) - 0.16$$

Mortalidad total **:** Se confeccionó una matriz de captura media en número para los años 1997 y 1998 por intervalo de talla, a partir de la estructura de tallas del desembarque y estimados del desembarque. Esta matriz se empleó para la determinación de la mortalidad total (Z) utilizando la curva de captura linealizada basada en la composición por tallas (Pauly,1983) el cual no supone una determinación directa de la edad, sino que utiliza la ecuación de Von Bertalanffy para convertir las tallas en edades. Para esto se utilizaron como datos de entrada las estimaciones de los parámetros K y L∞ obtenidas de los experimentos de captura, marcaje y recaptura. La función que describe la estimación de la mortalidad total es:

$$\ln\left(\frac{Ni}{\Delta ti} \right) = a + bti$$

Donde:

Ni = N° ejemplares en la clase de longitud i

∆ti = Tiempo necesario para que el ejemplar crezca a través de la clase de longitud i

ti = Edad (edad relativa si to = 0) correspondiente a la longitud media de la clase i

b = Con signo cambiado es igual a la mortalidad total (Z)

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

4. RESULTADOS

4.1. Variación de la temperatura superficial del mar

Durante 1997 la temperatura superficial del mar en la Isla Cabinzas presentó dos máximos, en febrero (18,3°C) y junio (18,6°C), y dos mínimos, en abril (15,8°C) y octubre (15,1°C). Los periodos de enfriamiento fueron de febrero a abril y de junio a octubre.

Durante 1998, el máximo de temperatura fue alcanzado en febrero (22,3°C), después de un período de calentamiento desde octubre de 1997. A este largo período de calentamiento (5 meses) le siguió otro largo periodo de enfriamiento (6 meses), alcanzando la temperatura de 13,2°C en agosto (la más baja de los 2 años). Posteriormente a este período la temperatura superficial del mar volvió a un proceso de normalización alcanzando valores de 18,3 °C en diciembre de 1998 (Fig.4).

4.2. Cambios en la estructura de la población asociados al evento El Niño 1997-98.

4.2.1. Densidad y biomasa

En la tabla 1 y figuras 5 y 6, se presentan los valores de densidad y biomasa de caracol en los meses muestreados en el área Palomino. Puede apreciarse que para los datos de densidad, los valores de la media y mediana tienden a incrementarse desde abril de 1997 hasta enero de 1998, alcanzando valores de 169,1 y 123,0 individuos $0,25m^{-2}$ respectivamente. De marzo a noviembre de 1998 los valores de la media de la densidad oscilaron entre 51,4 y 116,6. De enero a junio de 1999 los valores de la media fueron menores oscilando entre 24,56 y 67,30; alcanzando valores similares a los meses abril - julio de 1997.

Las biomasas mostraron la misma tendencia presentada por la densidad. Los valores de biomasa media oscilaron entre 0,28 y 2,23 kg $0,25m^{-2}$.

En la tabla 2 y figuras 7 y 8, se presentan los valores de densidad y biomasa durante 1997 para las tres áreas analizadas. En éstas puede observarse una diferencia significativa entre las áreas Mal Nombre, Alfajes y Palomino. Los mayores valores de densidad y biomasa media se observaron en el área Mal Nombre (217,6 ind 0,25 m^{-2} y 2,267 kg 0,25 m^{-2}), seguido del área Alfajes (173,1 ind 0,25 m^{-2} y 2,238 kg 0,25 m^{-2}). Los menores valores se observaron en el área Palomino (69,5 ind 0,25 m^{-2} y 0,982 kg 0,25 m^{-2}).

4.2.2. Estructura de tallas

Durante 1997, el caracol presentó un rango de tallas de 5 a 77 mm, con tallas medias entre 25,2 y 46,0 mm de longitud total. Durante 1998, las tallas oscilaron de 7 a 63 mm, con medias de 30,5 a 37,6 mm (Tablas 3-5, Figs. 9-11). Esta estructura por tallas resultó de menor amplitud respecto a 1997.

Durante 1997, la estructura por tallas en las tres áreas se caracterizó por presentar una mayor abundancia entre los 31 y 49 mm, así como la aparición de juveniles (7 y 13 mm) entre los meses de julio a octubre. En 1998, en el área Palomino las tallas fueron menores con predominancia de ejemplares entre los 25 y 43 mm.

Durante 1997, el caracol presentó una estructura por tallas compuesta por 5 grupos modales en las áreas Alfajes y Mal Nombre; y 6 en el área Palomino. Las edades de estos grupos modales oscilaron entre los 3,6 meses y 3,5 años. Los grupos modales que presentaron mayor abundancia fueron: en Alfajes los de edad de 1,66 y 1,08 años; en Mal Nombre, los de 1,16; 0,32 y 0,59 años; y en Palomino, los de 1,06 y 1,51 años (Fig.12-14). Durante 1998, la composición por tallas en la Isla Palomino estuvo compuesta por 6 grupos modales con tallas medias entre 13,6 y 59,9 mm; las edades de estos oscilaron de 11 meses a 2,5 años, siendo los más representativos los grupos de edad de 1,6; 1,3 y 2,1 años (Fig. 15).

4.2.3. Relación longitud- peso

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

Las relaciones talla (Longitud, mm) y peso (Peso total, g) para el total de individuos y por sexos para los años 1997 y 1998 se muestran en la tabla 6 y figuras 16 y 17.

Se midieron y pesaron 2402 caracoles (1324 en 1997 y 1078 en 1998). En este total, 231 fueron no sexuados debido a su pequeño tamaño y sólo fueron medidos y pesados.

En cuanto a la comparación de la relación talla - peso durante los años 1997 y 1998, se observó una diferencia significativa entre las pendientes ($t = 3,516$; $P<0,05$) y las interceptas ($t = 14,67$; $P<0,05$), reflejando un mayor peso por talla durante 1997. Asimismo, las comparaciones entre las pendientes e interceptas de las ecuaciones de longitud - peso para hembras y machos no reflejaron diferencias significativas ($P > 0,05$). Todas las pendientes de hembras y machos durante 1997 y 1998 fueron mayores a 3, indicando un crecimiento alométricamente positivo.

4.2.4. Proporción sexual

Se obtuvo un total de 2026 ejemplares, de los cuales 1157 (57,1 %) fueron hembras y 869 (42,9%) fueron machos. Durante 1997, 678 (58,6%) ejemplares fueron hembras y 479 (42,4%) machos. Durante 1998, 536 (61,7%) fueron hembras y 333 (38,3%) machos (Tabla 7).

Las proporciones sexuales anuales durante 1997 y 1998 fueron significativamente diferentes de la proporción 1:1 (X^2 Pearson = 34,23; 47,42; $P < 0.01$). Sin embargo, en junio, julio y setiembre de 1997; y en marzo, junio, setiembre y octubre de 1998, las proporciones sexuales no fueron diferentes de la proporción 1:1 ($P> 0,01$) (Tabla 7).

Las proporciones sexuales por intervalos de tallas durante 1997 y 1998 mantuvieron valores no significativamente diferentes ($P>0,01$) de la proporción sexual 1:1; pero en algunos pocos intervalos sí lo fueron ($P<0,05$) (Tablas 8-9).

4.2.5. Madurez sexual

Los valores porcentuales de los estadios de madurez de caracol para el periodo de estudio se presentan en la tabla 10 y figura 18.

Durante 1997, el estadio desovante en el área Alfajes osciló entre el 28,8 % (diciembre) y 68,4 %(setiembre) presentando dos picos de mayor abundancia en los meses de enero y setiembre. En el área Mal Nombre osciló de 5,8 % (enero) a 73,6 % (julio) presentando dos periodos de máxima, con picos en los meses de julio y noviembre.

En el área Palomino durante 1997, el estadio desovante osciló entre 18,1 y 45,4%, presentando dos picos en junio - julio y noviembre - diciembre. Durante 1998, los valores porcentuales oscilaron entre 14,3 y 34,8 %; a diferencia de 1997, esos valores no mostraron estacionalidad, siendo menores en el mes de setiembre y en el resto del año variaron de 26,0 a 34,8 %. En general, los porcentajes de desove correspondientes a 1998 fueron menores a los observados en 1997.

El estadio I (Inmaduro) alcanzó entre 20,8 y 69,4 % en el área Mal Nombre, con dos picos de abundancia en enero y setiembre; en el área Alfajes los valores oscilaron entre

23,6 y 51,4 % con dos picos en abril - junio y noviembre. En estas dos áreas el estadio inmaduro presentó una marcad estacionalidad: fue mayor a inicios del año, tuvo sus valores mínimos en julio, para luego aumentar hacia setiembre y octubre. En el área Palomino, los valores oscilaron entre 25,9 y 61,3 % durante 1997; y en 1998, entre 29,8 y 60,2%. Al igual que en las dos áreas anteriores, este estadio presentó una estacionalidad, con mayor abundancia en abril y octubre de 1997, y marzo y setiembre de 1998.

Respecto a la progresión de los estadios inmaduro y desovante, estos presentaron una alternancia en sus abundancias durante el periodo de estudio. Esto es, el estadio inmaduro presentó mayores valores durante el verano e inicios de primavera, mientras que el estadio desovante durante invierno y a fines de primavera.

4.2.6. Variaciones en la disponibilidad de *Semimytilus algosus*

Semimytilus algosus en el submareal rocoso de la Isla Palomino durante el periodo de abril de 1997 a febrero de 1999 se caracterizó por presentar altos valores de densidad y biomasa desde abril a setiembre de 1997. Los valores máximos de densidad oscilaron entre 560 y 1820 ejemplares 0,25 m^{-2} y los de biomasa entre 374 y 1159 g 0,25 m^{-2}. De octubre de 1997 a enero de 1998, los valores registrados en fueron menores alcanzando máximos entre 57 y 326 individuos m^{-2}, y de 76 a 333 g m^{-2} para la densidad y biomasa respectivamente. Posteriormente a enero de 1998 hasta febrero de 1999 los valores registrados en densidad y biomasa fueron nulos (Figura 19).

4.3. Alteraciones en la dinámica poblacional durante el eventoEl Niño 1997 -98

4.3.1. Tasas de crecimiento

Se marcó un total de 7009 ejemplares de caracol (2938 en 1997 y 4071 en 1998), de los cuales se recuperaron un total de 637 ejemplares (256 en 1997 y 381 en 1998) obteniéndose una tasa de recaptura de 8,71% en 1997 y 9,36% en 1998.

Los valores de las tasas de crecimiento por intervalo de talla se presentan en las tablas 11-12 y figura 20. Las tasas de crecimiento durante 1997 oscilaron entre 0,00 y 2,75 mm mes^{-1} en el intervalo 32,5 a 72,5 mm; mientras que para 1998 estas fueron menores, con valores que oscilaron de 0 a 1,20 mm mes^{-1} en el intervalo 16,5 a 60,5 mm. De igual manera, el crecimiento presentó una mayor oscilación durante 1998 (C<0,4) respecto a lo observado durante 1997 (C<0,2).

Los parámetros de crecimiento estimados por los métodos de Gulland y Holt (1959) y Fabens (1965), usando los datos de la captura, marcaje y recaptura se presentan en la tabla 13 y figuras 21 y 22. Los valores de K fueron de 0,54 y 0,18 t^{-1} para 1997 y 1998

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

respectivamente.

4.3.2. Reclutamiento

Las variaciones en el número promedio mensual de ejemplares menores o iguales a 34 mm de longitud se presentan en la figura 23. Los ejemplares de tamaño pequeño en las tres áreas se encuentran principalmente entre los meses de noviembre y diciembre en las áreas Alfajes y Mal Nombre; y entre los meses de setiembre de 1997 y enero de 1998 en el área Palomino.

Los estimados de patrón de reclutamiento para las áreas Mal Nombre y Alfajes durante 1997 y Palomino durante 1997 - 1998 se presentan en la figura 24. Si bien se observa que existe un reclutamiento a lo largo de todo el año, puede observarse máximos en los meses invierno (julio-agosto) y verano (diciembre - marzo). En el área Alfajes los resultados indican un patrón estacional con un período predominante de 4 meses, diciembre - marzo concentrando un 55,0% del reclutamiento total y un 25% entre los meses de julio y agosto. En el área Mal Nombre también se presentó un patrón estacional con un período predominante de 4 meses, junio - septiembre concentrando un 58,0% del reclutamiento total y un 30% entre los meses de enero y abril. En el área Palomino, el patrón de reclutamiento mostró un período de 6 meses (junio - noviembre) que concentra un 70,0% del total del reclutamiento, y un reclutamiento constante del 5% entre los meses de enero a mayo.

Estos patrones de reclutamiento corresponden a la aparición de individuos que generan grupos modales con tallas de 7 a 22 mm en los muestreos poblacionales durante 1997 y 1998, identificados como la primera componente normal por el método de Bhattacharya (Sparre y Venema, 1995), los cuales deben tener una edad promedio de 2 a 5 meses de acuerdo a la ecuación de Von Bertalanffy.

4.3.3. Tasas de mortalidad

Mortalidad natural

El porcentaje de caracoles muertos a inicios de 1998 (enero - marzo) osciló de 0,66 a 0,84%; a inicios de 1999 (enero - febrero) osciló de 1,98 a 2,37%, esto es un aumento en un 300 % (Tabla 14).

Por el método de Pauly, los valores de mortalidad natural de caracol oscilaron de 0,65 - 0,74 año^{-1} en un rango de temperatura de 14 a 19°C durante 1997. En 1998, los valores fueron de 0,30 a 0,40 año^{-1} con una variación de 13 a 23°C. Por el método de Rikhter y Efanov (1976) el valor estimado fue de 1,18 para una edad relativa de primera madurez de 1,1 años (Tabla 13).

Mortalidad total y esfuerzo de pesca

Durante 1997, se desembarcó un total de 9,612 millones de ejemplares cuyas tallas oscilaron entre los 32 y 83 mm y una media de 49 mm (Fig. 25). Durante 1998 se desembarcaron 4,395 millones de ejemplares con un rango de tallas entre 23 y 74 mm, y

talla media de 45 mm (Fig. 26).

Los valores de mortalidad total estimados fueron de 2,25 y 1,06 año^{-1} para 1997 y 1998 respectivamente (Figs. 27 y 28).

Durante 1997, el total de viajes fue 2577, con un valor promedio de 215 viajes por mes. En 1998 el número de salidas fue 1424 con un promedio de 119 mensuales. Esto representa una reducción en un 45% respecto a 1997, lo que implica una reducción de la mortalidad por pesca durante 1998 (Tabla 13).

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

5. DISCUSIÓN

El evento El Niño 1997-98 ha sido considerado como uno de los más intensos del siglo XX. Su desarrollo frente a las costas del Perú fue muy diferente; se inició a finales del verano y comienzos del otoño de 1997 (Jaimes, 1999).La temperatura superficial del mar registrado en la estación Callao (IMARPE), mostró las mismas tendencias presentadas en la isla Cabinzas, pero con temperaturas mayores en 1 ó 2 grados durante este mismo período. En la figura 19, se presenta la desviación de la temperatura superficial del mar en la isla Cabinzas y en la estación Callao, respecto al patrón Callao para los años 1965 a 2000. Se puede observar que, durante el período de estudio, las desviaciones fueron positivas desde marzo de 1997 a junio de 1998 en la estación Callao; y de mayo de 1997 a abril de 1998 en la Isla Cabinzas. Las diferencias observadas se deberían a las características de circulación y exposición de cada una. Así, en la isla Cabinzas las menores temperaturas registradas se deberían a la mayor circulación que ésta presenta al encontrarse a una distancia de 2 millas de la costa, mientras que la estación Callao se encuentra en una zona protegida.

Las consecuencias negativas y positivas del evento el Niño sobre las poblaciones marinas han sido descritas por muchos autores; una recopilación de estos se encuentra en Tarazona *et al*. (2001); Arntz y Fahrbach, (1996); y Diaz y Orlieb (1993). Los efectos se manifiestan a diferentes niveles, desde las playas y orillas, el sistema pelágico de mar abierto, hasta los fondos profundos.

Los valores de densidad en las áreas de estudio fueron mayores a 17,4 caracoles por m² encontrados por Avendaño *et al.* (1997) en Antofagasta (Chile). Estas altas

densidades podrían deberse a que en el área del Callao, el submareal rocoso presenta una estrecha franja, no mayor de 100 m de distancia de la orilla, con una pendiente pronunciada, lo que posibilitaría una mayor agregación, conllevando a un alto grado de competencia intraespecífica por el alimento, lo que no permitiría un mayor crecimiento corporal de esta especie, mientras que las bajas densidades encontradas en Chile, posibilitarían un mayor tamaño.

