

BIOLOGÍA Y PESQUERÍA DE *Ethmidium maculatum* “MACHETE” EN LA REGIÓN LA LIBERTAD DURANTE EL 2010

Ethmidium maculatum "machete" biology and fishery in La Libertad region during the year 2010

Dennis Atoche ², Zoila Culquichicón¹

Departamento Académico de Pesquería - Universidad Nacional de Trujillo-Perú¹. Escuela Académico Profesional de Pesquería, Departamento Académico de Pesquería. Universidad Nacional de Trujillo-Perú²

RESUMEN

Se determinaron las características de la Biología y Pesquería de *Ethmidium maculatum* “machete” procedente de la pesca artesanal en la Región La Libertad durante el 2010. Se trabajó con una base de datos de 1508 individuos, obtenidos al azar de los desembarques artesanales de Caleta Puerto Morín, Puerto Salaverry, Caleta Huanchaco, Puerto Malabrigo y Puerto Pacasmayo. Para el análisis biológico se consideraron 10 ejemplares máximo por rango de talla. Para determinar el alimento y hábitos alimentarios se realizaron análisis de estimación porcentual y frecuencia de ocurrencia; para determinar las características reproductivas, se analizaron los estadios de madurez gonadal e índice Gonadosomático; se determinó el grado de bienestar mediante el factor de condición de Fulton; las constantes de crecimiento fueron calculadas