Las mayores densidades observadas en el área del Callao durante setiembre de 1997 a enero de 1998, se deberían en parte a una mayor agregación con fines reproductivos y alimenticios, tal como fue observado en Antofagasta por Avendaño *et al*. (1998), meses en los cuales los porcentajes de estadio desovante se incrementan. Pero en este estudio, no se ve claro debido a un alto porcentaje de ejemplares en estadios iniciales de madurez. Las mayores concentraciones en estos meses permitirían una mayor accesibilidad del recurso a la pesca, aumentando la captura por unidad de esfuerzo, tal como se había observado en la caleta Tortugas, Perú (Tresierra *et al.* 1994).

Las mayores densidades de caracol *Stramonita chocolata* observadas en las áreas Mal Nombre y Alfajes respecto al área Palomino, guardan una estrecha relación con una mayor disponibilidad de alimento (observaciones visuales). Se conoce que la abundancia de gasterópodos prosobranquios (como *Stramonita chocolata*), se ve incrementada cuando los bivalvos y cirrípedoss forman un importante conglomerado en el mediolitoral de substrato duro (Kinne, 1982), los que a su vez están permanentemente sólo en playas con grandes rangos de mareas (> 1,5 - 1,8 m), como es el caso de las áreas Mal Nombre y Alfajes, lo cual motiva una mayor presencia de alimento en la zona intermareal. Esto no ocurre en el área Palomino.

El rango de tallas encontradas durante el periodo de estudio fue de 5 a 77 mm, el cual es mayor a lo en la caleta Tortugas Huaranga (1995). Esta diferencia se debería a la procedencia de las muestras. En la caleta Tortugas el muestreo procedía de los desembarques, el cual está sesgado por la selectividad comercial, y en este estudio se trata de muestreos poblacionales.

Respecto a las tallas de esta especie, en Chile se han hallado especimenes mayores a 100 mm en Antofagasta (Avendaño *et al*.1996), y también en la Segunda región (Ossandon, 1987). En el Perú, las tallas máximas conocidas son 82 mm en el litoral norte (Huaranga, 1995), y 84 mm en el sur (Barriga y Quiroz, 1998); en el área del Callao se ha registrado hasta 83 mm durante 1997 y 1998 (informes internos IMARPE). Las diferencias observadas, podrían deberse a una intensa actividad extractiva en el Perú que no permite a la especie alcanzar mayores tallas, lo que no sucedería en Chile, donde la actividad extractiva es regulada por vedas de varios meses, lo que permite una recuperación del recurso (Avendaño *et al*. 1996); también podría deberse a que exista una diferencia latitudinal por tamaños de esta especie.

En el área Palomino se halló diferencia en el rango de tallas durante 1997 y 1998. Esto se debería a las mayores tasas de crecimiento observadas durante 1997. En 1998 hubo escasez de ejemplares mayores a 55 mm. Si para 1997 consideramos la tasa promedio de crecimiento (1,76 mm mes^{-1}) observada en el intervalo 44,5 - 48,5 y la multiplicamos por un año, tendríamos que los ejemplares que al inicio del año tenían una talla promedio de 47,54 mm (Grupo 4, Fig. 14) a finales del mismo, alcanzarían una talla

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

media de 68,66 mm (grupos 5 y 6 de la fig. 14). Por otro lado, si para 1998 consideramos los ejemplares que al inicio del año tenían una talla media de 46,46 mm (grupo 4, Fig. 15), y una tasa de crecimiento promedio de 0,90 mm mes^{-1} para el intervalo 44,5 - 48,5 (tabla 12), al final del mismo, tendrían una talla promedio de 57,26 mm (Grupo 5 y 6, Fig. 15). Esto permitiría concluir que las diferencias observadas en los rangos de tallas se deben más a diferencias en las tasas de crecimiento que a una actividad extractiva.

En 9 de los 16 meses muestreados, los valores de proporción sexual por meses generalmente fueron diferentes de la proporción 1:1, con predominio de las hembras sobre los machos, lo cual parece ser característico de los moluscos gonocorísticos, y que este predominio se incrementa con la edad (Feare, 1970). Sin embargo en los meses restantes las proporciones sexuales no fueron diferentes de 1:1.

La presencia porcentual continua de todos los estadios de madurez sexual en la población fue una característica de esta especie durante el periodo de estudio. La presencia constante del estadio de máxima madurez (III), tanto en hembras como en machos, durante todo el año es característica de muchas especies de gastrópodos que presentan un periodo prolongado de reproducción, tal como fue observado por Shepherd y Laws para *Haliotis roei*, *H. ruber y H. scalaris*; Underwood para *Morula marginalda*; Houston para *Thais emarginata* y *T. caniculata* (en Rojas *et al*. 1986) y Ramorino (1975) y Aviles y Lozada (1975) para *Concholepas concholepas*. En este sentido *Stramonita chocolata* no escapa de esta característica, al ser considerado como una especie con un desarrollo ovocitario asincrónico, en vista de que en una misma gónada puede haber ovocitos en diferentes fases de desarrollo (Tresierra *et al*. 1994).

El largo periodo de desove en 1998 observado de enero a agosto, a diferencia de la estacionalidad observada durante 1997, podría deberse a un efecto prolongado de las mayores temperaturas observadas desde fines de 1997 a inicios de 1998, ya que en esta especie y en la concha de abanico, la capacidad hereditaria no sólo de soportar altas temperaturas, sino de utilizarlas para un desarrollo más rápido y una mayor producción, acorta el intervalo entre las fases reproductivas, debido al parecer a efectos de las altas temperaturas, como las observadas durante 1983 (Arntz y Fahrbach, 1996).

La alternancia observada entre los máximos de reclutas y de desove, hace razonable suponer que los picos de reclutamiento procedan del desove de invierno en Alfajes y Mal Nombre, mientras que en el área Palomino, las altas abundancias observadas entre setiembre y enero, procedan de los desoves de otoño e invierno. En el área de Palomino, si bien los porcentajes de desove durante 1998 fueron ligeramente menores, pero con una mayor estabilidad, que en 1997, la presencia de varios picos de abundancia de reclutas durante 1998 guarda correlación con un desove constante observado entre marzo y agosto.

Los resultados en cada una de las áreas analizadas, indican un patrón de reclutamiento estacional ligeramente diferente; esto podría deberse a factores ambientales como la temperatura del mar, la que sincroniza con la reproducción (Giese y Pearse, 1974) o con factores como períodos favorables de abundancia de alimento (Rojas *et al*. 1986), o con factores físicos como el grado de exposición al oleaje, factor que impide el asentamiento en épocas de alta turbulencia. (Kinne, 1982). De otro lado, se sabe que estas variables (temperatura, alimentación y oleaje) son modificadas durante un

evento El Niño, y asimismo intuyendo que cada una de estas zonas tiene una historia diferente de colonización, es de esperarse variaciones en sus patrones de reclutamiento de las especies que las colonizan. Un factor biológico que no es considerado en las diferencias presentadas en el reclutamiento es la estratificación, ya que se ha observado que los ejemplares pequeños se encuentran generalmente en estratos más superficiales, zonas en las que muchas veces es difícil de muestrear, de tal manera que las diferencias observadas en cuanto a presencia de reclutas entre los meses de enero y julio en las área Mal Nombre y Alfajes podrían deberse a esta característica.

Las mayores tasas de crecimiento de *Stramonita chocolata* durante 1997, coinciden con una mayor presencia del alimento (*Semimytilus algosus*) encontradas en el submareal hasta finales de 1997. La mayor disponibilidad de los mitílidos en el submareal hacia finales de 1997 se produjo debido a un mayor desprendimiento de conglomerados de mitílidos debido a fuertes corrientes características de eventos El Niño. Este desprendimiento pudo haber posibilitado que *Stramonita chocolata* modificara el comportamiento alimentario, ya que esta especie realiza migraciones verticales al intermareal para alimentarse de mitílidos, durante todo el día.

Variaciones en la disponibilidad de alimento y en la temperatura superficial del mar durante el evento El Niño, tuvieron un efecto positivo sobre el crecimiento, como lo observado en el gastrópodo *Concholepas concholepas* (Varela y Friedli, 1995), de tal manera que las anomalías térmicas positivas observadas desde junio de 1997, más las presencia cada vez mayor de alimento, pudo haber modificado positivamente los procesos de ingestión y asimilación, posibilitando mayores tasas de crecimiento. Las menores tasas de crecimiento observadas durante 1998, se deberían a un cambio de régimen de dieta, ya que se sabe que el caracol es una especie saprófaga (Arntz y Fahrbach,1996).

Las tasas de crecimiento individual por intervalos de tallas presentaron una gran variabilidad, esta característica es común en los moluscos (Bayne y Womall, 1980), probablemente debido a las diferentes condiciones a microescala del ambiente y no a diferencias genéticas.

La longitud infinita ($L\infty$) estimada para esta especie varía ampliamente, así Huaranga (1995), estima un valor de 98 y 99 mm para machos y hembras, Ossandon (1987) para siete zonas de la II región chilena halló un valor de 129 mm; Miranda (1975) estimó un valor de 80,2 mm para la bahía de Mejillones (Sur de Chile). Los mayores valores fueron obtenidos mediante métodos de análisis de frecuencia de tamaños, mientras que los menores valores fueron obtenidos utilizando la técnica de conteo de anillos en opérculos (Miranda, 1975) y a partir de los datos de marcaje - recaptura (este trabajo), por lo que las diferencias pueden deberse a la metodología utilizada, debido a que los primeros métodos suponen que los grupos modales encontrados en la composición por tallas son clases anuales o cohortes, mientras que los resultados del análisis directos, como el marcaje - recaptura muestran tasas de crecimiento por intervalo de tallas a partir de los cuales se infiere el crecimiento para la especie.

Respecto al coeficiente de Brody “K”, (Ricker, 1975), parámetro que determina la velocidad con que se alcanza la talla máxima, los valores estimados para esta especie difieren grandemente, lo que tiene su origen en la metodología utilizada. Así Gulland y

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

Rosemberg (1992), afirman que los métodos de análisis de frecuencias de tallas sobrestiman este parámetro, proporcionando un rápido crecimiento, como el obtenido por Huaranga (1995), quien estima que esta especie es de vida corta, mientras que los resultados obtenidos en este estudio indican que esta especie es de vida medianamente larga (8 años).

La mortalidad natural es un parámetro muy difícil de estimar y de mucha utilidad en la evaluación de poblaciones. Existen muchas relaciones de este parámetro con características de la especie. Se sabe que especies longevas tienen una baja tasa de mortalidad natural y viceversa (Alverson y Carney 1975; Alagaraja 1984; Hoening, 1983) siendo por este motivo los valores de mortalidad natural hallados por el método de Rikhter y Efanov´s considerados como una sobrestimación. También existe una estrecha relación entre la mortalidad natural, la temperatura y los parámetros de crecimiento (Pauly, 1980b), así como la relación entre la mortalidad natural y la edad de primera madurez sexual (Rikhter y Efanov`s, 1976). Las diferencias encontradas en las estimaciones de mortalidad natural por el método de Pauly y el conteo de ejemplares muertos por unidad de área, se deben a que en la ecuación de Pauly existe una relación inversa entre la temperatura y la mortalidad, y no considera un factor como es la alimentación. La mayor supervivencia (menor mortalidad natural) de otras especies como la concha de abanico durante eventos como El Niño, se deben a efectos conjuntos de una mayor temperatura y mayor disponibilidad de alimento; sin embargo, si bien el caracol puede soportar y adecuarse a mayores temperaturas, la menor disponibilidad de alimento y un cambio de régimen de dieta, posibilitaron una mayor mortalidad natural.

La estimación indirecta de edad relativa, y la baja presencia porcentual de ejemplares muertos, nos dan una idea de que esta especie presenta una baja mortalidad natural, lo que se vería reflejado en una gran abundancia y dominancia de esta especie en el submareal rocoso del área del Callao.

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

6. CONCLUSIONES

- Durante 1997 la población de *Stramonita chocolata* presentó un mayor rendimiento en peso por talla debido al incremento significativo de la relación longitud - peso (intercepto y pendiente)
- Los mayores valores de densidad y biomasa observados durante 1997 se debieron a una más amplia estructura por tallas originados por una mayor presencia de reclutas y de individuos adultos.
- Los cambios de temperatura durante el evento El Niño 1997-98 estarían induciendo una prolongación del periodo de desove y reclutamiento de *Stramonita chocolata* observados durante 1998.
- Una disminución en las tasas de crecimiento de 2,75 mm mes^{-1} a 1,20 mm mes^{-1}, y un aumento de la mortalidad natural durante 1998, estaría relacionado a una diferencia marcada de la temperatura y disponibilidad de alimento durante El Niño 1997-98.

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

BIBLIOGRAFÍA

Alagaraja, K. 1984. Simple methods for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks. Indian. J.Fish., 1: 177-208

Alverson, D. and J. Carney. 1975. A graphic review of the growth and decay of cohorts population. J. Cons. Int. Explor. Mer. 36(2): 133-142

Arntz, W. y E. Fahrbach.1996. El Niño experimento climático de la naturaleza. 312 p.

Avendaño, M., M. Cantillanez, H. Baeza y M. Oliva. 1996. Estructura de tallas de Thais chocolata (Duclos, 1832) (Gastrópoda, Thaididae) en desembarques de la región de Antofagasta - Chile. Estud. Oceanolog. 15: 11-15

Avendaño, M., M. Cantillanez, A. Olivares y M. Oliva. 1997. Conducta reproductiva de Thais chocolata (Duclos, 1832) (Gastrópoda: Thaididae) en la Rinconada, Antofagasta, Chile. Causal de Vulnerabilidad a la pesca. Rev. Biolog. Mar y Oceanog. 32(2): 177-187

Avendaño, M., M. Cantillanez, A. Olivares y M. Oliva. 1998. Indicaores de agregación reproductiva de Thais chocolata (Duclos, 1832) (Gastrópoda:Thaididae) en Caleta Punta Arenas (21°38'S-70°09'W). Investigaciones marinas 26: 15-20.

Aviles, A.S y L. Lozada. 1975. Estudio histológico del ciclo reproductivo de Concholepas concholepas (Brugiere, 1789) en Punta Saliente, Coquimbo. Bol. Soc. Biol.. Concepción, XLIV: 207-218

Barriga, E., M. Quiroz. 1998. Prospección del recurso "caracol" (Thais chocolata) en el litoral de Moquegua y Tacna. Julio 1997. Inf. Prog. Inst. Mar Perú N°90

Bayne B.L. and C.M. Womal. 1980. Growth and production of mussels Mytilus edulis from two populations. Mar. Ecol. Prog. Ser: 317-328

Dall, W.H. 1909. Report in a collection of shells from Peru with a summary of the littoral marine mollusca of the Peruvian zoological province. Proc. U.S.N.Mus., 37 (1704) : 147-297

Diaz, A. y L. Orlieb. 1993. El fenómeno “El Niño” y los moluscos de la costa peruana. Bull. Inst. fr. Études andines. 22(1): 159 - 177

Espino, S. M. 1972. Anatomía e histología del tubo digestivo de Thais chocolata (Duclos, 1832) (Thaididae, Neogastropoda). Tesis para optar el grado de bachiller. U.N.M.S.M

Feare, C.J. 1970. The reproductive cycle of dog-whelk (Nucella lapidus). Proced. Malac.. Soc. London,39(2/3):125-137

Gayanilo, F y Pauly D. 1987. FAO - ICLARM. Stocks Assessment Tools. Reference manual. FAO Computerized information series fisheries N°8

Giese,A.C. and J. Pearse. 1974. Introduction: General principles. In: Reproduction of marine invertebrates. A.C.Giese and J.S. Pearse. Eds., Vol I, pp 1-49. Academic Press, New York.

Gonzales, F., B. Veneros y M. Díaz. 1990. Algunos aspectos bioecológicos de Thais sp en la caleta de Huanchaco. COMARC - COSALC.

Gulland, J and A. Rosemberg. 1992. A review of length - based approaches to assessing fish stocks. FAO. Fish. Tech. Paper. 323

Hoening, J.M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates Fish. Bull. NOAA / NMFS, 81(4): 898 - 903

Huaranga, M.F. 1995. Parámetros poblacionales y tasas de explotación de Thais (stramonita) chocolata (Duclos, 1832) abril 1994 - marzo 1995. Tesis para optar el grado académico de Master. Univ. Nac. De Trujillo.

Jaimes, E. 1999. Condiciones meteorológicas a nivel global y local, cambio climático y “El Niño 1997 - 98”. Rev. Peruana de Biología. Vol. Extraordinario: 1-8.

Keen, A. 1971. Sea shells of tropical West America. Marine mollusks from Baja California to Peru. Second ed. Stanford Univ. Press. California 170 pp.

Kinne, O. 1982. Marine Ecology. Vol. V. Ocean management, zonations and organism assemblages. Part .1. 642 pp.

Miranda, B.O. 1975. Crecimiento y estructura poblacional de Thais (stramonita) chocolata (Duclos, 1832) en la Bahía de mejillones del sur de Chile. (Mollusca, Gastropoda, Thaididae). Rev. Biol.. Mar. Valparaíso, 15 (3): 263 - 286

Ossandon, V. 1987. Estudio de algunos parámetros vitales del recurso locate Thais chocolata, en la II Región. Tesis para optar el título de ingeniero de Ejecución de Pesca. Univ. Del Norte. Facultad de Ciencias del Mar. Dpto. de Pesquería, Coquimbo. Chile. 60 pp

Osorio, W., J. Atria y S. Mann. 1979. Moluscos de importancia económica en Chile. En Biología Pesquera. Serv. Nac. Pesca. Santiago de Chile N°11: 3-47

Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters,

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J.Cons. 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

Peña, M.G. 1973. Gasterópodos marinos del Perú con descripción de nuevas especies. Tesis para optar el grado de Doctor. U.N.M.S.M

Ramorino, M.L. 1975. Ciclo reproductivo de Concholepas concholepas en la zona de Valparaíso. Rev. Biolog. Mar. Valparaíso, 15 (2): 49-147

Retamales, G. 1982. Prospección, evaluación y reproducción del erizo, ostión y locate. SERPLAC - IFOP, Chile.

Ricker, W. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Bull. Fish. Research Board of Canada

Rikhter, V and E. Efanov. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish population. ICNAF. Res. Doc., 76/VI/8: 12p

Robles, G. 1991. Algunos aspectos biológicos poblacionales del caracol Thais chocolata durante el año 1987 de la zona de Matarani. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.

Rojas, N., J. Tarazona y V. Ishiyama. 1986. Ciclos de reproducción y escala de madurez gonadal en el caracol Thais (stramonita) chocolata (Duclos 1832). Revista Ciencias U.N.M.S.M., Vol. 74, N°1 pp 117 -129

Romero, M. 1991. Desarrollo intracapsular de Thais (stramonita) chocolata (Duclos, 1832) (Prosobranchia : Neogastropoda : Thaididae). Univ. Católica del Norte. Facultad de Ciencias del Mar, Coquimbo - Chile.

Sparre, P. Y S. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales Parte I - Manual. FAO. Doc. Tec. Pesca. 306/1.

Tarazona, J; W. Arntz y E. Castillo (Eds). 2001. El Niño en América Latina Impactos Biológicos y Sociales. 423 p.

Tresierra, A; B. Veneros; E. Quiroz y J. Ramírez. 1994. Biología y pesquería de Thais (stramonita) chocolata (Duclos, 1832) en la bahía de Tortugas y Guayuná (Distrito de Casma, Provincia de Casma, región Chavín, Perú) Trujillo - Perú (Informe Proyecto).

Varela, C. y D. Friedli. 1995. Efecto de la temperatura y el alimento en la ingestión y asimilación de Concholepas concholepas (Brugiere, 1789). Medio Ambiente 12(2): 87-96.

Vegas, V.M. 1968. Revisión taxonómica y zoogeográfica de algunos gastrópodos y lamelibranquios marinos del Perú. Anales científicos de la Universidad Nacional Agraria. 6(1/2): 1-29

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

ANEXOS

TABLAS Y FIGURAS

DENSIDAD (N° / 0,25 m²)

Mes	N° muestras	Media	Mediana	St. Dev	Error St. Media	Quartil 1	Quartil 3
Abr-97	8	32.40	20.00	43.90	10.10	7.00	26.00
Jun-97	8	31.44	34.00	21.70	7.23	14.00	45.50
Jul-97	8	62.70	67.00	37.50	15.30	22.00	97.00
Sep-97	8	99.50	91.00	71.30	25.20	47.70	131.50
Oct-97	8	100.50	75.00	117.70	41.60	5.50	171.30
Nov-97	8	123.70	123.00	79.20	32.30	53.50	182.50
Dic-97	8	104.30	96.00	105.50	37.30	13.80	144.50
Ene-98	8	169.10	123.00	141.00	53.30	42.00	293.00
Mar-98	8	75.30	85.00	35.80	12.70	42.50	108.50
Jun-98	8	51.40	67.00	41.20	18.40	8.00	87.00
Ago-98	8	116.60	96.00	68.60	24.30	69.30	144.00
Oct-98	8	101.40	43.00	117.50	41.50	19.30	193.50
Nov-98	8	72.10	72.00	29.80	10.50	44.00	97.70
Ene-99	8	31.80	23.50	29.20	10.30	4.20	65.70
Feb-99	8	67.30	30.00	85.30	28.40	16.50	101.50
Abr-99	8	47.90	25.00	49.60	16.50	8.50	88.00
Jun-99	8	24.56	27.00	11.01	3.67	17.50	31.20

BIOMASA (kg / 0,25 m²)

Mes	N° muestras	Media	Mediana	St. Dev	Error St. Media	Quartil 1	Quartil 3
Abr-97	8	0.35	0.28	0.30	0.07	0.12	0.46
Jun-97	8	0.69	0.52	0.59	0.20	0.24	1.02
Jul-97	8	1.14	0.87	1.15	0.47	0.42	1.70
Sep-97	8	1.18	1.22	0.57	0.20	0.69	1.62
Oct-97	8	1.37	0.99	1.38	0.49	0.07	2.74
Nov-97	8	2.23	2.54	1.24	0.51	1.06	3.11
Dic-97	8	1.18	0.31	1.60	0.57	0.07	2.79
Ene-98	8	1.53	1.55	0.92	0.35	0.73	2.34
Mar-98	8	0.65	0.65	0.43	0.15	0.23	1.01
Jun-98	8	0.49	0.51	0.21	0.09	0.29	0.67
Ago-98	8	0.98	0.87	0.59	0.21	0.48	1.21
Oct-98	8	0.67	0.38	0.71	0.25	0.18	1.28
Nov-98	8	0.64	0.52	0.29	0.10	0.34	0.95
Ene-99	8	0.35	0.26	0.32	0.11	0.05	0.62
Feb-99	8	0.39	0.34	0.39	0.13	0.11	0.57
Abr-99	8	0.42	0.41	0.38	0.13	0.09	0.57
Jun-99	8	0.28	0.26	0.18	0.06	0.17	0.30

Tabla 1. Valores de densidad y biomasa de caracol Stramonita chocolata por unidad de área en la Isla Palomino, Callao.

DENSIDAD (N° / 0,25 m²)

Zona	N° muestras	Media	Mediana	St. Dev	Error St. Media	Quartil 1	Quartil 3
Alfajes	42	173.100	131.000	143.800	21.700	56.500	280.700
Mal Nombre	28	217.300	197.500	147.800	26.100	110.700	301.200
Palomino	56	69.500	38.500	76.640	9.670	13.250	108.600

BIOMASA (kg / 0,25 m²)

Zona	N° muestras	Media	Mediana	St. Dev	Error St. Media	Quartil 1	Quartil 3
Alfajes	42	2.238	1.483	2.328	0.351	0.743	2.899
Mal Nombre	28	2.267	2.423	1.457	0.268	1.049	3.105
Palomino	56	0.982	0.583	1.058	0.134	0.171	1.294

Tabla 2. Valores de densidad y biomasa de caracol Stramonita chocolata en las zonas Alfajes y Mal Nombre (Isla San Lorenzo) y en la Isla Palomino, Callao durante 1997.

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

(mm)	ENE	ABR	JUN	JUL	SET	OCT	NOV	DIC
1								
4				1	1		1	3
7				4	10	7	4	29
10		10	1	9	35	72	80	93
13	13	23	6	5	61	56	181	110
16	16	28	8		43	59	176	157
19	29	34	21	2	24	58	131	168
22	40	39	28	6	35	33	85	163
25	43	52	37	6	52	33	53	167
28	62	52	56	6	66	18	41	75
31	79	65	80	5	84	29	61	53
34	91	79	111	26	103	27	63	61
37	123	111	170	21	113	36	102	43
40	81	90	140	53	108	55	125	85
43	89	73	170	42	110	42	121	66
46	37	39	136	59	64	34	81	48
49	28	34	113	37	49	30	45	25
52	18	27	72	32	48	10	33	14
55	9	34	49	30	32	11	25	5
58	3	14	15	14	14	9	9	4
61	1	7	6	10	11	1	2	5
64	1	6	9	1	5	1	1	
67		1		1	5		1	
70					1			
73		1						
76								
TOTAL	763	819	1228	370	1074	621	1421	1374
MEDIA	34.9	35.6	40.1	42.7	34.8	28.3	28.6	25.2

Tabla 3. Composición por tallas de caracol Stramonita chocolata en el área Mal Nombre (Isla San Lorenzo), Callao durante 1997.

(mm)	ENE	ABR	JUN	JUL	SET	OCT	NOV	DIC
1								
4								12
7					4	13	4	88
10		17	1		10	16	73	141
13	1	26	7		30	22	137	77
16	5	48	19	6	17	7	104	57
19	5	50	33	8	18	5	67	25
22	9	54	50	12	42	12	25	17
25	16	65	60	32	58	6	31	16
28	27	45	59	22	143	20	71	44
31	51	53	87	44	174	20	130	86
34	48	56	74	58	203	34	230	98
37	85	80	79	72	245	45	238	81
40	93	110	57	136	163	39	240	115
43	95	137	70	106	167	51	170	47
46	75	127	29	139	114	36	117	55
49	39	115	25	101	69	24	54	20
52	56	84	12	44	67	14	22	18
55	23	40	7	47	30	9	9	12
58	17	11	9	16	18	4	4	7
61	15	5	4	8	8		2	4
64	5	2	2	7	3		1	
67	4			4	1		1	
70	4			2				
73								
76								
TOTAL	673	1125	684	864	1584	377	1730	1020
MEDIA	41,6	37,5	33,9	42,1	36,7	35,0	32,7	27,3

Tabla 4. Composición por tallas de caracol Stramonita chocolata en el área Alfajes (Isla San Lorenzo), Callao durante 1997.

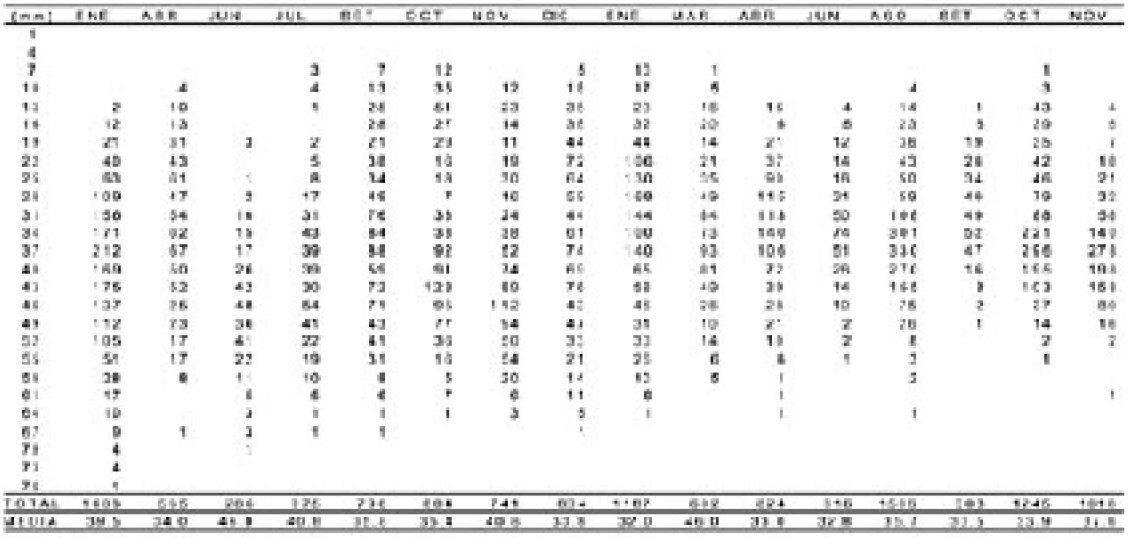


Tabla 5. Composición portallas de caracol Stramonita chocolata en la isla Palomino, Callao durante 1997 y 1998.

Año	Ecuación P (g); L (mm)	R²	n	t calculado		p	
				Intercepto	Pendiente	Intercepto	Pendiente
1997	P = 0.000133 L ^ 3.105790	0.9959	1324	14.67	3.516	< 0.05	< 0.05
1998	P = 0.000142 L ^ 3.093961	0.9855	1078				
Año - Sexo							
1997 (Hembras)	P = 0.000131 L ^ 3.110537	0.9903	701	1.002	1.04	>0.05	>0.05
1997 (Machos)	P = 0.000123 L ^ 3.120891	0.9861	580				
1998 (Hembras)	P = 0.000084 L ^ 3.210714	0.9785	536	1.24	1.617	>0.05	>0.05
1998 (Machos)	P = 0.000067 L ^ 3.270576	0.9863	334				

Tabla 6. Parámetros de la ecuación longitud - peso del caracol Stramonita chocolata por años y sexos, asi como los estadísticos de la prueba t para el intercepto y pendiente de la ecuación linealizada.

	Frecuencia Observada		Frecuencia esperada					
Año - Mes	Hembras	Machos	Hembras	Machos	X² Pearson	G.L	X² Tab (95%)	X² Tab (99%)
1997								
Enero	117	62	90	90	16.99	1	3.84	6.63
Abril	91	56	74	74	8.33	1	3.84	6.63
Junio	59	49	54	54	0.93	1	3.84	6.63
Julio	66	66	66	66	0.07	1	3.84	6.63
Setiembre	78	77	78	78	0.01	1	3.84	6.63
Octubre	84	56	70	70	5.30	1	3.84	6.63
Noviembre	93	54	74	74	10.35	1	3.84	6.63
Diciembre	87	59	73	73	5.37	1	3.84	6.63
Total	678	470	579	570	34.23	1	3.84	6.63
1998								
Enero	92	49	71	71	13.11	1	3.84	6.63
marzo	72	58	65	65	1.51	1	3.84	6.63
Abril	76	46	61	61	7.38	1	3.84	6.63
Junio	59	49	54	54	0.93	1	3.84	6.63
Agosto	80	35	58	58	17.61	1	3.84	6.63
Setiembre	42	30	36	36	2.00	1	3.84	6.63
Octubre	54	37	46	46	3.18	1	3.84	6.63
Noviembre	51	29	45	45	11.38	1	3.84	6.63
Total	536	393	435	435	47.42	1	3.84	6.63

Significativamente diferente
Muy significativamente diferente

Tabla 7. Prueba de X² de Pearson para la determinación estadística de la proporción sexual mensual de Stramonita chocolata en la isla Palomino, Callao durante 1997 y 1998

Rango	Frecuencia Observada		Frecuencia esperaca					
mm	Hembras	Machos	Hembras	Machos	X² Pearson	G.L	X² Tab (95%)	X² Tab (99%)
9 - 11	2	1	2	2	0.33	1	3.84	6.63
12 - 14	6	2	4	4	2.00	1	3.84	6.63
15 - 17	18	12	15	15	1.20	1	3.84	6.63
18 - 20	29	18	24	24	2.67	1	3.84	6.63
21 - 23	44	18	31	31	10.90	1	3.84	6.63
24 - 26	40	29	35	35	1.75	1	3.84	6.63
27 - 29	48	24	36	36	6.91	1	3.84	6.63
30 - 32	44	33	39	39	1.57	1	3.84	6.63
33 - 35	25	54	40	40	10.65	1	3.84	6.63
36 - 38	42	36	39	39	0.46	1	3.84	6.63
39 - 41	47	32	40	40	2.85	1	3.84	6.63
42 - 44	46	34	40	40	1.80	1	3.84	6.63
45 - 47	42	38	40	40	0.20	1	3.84	6.63
48 - 50	46	34	40	40	1.80	1	3.84	6.63
51 - 53	53	26	40	40	9.23	1	3.84	6.63
54 - 56	46	29	38	38	3.85	1	3.84	6.63
57 - 59	40	26	33	33	2.97	1	3.84	6.63
60 - 62	32	17	25	25	4.56	1	3.84	6.63
63 - 65	14	7	11	11	2.33	1	3.84	6.63
66 - 68	9	4	7	7	1.92	1	3.84	6.63
69 - 71	3	2	3	3	0.20	1	3.84	6.63
72 - 74	4	2	3	3	0.67	1	3.84	6.63
75 - 77		1	1	1	1.00	1	3.84	6.63

Tabla 8. Prueba de X² de Pearson para la determinación estadística de la proporción sexual por intervalo de talla de Stramonita chocolata en la isla Palomino, Callao durante 1997

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

Rango	Frecuencia Observada		Frecuenca esperada					
mm	Hembras	Machos	Hembras	Machos	X² Pearson	G.L	X² Tab (95%)	X² Tab (99%)
9 - 11								
12 - 14								
15 - 17	5	1	3	3	2.67	1	3.84	6.63
18 - 20	21	6	14	14	9.33	1	3.84	6.63
21 - 23	44	11	28	28	19.80	1	3.84	6.63
24 - 26	60	20	40	40	20.00	1	3.84	6.63
27 - 29	40	32	40	40	0.20	1	3.84	6.63
30 - 32	36	44	40	40	0.80	1	3.84	6.63
33 - 35	43	37	40	40	0.45	1	3.84	6.63
36 - 38	34	45	40	40	1.53	1	3.84	6.63
39 - 41	45	34	40	40	1.53	1	3.84	6.63
42 - 44	45	35	40	40	1.25	1	3.84	6.63
45 - 47	52	20	36	36	14.22	1	3.84	6.63
48 - 50	35	20	28	28	4.09	1	3.84	6.63
51 - 53	29	11	20	20	8.10	1	3.84	6.63
54 - 56	20	11	16	16	2.61	1	3.84	6.63
57 - 59	11	5	8	8	2.25	1	3.84	6.63
60 - 62	5	1	3	3	2.67	1	3.84	6.63
63 - 65	3		2	2	3.00	1	3.84	6.63
66 - 68								
69 - 71								
72 - 74								
75 - 77								

Significativamente diferente
Muy significativamente diferente

Tabla 9. Prueba de X² de Pearson para la determinación estadística de la proporción sexual por intervalo de talla de Stramonita chocolata en la isla Palomino, Callao durante 1998

AREA : MAL NOMBRE - 1997

Estadio	Ene	Abr	Jun	Jul	Set	Oct	Nov	Dic
I	69.4	50.6	41.1	20.8	42.6	37.2	34.3	38.3
II	24.8	9.3	13.9	5.6	25.6	10.6	7.9	6.8
III	5.8	40.1	45.0	73.6	30.7	50.0	56.4	51.1
IV	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	2.3	1.4	3.8

AREA : ALFAJES - 1997

Estadio	Ene	Abr	Jun	Jul	Set	Oct	Nov	Dic
I	34.9	47.3	45.2	23.6	26.3	43.8	51.4	41.9
II	18.2	9.9	20.8	29.8	2.0	9.9	9.7	27.5
III	43.5	42.2	34.0	46.6	68.4	44.6	34.7	28.8
IV	3.4	0.6	0.0	0.0	3.3	1.7	4.2	1.9

AREA : PALOMINO - 1997

Estadio	Ene	Abr	Jun	Jul	Set	Oct	Nov	Dic
I	52.7	61.3	25.9	25.9	38.1	54.3	30.0	37.6
II	17.1	20.6	28.7	28.7	29.7	17.1	27.2	12.3
III	28.9	18.1	45.4	45.4	31.6	27.9	40.8	40.4
IV	1.3	0.0	0.0	0.0	0.6	0.7	2.0	9.6

AREA : PALOMINO - 1998

Estadio	Ene	Mar	Abr	Jun	Ago	Set	Oct	Nov
I	52.5	52.9	29.8	40.4	47.2	60.2	50.4	47.8
II	17.1	14.2	33.3	25.4	15.3	25.5	13.7	19.5
III	26.0	32.9	34.8	34.2	34.7	14.3	30.5	31.9
IV	4.4	0.0	2.1	0.0	2.8	0.0	5.3	0.9

I : Inmaduro
II : Madurante
III : Desovante
IV : Desovado

Tabla 10. Frecuencias porcentuales de estadios de madurez sexual de Stramonita chocolata en las áreas Mal Nombre y Alfajes, Callao durante 1997; y Palomino, Callao durante 1997 y 1998

Intervalo Recaptura		Tasas de crecimiento 1997 (mm x mes^{-1})							
mm	N°	Media	Mediana	St-Dev	SE media	Mínimo	Máxima	Q1 (cuartil 25%)	Q3 (cuartil 75%)
16.5-20.5									
20.5-24.5									
24.5-28.5									
28.5-32.5									
32.5-36.5	5	2.75	1.78	2.74	1.12	0.88	7.94	0.88	4.40
36.5-40.5	29	1.83	1.85	1.00	0.19	0.90	4.29	0.00	2.42
40.5-44.5	43	1.96	1.85	1.43	0.22	0.90	7.27	0.91	2.65
44.5-48.5	60	1.76	1.82	0.60	0.09	0.90	4.29	1.07	2.27
48.5-52.5	43	1.53	1.45	0.93	0.13	0.90	5.35	0.91	1.94
52.5-56.5	30	1.10	1.00	0.73	0.13	0.90	3.21	0.91	1.53
56.5-60.5	14	1.46	0.91	2.48	0.66	0.90	9.64	0.00	1.92
60.5-64.5	3	0.61	0.00	1.05	0.61	0.90	1.82	0.00	1.82
64.5-68.5									
68.5-72.5	3	0.30	0.00	0.53	0.30	0.90	0.91	0.00	0.91
Total	255								

Tabla 11. Valores de las tasas de crecimiento de caracol Stramonita chocolata por

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

intervalos de talla, estimadas mediante experimentos de marcaje - recaptura durante 1997 en la isla Cabinzas, Callao

Intervalo	Recaptura	Tasas de crecimiento (cm x mes^{-1})							
cm	N°	Media	Mediana	St.Dev.	SE media	Mínimo	Máximo	Q1 (cuartil 25%)	Q3 (cuartil 75%)
16.5-20.5	1	1.20	1.20	1.20	-	1.20	1.20	-	-
20.5-24.5	4	0.39	0.19	0.54	0.27	0.00	1.15	0.00	0.96
24.5-28.5	13	0.70	1.05	0.50	0.14	0.00	1.20	0.20	1.15
28.5-32.5	39	0.84	1.00	0.73	0.12	0.00	2.31	0.00	1.20
32.5-36.5	94	0.60	0.59	0.66	0.07	0.00	2.45	0.00	1.15
36.5-40.5	109	0.55	0.38	0.58	0.06	0.00	2.49	0.00	1.11
40.5-44.5	75	0.71	0.70	0.65	0.08	0.00	2.49	0.00	1.15
44.5-48.5	31	0.90	0.80	0.63	0.11	0.00	2.31	0.52	1.20
48.5-52.5	21	0.59	0.16	0.80	0.18	0.00	3.08	0.00	1.15
52.5-56.5	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
56.5-60.5	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
60.5-64.5									
64.5-68.5									
68.5-72.5									
Total	381								

Tabla 12. Valores de las tasas de crecimiento de caracol Stramonita chocolata por intervalos de talla, estimadas mediante experimentos de marcaje - recaptura durante 1998 en la isla Cabinzas, Callao

Mortalidad natural (M)			
Año/Método	Pauly	Rikhter-Efanov	Conteo muertos (%)
1997	0,65-0,74	1,18	
1998	0,30-0,40	1,18	0,66 - 0,84 *
1999			1,98 - 2,37 **

Mortalidad total (Z)		
Año/Método	Curva Captura Linealizada Tallas	
	Intervalo de confianza	Media
1997	2,07 - 2,42	2,25
1998	0,99 - 1,13	1,06

Esfuerzo de pesca	
Año	Número de viajes
1997	2577
1998	1424

Parámetros de crecimiento			
Metodo	Año	K	L inf
Gulland	1997	0,54	85,37
	1998	0,18	85,00
Fabens	1997	0,82	71,55
	1998	0,38	60,86

Tabla 13. Valores de mortalidad natural, mortalidad total, esfuerzo de pesca y parámetros de crecimiento del caracol Stramonita chocolata para el área del Callao

	Ene-98		Mar-98		Ene-99		Feb-99	
	N° caracoles		N° caracoles		N° caracoles		N° caracoles	
Estación	Muertos	Vivos	Muertos	Vivos	Muertos	Vivos	Muertos	Vivos
1	0	42	0	17	0	69	2	30
2	0	75	0	79	1	25	0	18
3	0	0	2	117	0	22	2	4
4	0	15	1	114	0	2	1	20
5	2	252	0	53	0	59	1	127
6	0	123	0	91	0	5	0	15
7	2	293	1	39	5	67	0	76
8	6	384	0	92	0	4	6	271
Total	10	1184	4	602	6	253	12	667
%	0,83	99,15	0,66	99,34	2,32	97,68	2,07	97,93

Tabla 14. Número de individuos de Stramonita chocolata encontrados por estación en la isla Palomino, Callao durante enero - marzo de 1998 y enero - febrero 1999.

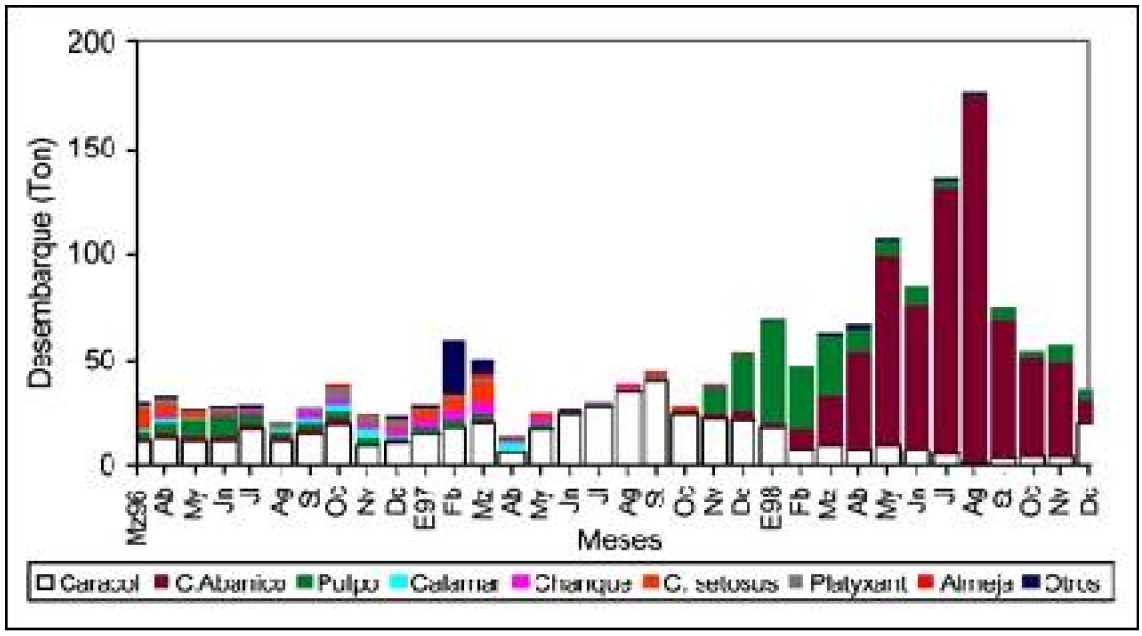


Figura 1. Desembarque de invertebrados marinos comerciales en el puerto del Callao, Perú durante 1996 a 1998

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

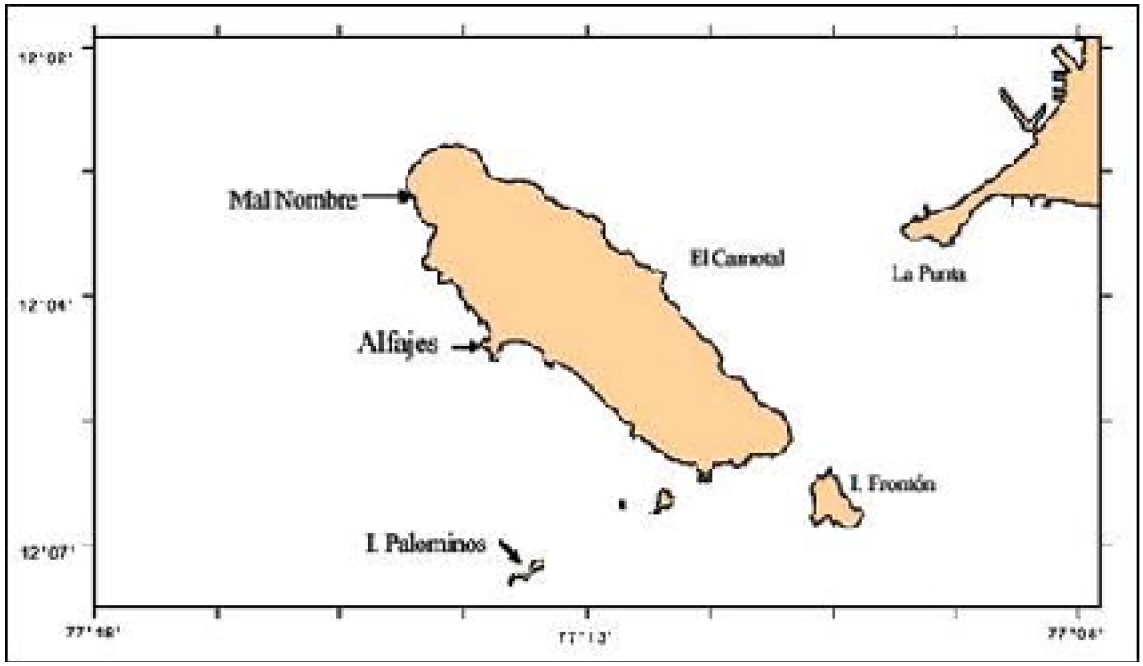


Figura 2. Áreas de estudio de caracol Stramonita chocolata frente al Callao, Perú



Figura 3a. Embarcación marisquera.

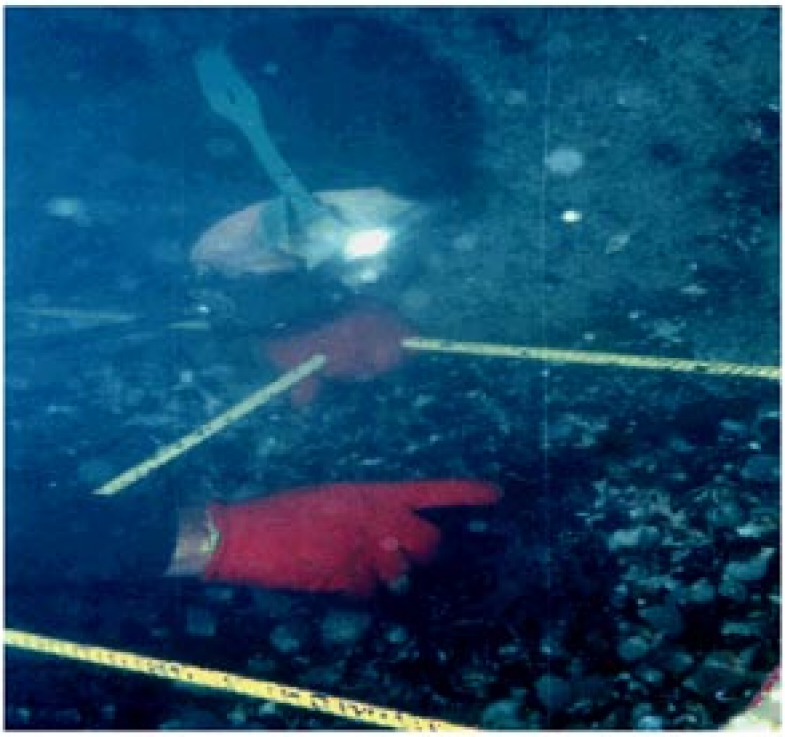


Figura 3b. Muestreo subacuático del macrobentos submareal de fondo rocoso.

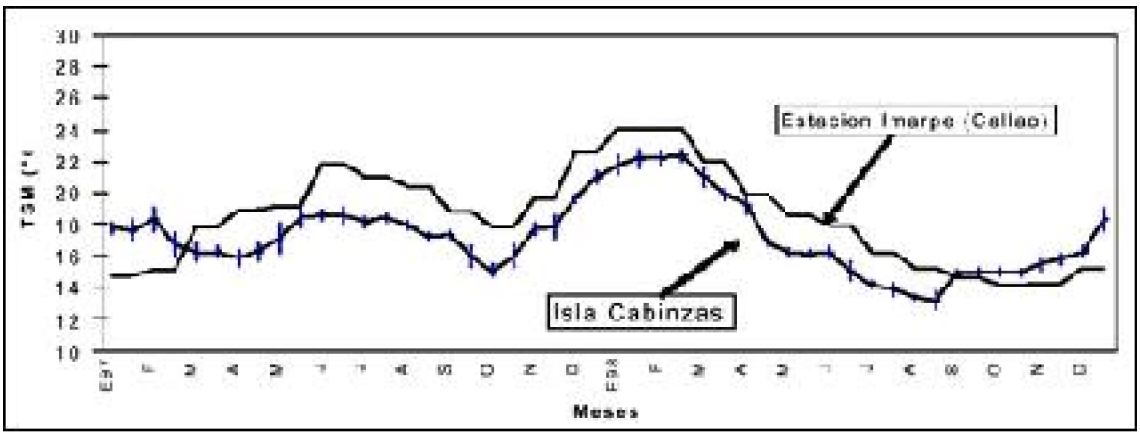


Figura 4. Temperatura superficial del mar y límies de confianza al 95 % en la estación de la isla Cabinzas y estacion Imarpe, Callao durante 1997, 1998. Datos quincenales promedios

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

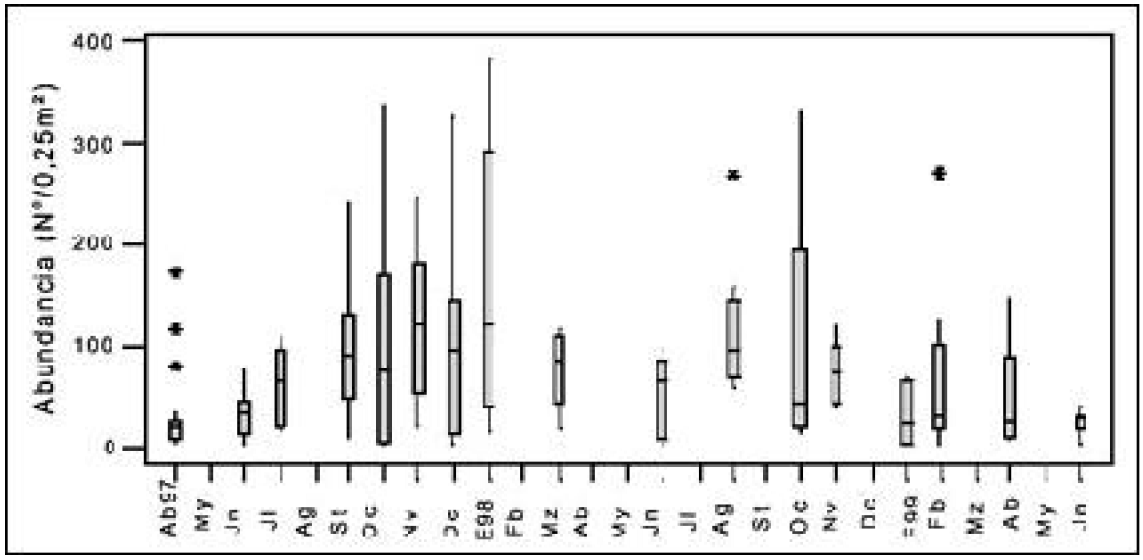


Figura 5. Abundancia de caracol Stramonita chocolata en el área Palomino, Callao de abril de 1997 a junio de 1999

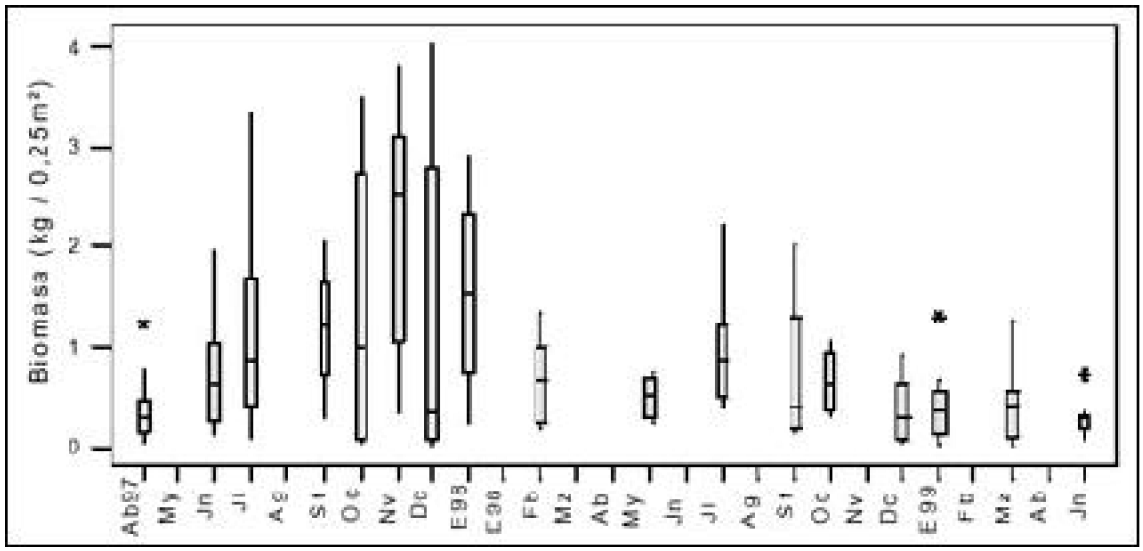


Figura 6.Biomasa de caracol Stramonita chocolata en el área Palomino, Callao de abril de 1997 a junio de 1999

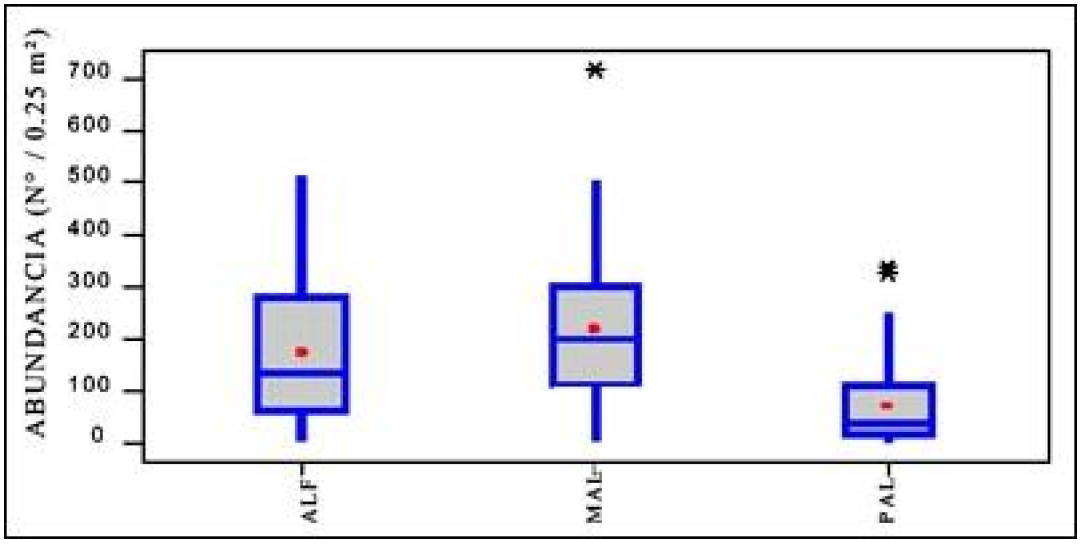


Figura 7. Abundancia de caracol Stramonita chocolata por áreas durante 1997. ALF = Alfajes, MAL = Mal Nombre, PAL = Palomino

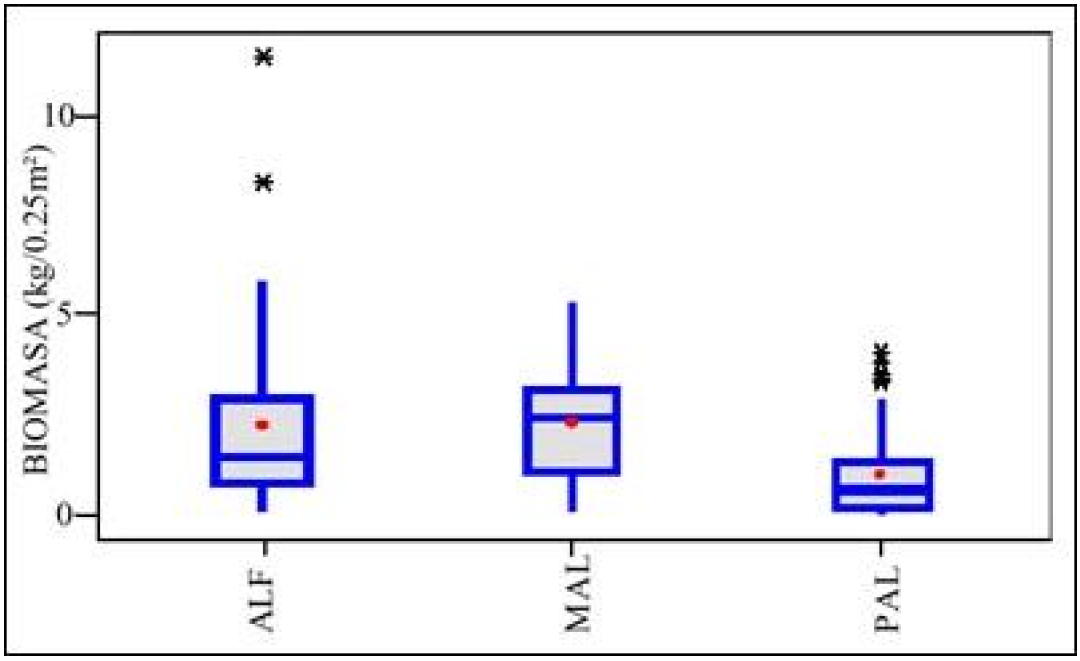


Figura 8.Biomasa de caracol Stramonita chocolata por áreas durante 1997. ALF = Alfajes, MAL = Mal Nombre, PAL = Palomino

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

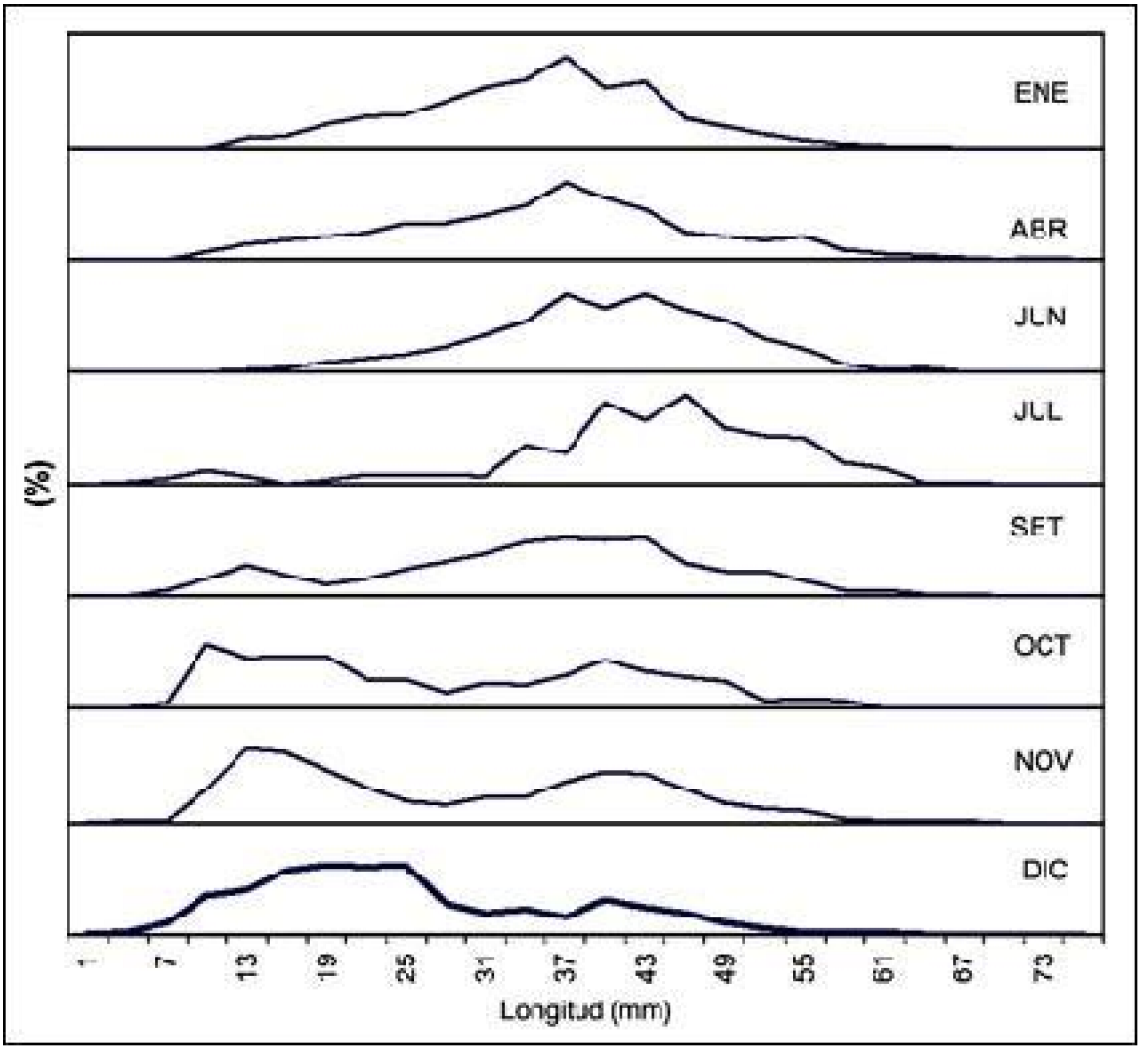


Figura 9. Composición por tallas del caracol Stramonita chocolata en el área Mal Nombre - Isla San Lorenzo, Callao durante 1997.

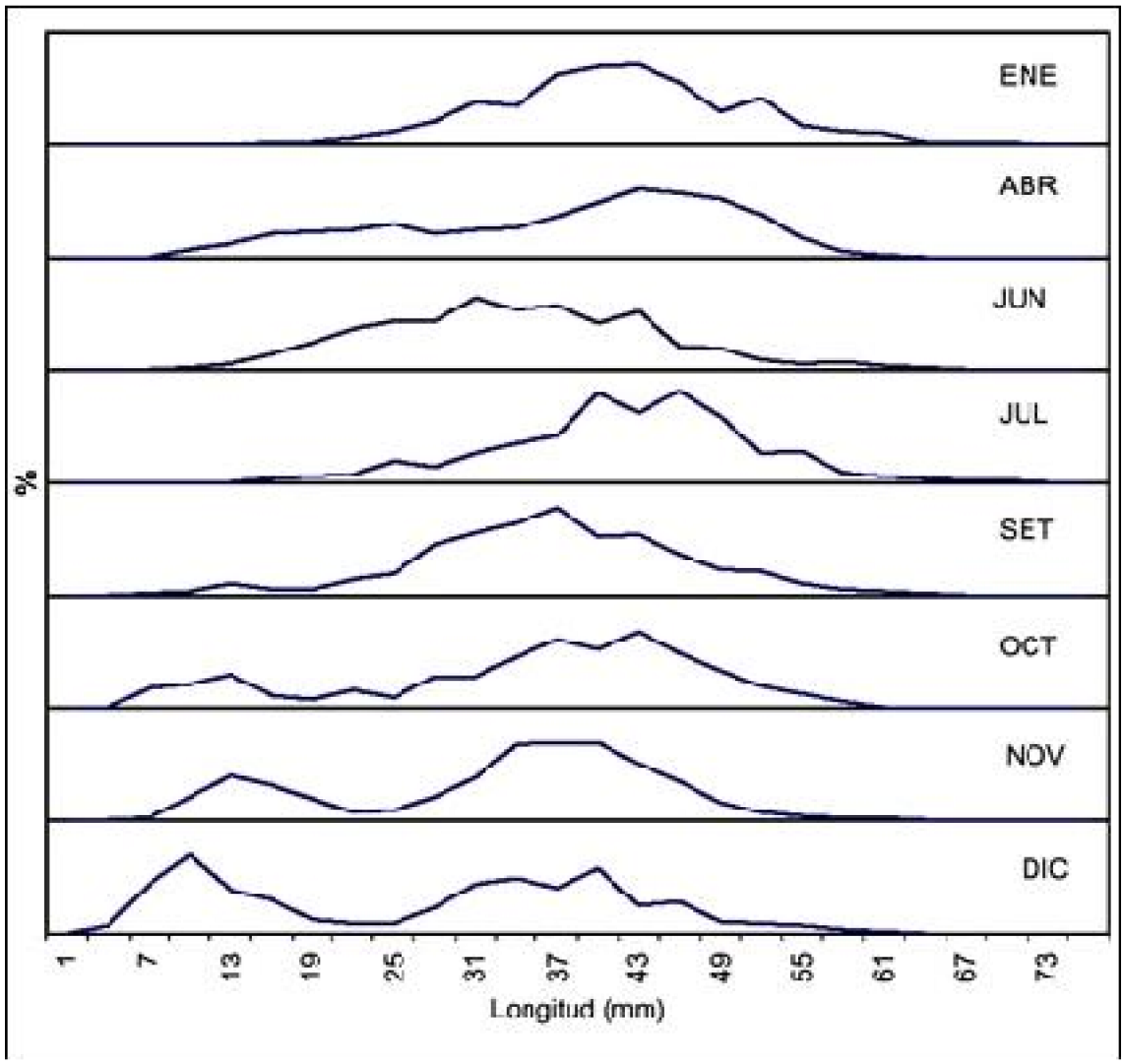


Figura 10. Composición por tallas de caracol Stramonita chocolata en el área Alfajes - Isla San Lorenzo, Callao durante 1997

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

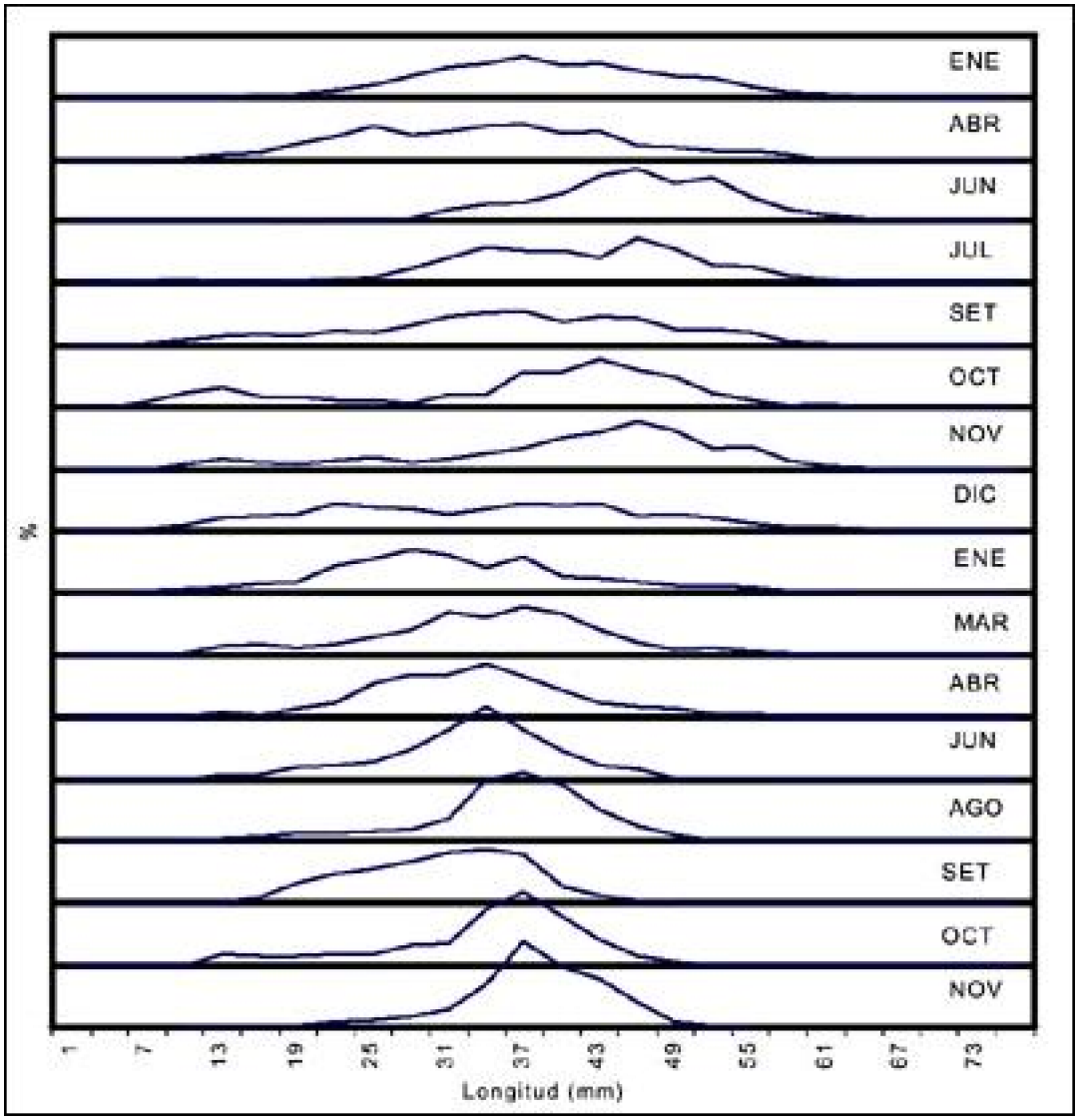
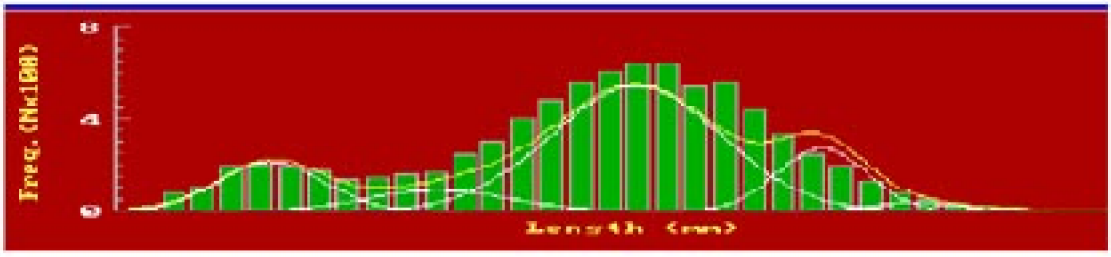
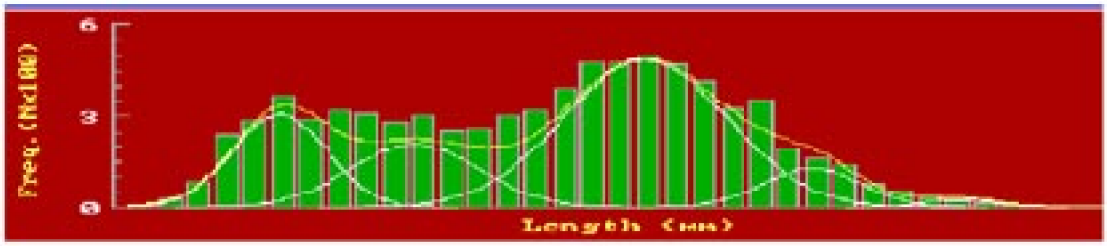


Figura 11. Composición por tallas de caracol Stramonita chocolata en la isla Palomino, Callao durante 1997 y 1998



Grupo N°	Población (N°)	Talla media (mm)	Desviación standard	Edad (años)
1	947	12,73	3,56	0,299
2	535	24,24	4,76	0,619
3	3990	37,85	5,86	1,085
4	1038	50,65	3,04	1,666
5	129	57,08	3,02	2,045

Figura 12. Estructura poblacional por tallas de caracol Stramonita chocolata en el área Alfajes - Isla San Lorenzo, Callao separada en componentes normales durante 1997.



Grupo N°	Población (N°)	Talla media (mm)	Desviación standard	Indice de separación
1	1303	13,73	3,39	0,325
2	1210	23,38	4,63	0,593
3	3572	39,75	5,88	1,160
4	578	51,71	3,58	1,723
5	88	62,08	2,56	2,406

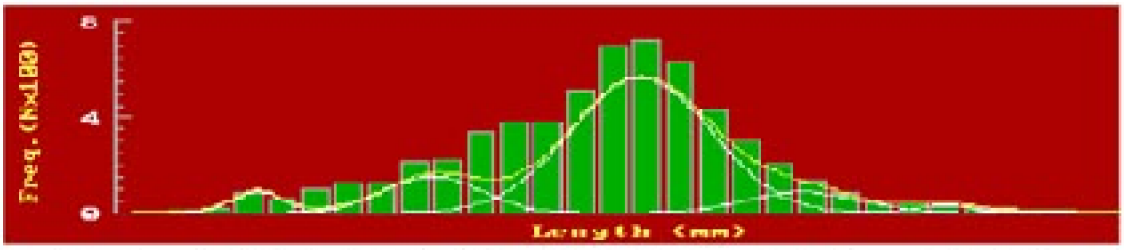
Figura 13.Estructura poblacional por tallas de caracol Stramonita chocolata en el área Mal Nombre - Isla san Lorenzo, Callao separada en componentes normales durante 1997

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"



Grupo N°	Población (N°)	Talla media (mm)	Desviación standard	Edad (años)
1	385	13,81	3,66	0,327
2	659	25,54	4,71	0,658
3	1947	37,35	4,35	1,066
4	1846	47,54	5,31	1,507
5	94	61,74	4,00	2,379
6	10	72,21	2,35	3,462

Figura 14. Estructura poblacional por tallas de caracol Stramonita chocolata en la isla Palomino, Callao separada en componentes normales durante 1997.



Grupo N°	Población (N°)	Talla media (mm)	Desviación standard	Edad (años)
1	170	13,57	1,50	0,965
2	566	24,14	2,95	1,327
3	3001	36,64	4,23	1,655
4	383	46,46	3,39	2,066
5	76	55,10	1,82	2,507
6	16	59,90	1,85	2,507

Figura 15. Estructura poblacional por tallas de caracol Stramonita chocolata en la isla Palomino, Callao separada en componentes normales durante 1998.

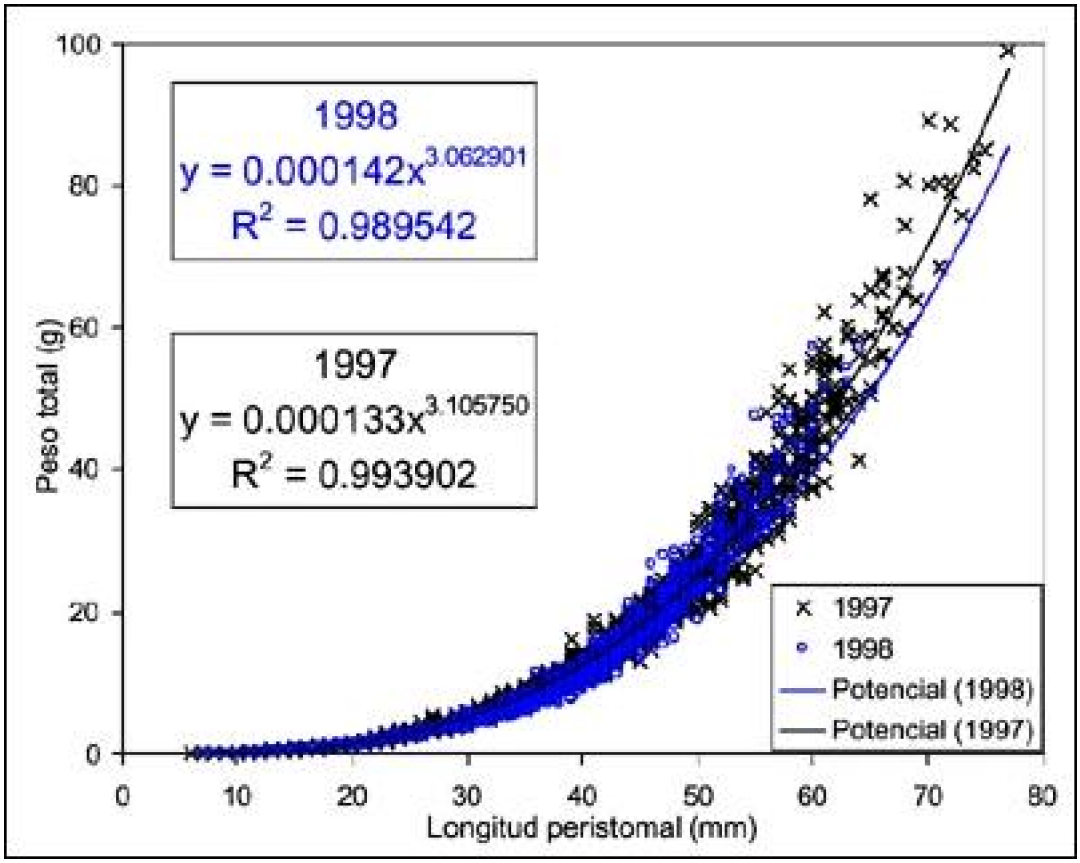


Figura 16. Relación longitud - Peso de caracol Stramonita chocolata en el Callao, Perú durante 1997 y 1998

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

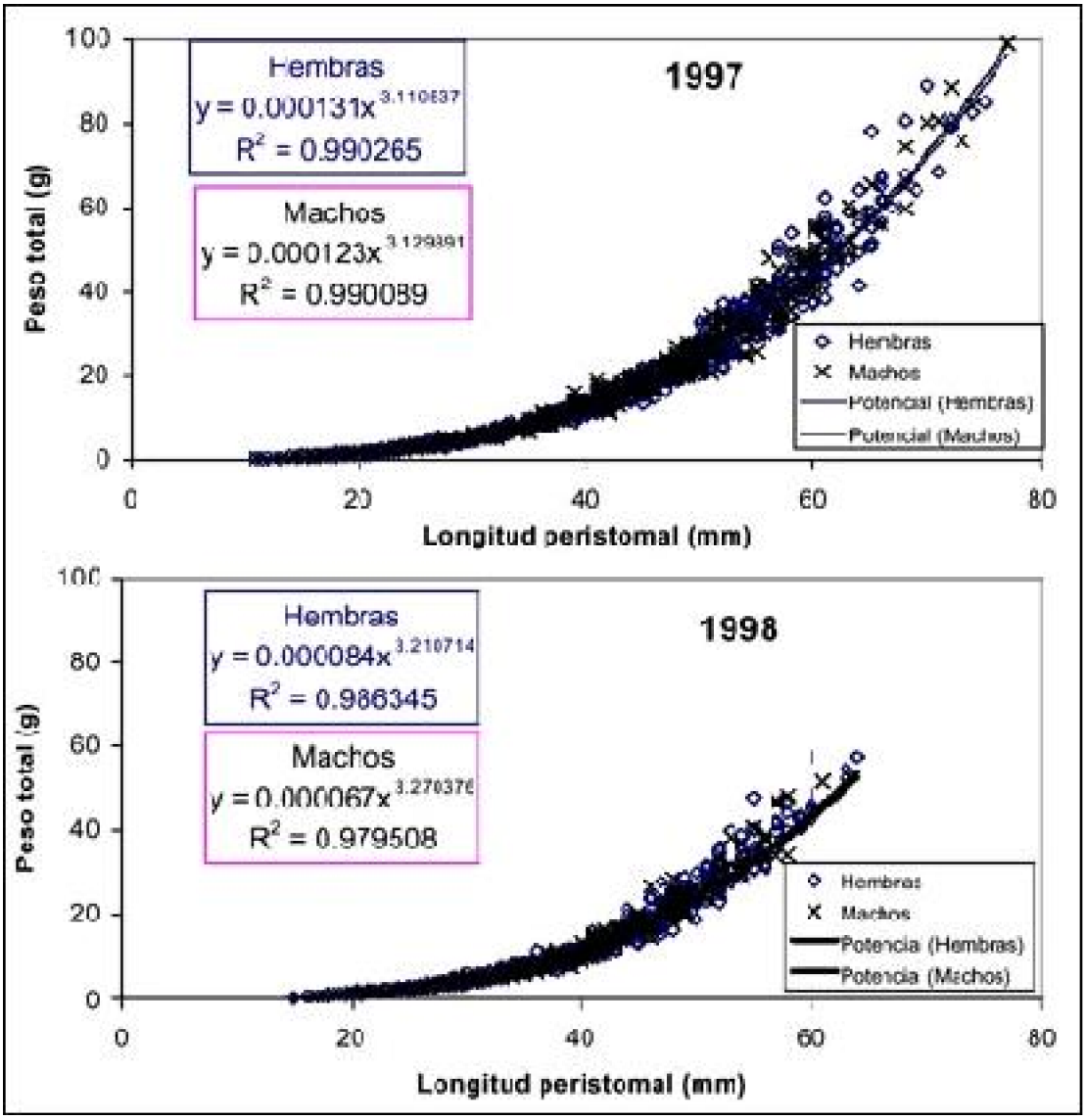


Figura 17.Relación longitud - peso de caracol Stramonita chocolata por sexos en el área del Callao, Perú para los años 1997 y 1998.

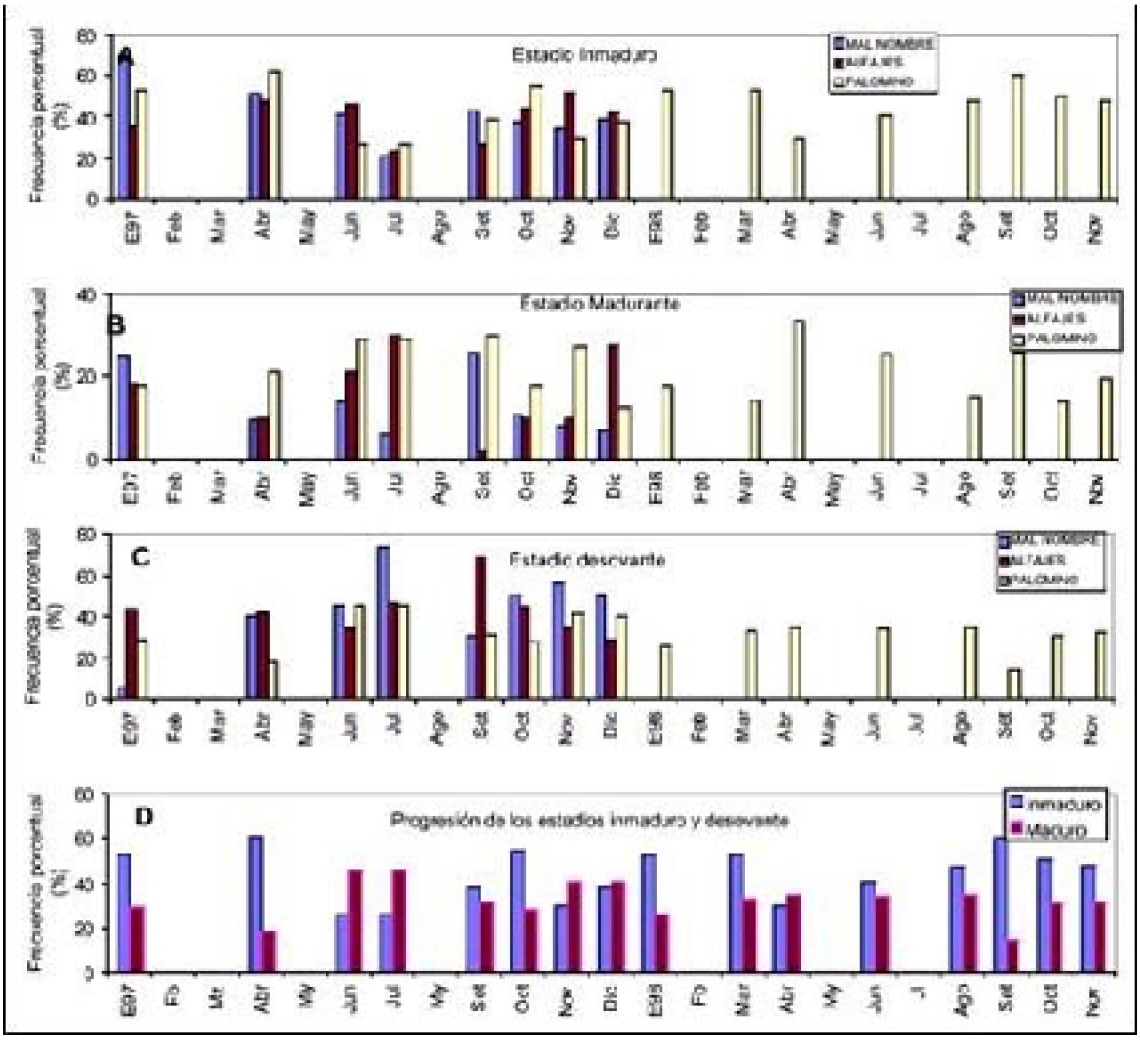


Figura 18.Variación porcentual mensual del estadio inmaduro (A), madurante (B) y desovante (C) de caracol Stramonita chocolata en las áreas Mal Nombre y Alfajes de la isla San Lorenzo, y en el área Palomino; y de los estadios inmaduro y desovante (D) del área Palomino, Callao durante 1997 y 1998.

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

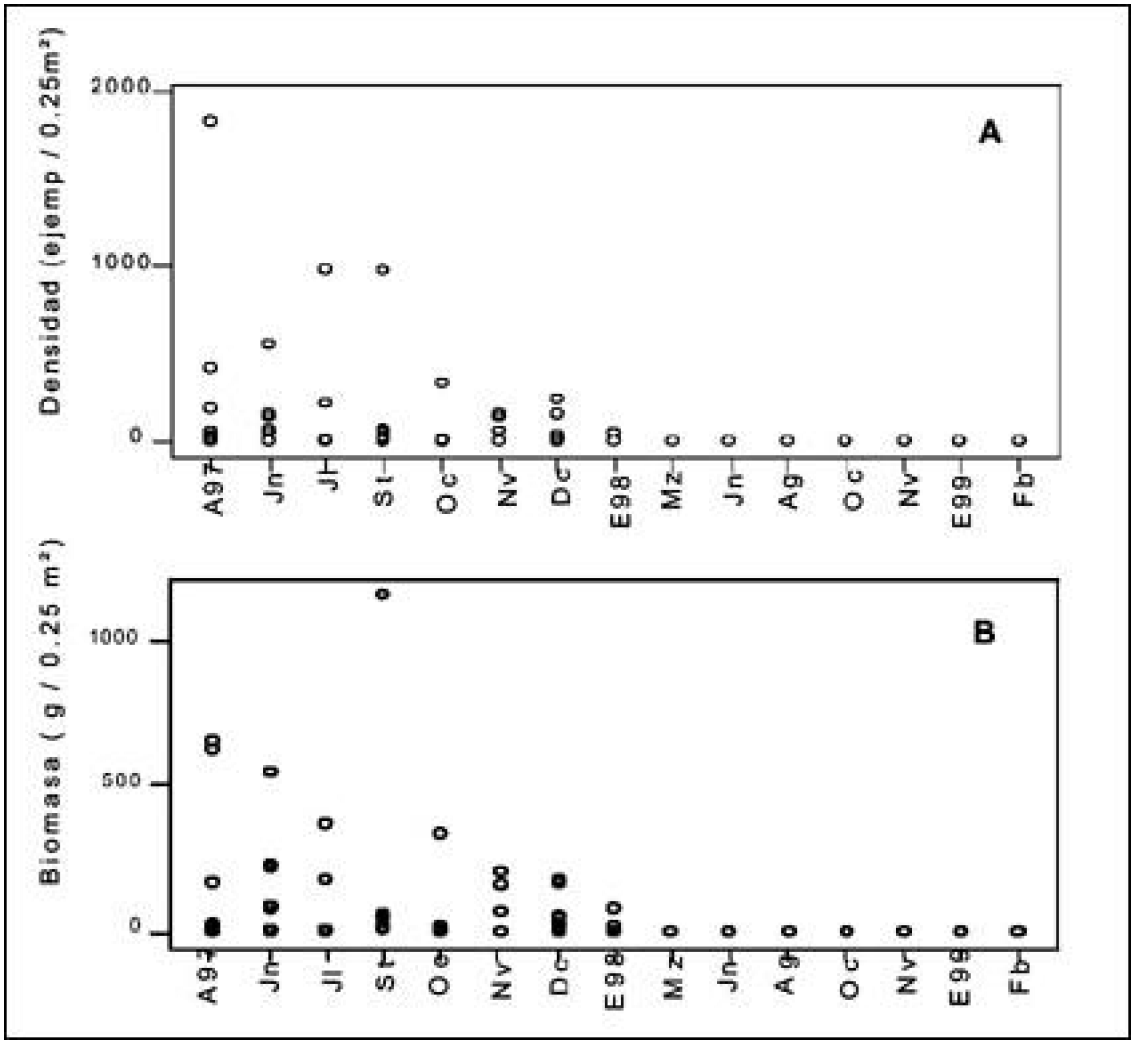


Figura 19.Variación de la densidad (A) y biomasa (B) de Semimytilus algosus en el submareal rocoso de la Isla Palomino, Callao durante abril de 1997 a febrero de 1999.

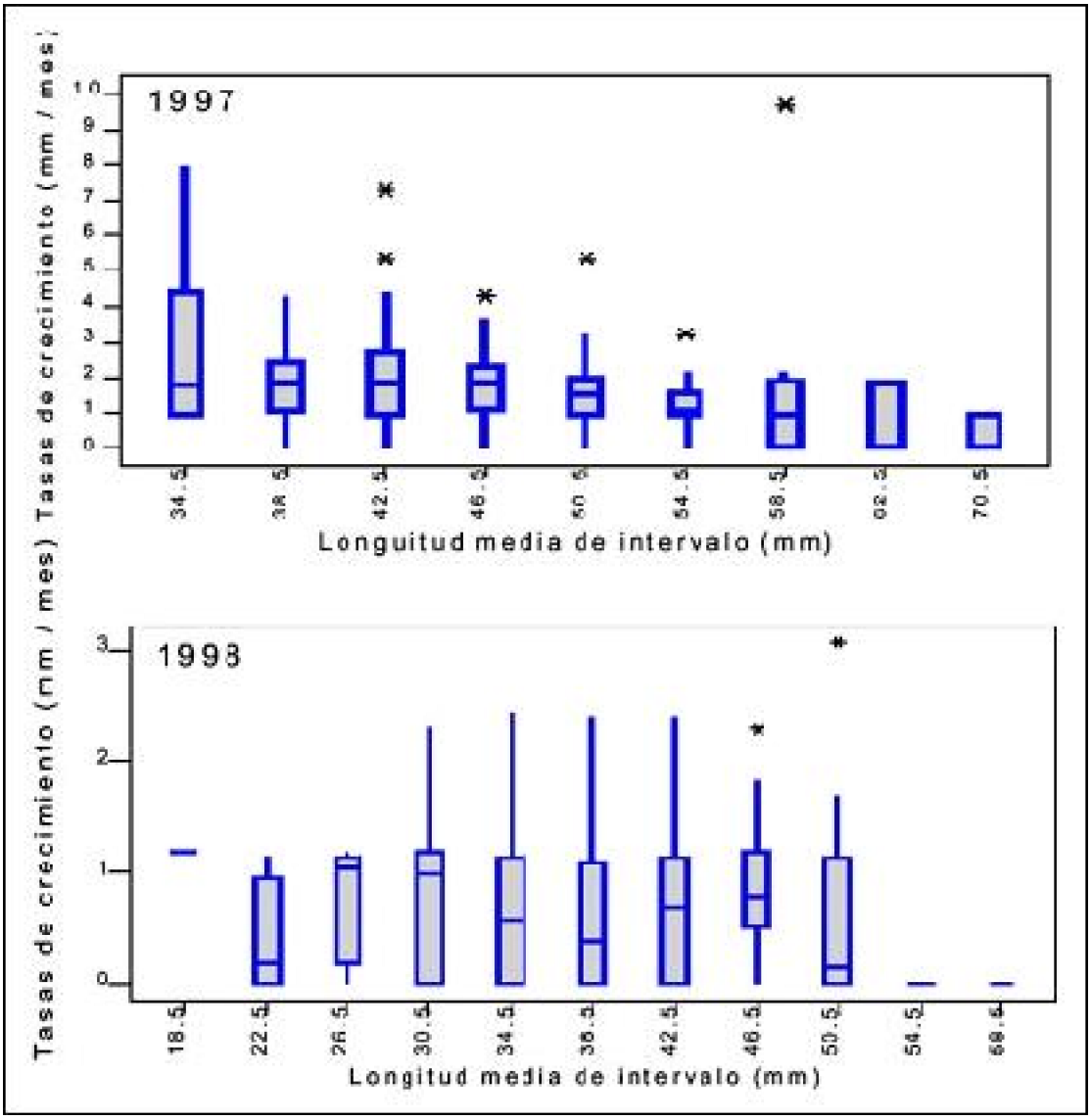


Figura 20. Tasas de crecimiento de caracol Stramonita chocolata por intervalo de tallas obtenidas en los experimentos de marcaje - recaptura en el Callao, durante 1997 - 1998.

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

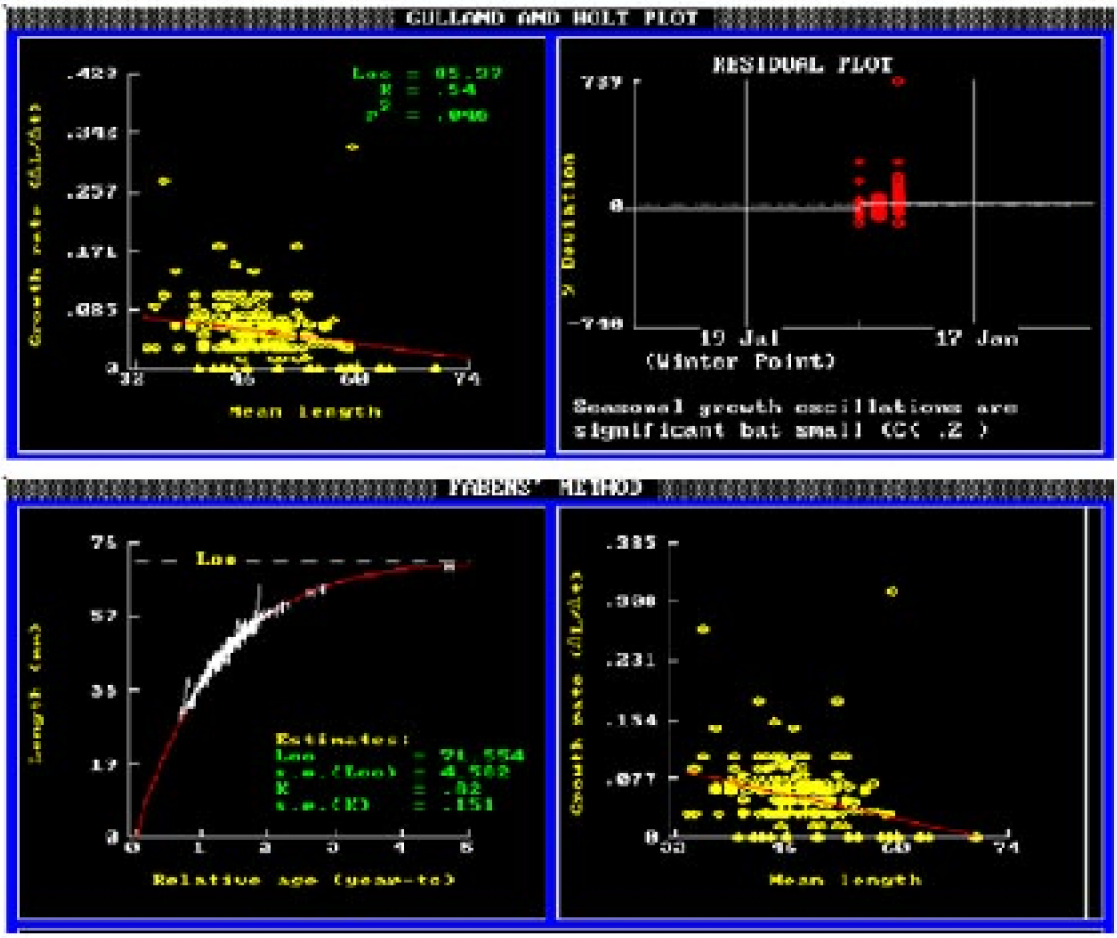


Fig 21. Estimación de parámetros de crecimiento de caracol Stramonita chocolata empleando los métodos de Gulland y Holt, y Fabens, para datos de recaptura durante 1997.

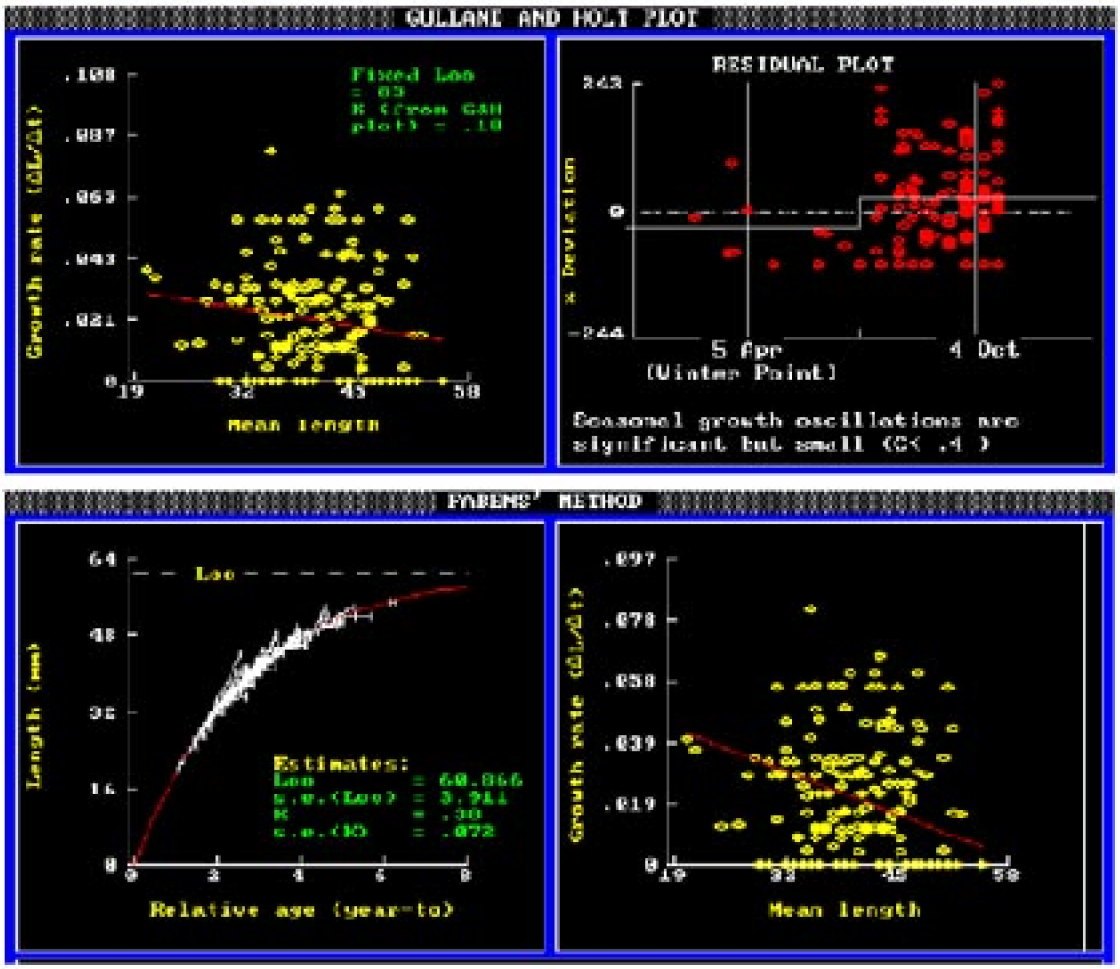


Fig 22.Estimación de parámetros de crecimiento de caracol Stramonita chocolata empleando los métodos de Gulland y Holt, y Fabens, para datos de recaptura durante 1998.

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

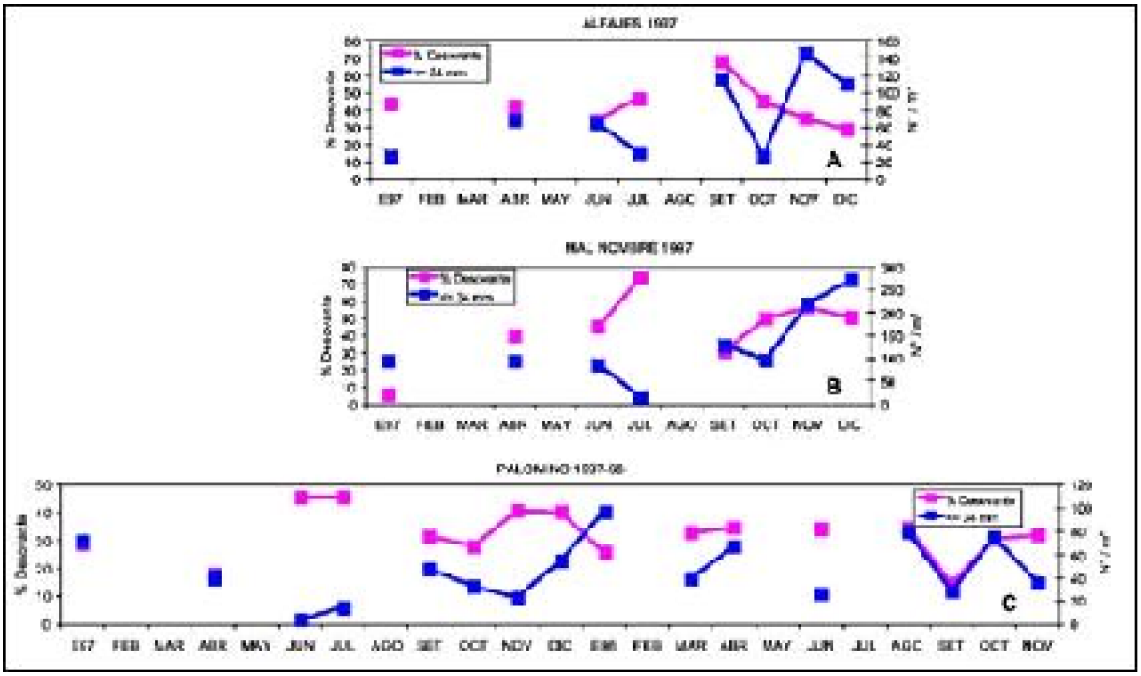


Figura 23. Variación mensual del numero de reclutas (<= 34mm longitud peristomal) y del estadio desovante de caracol Stramonita chocolata en las áreas Alfajes (A), Mal Nombre (B) y Palomino (C) durante 1997 y 1998.

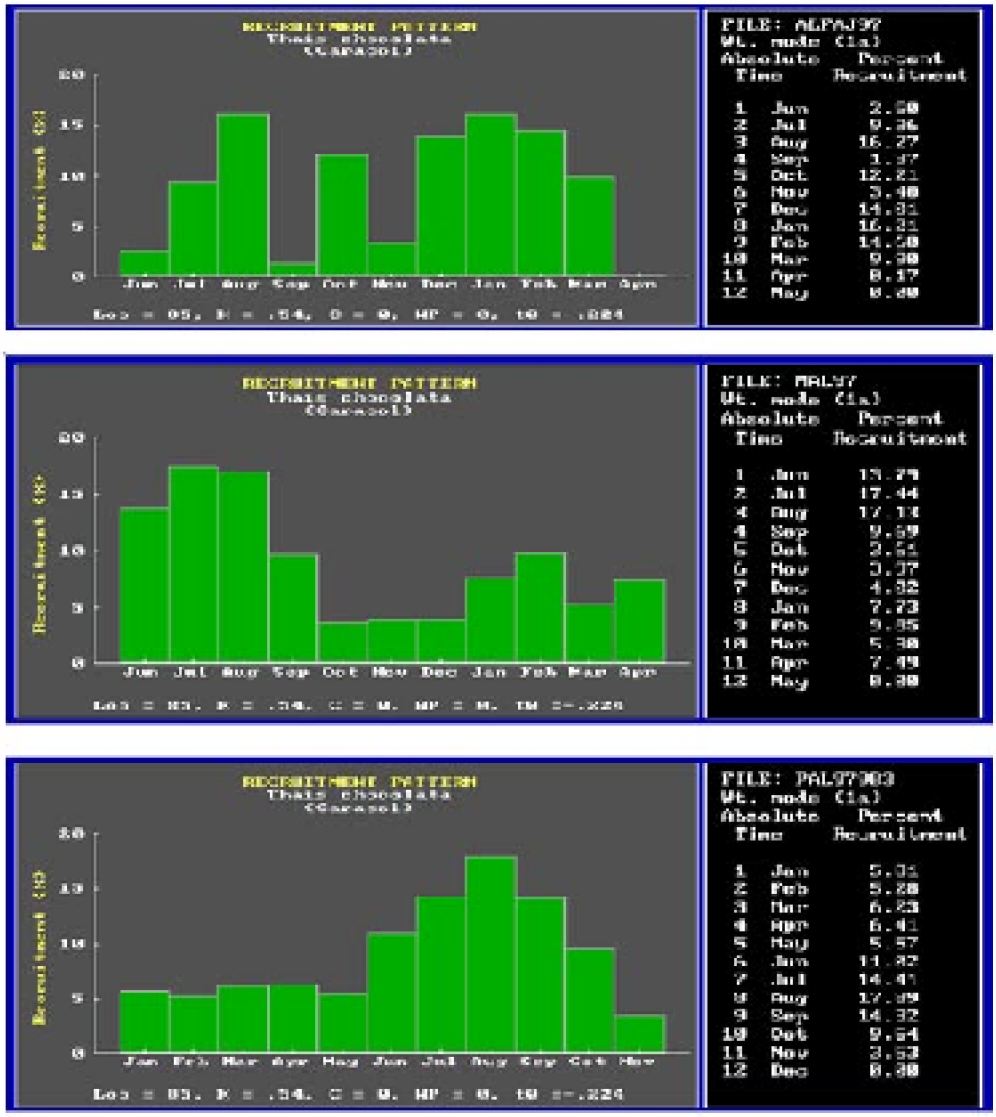


Figura 24.Patrones de reclutamiento de caracol Stramonita chocolata en las áreas Alfajes, Mal Nombre (1997) y Palomino (1997, 1998).

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"

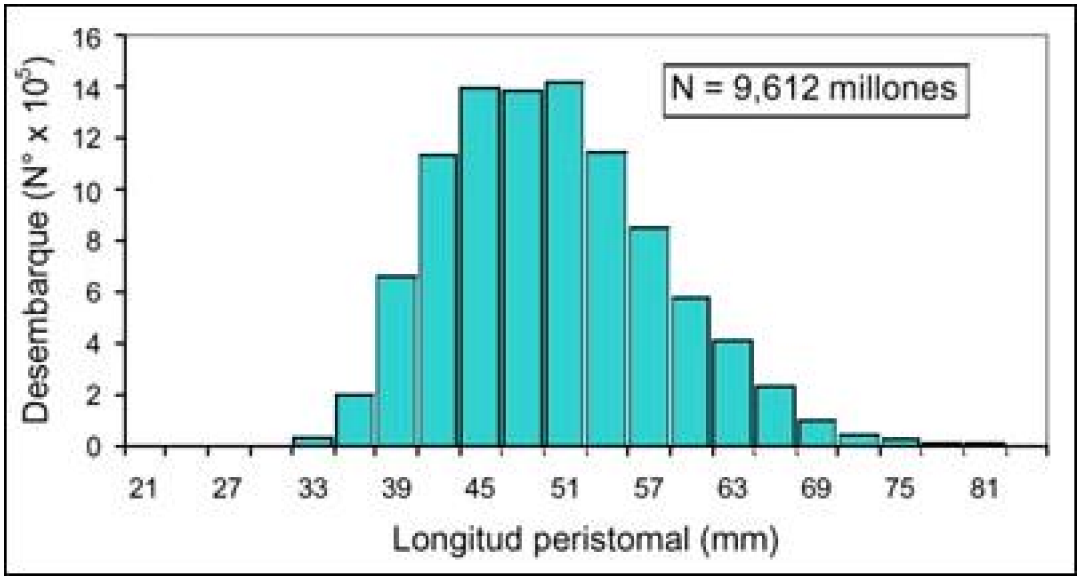


Figura 25. Estructura de tallas de caracol Stramonita chocolata desembarcados en el puerto del Callao, durante 1997

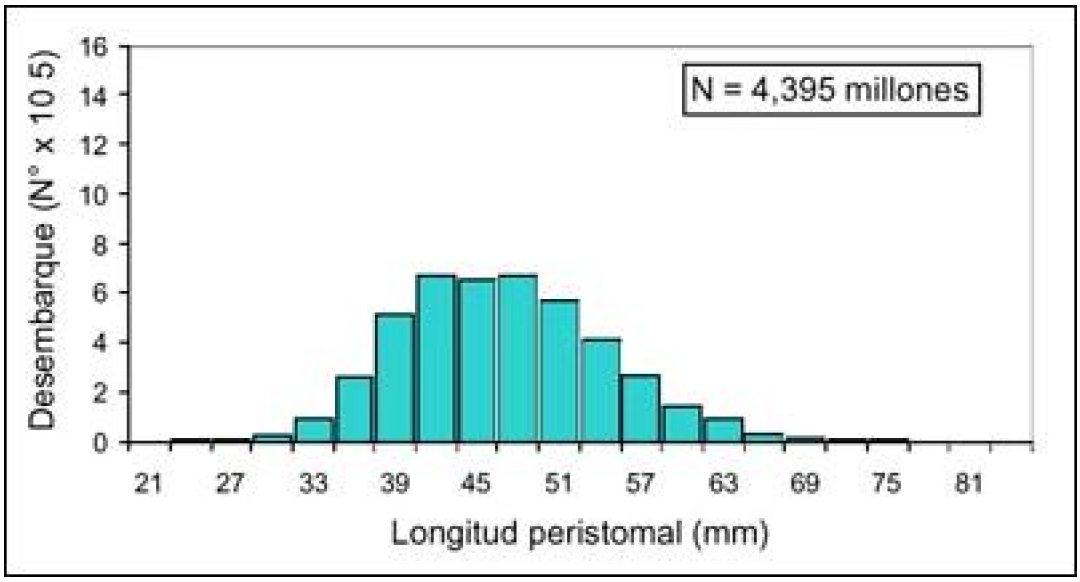


Figura 26. Estructura de tallas de caracol Stramonita chocolata desembarcados en el puerto del Callao, durante 1998

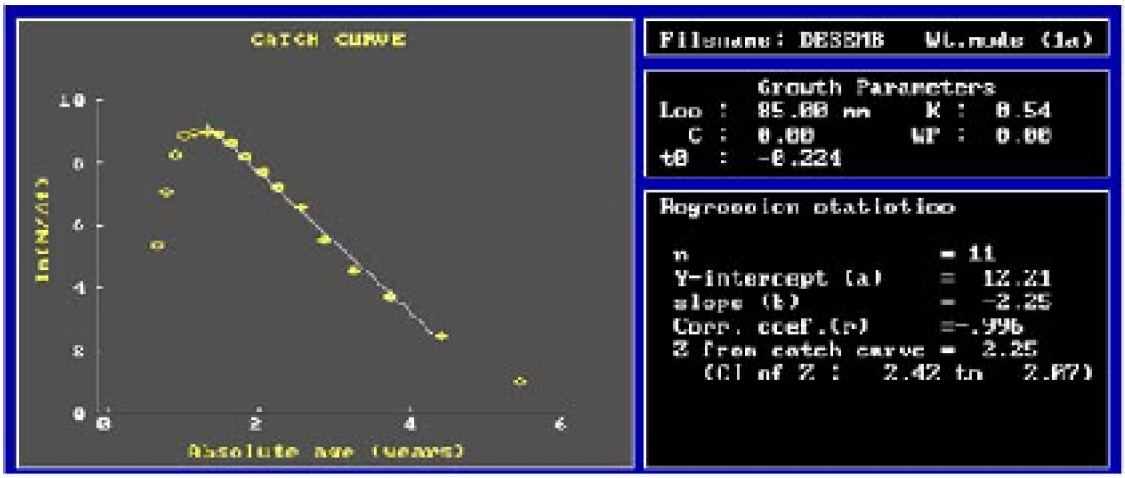


Figura 27. Estimación de mortalidad total (Z) de caracol Stramonita chocolata mediante la curva de captura linealizada durante 1997.

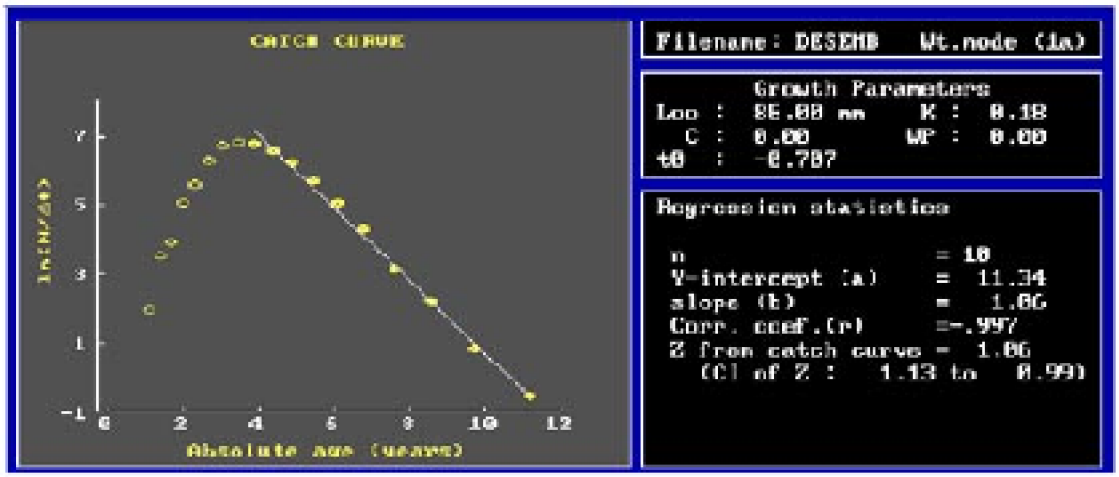


Figura 28. Estimación de mortalidad total (Z) de caracol Stramonita chocolata mediante la curva de captura line alizada durante 1998.

"Programa Cybertesis PERÚ - Derechos son del Autor"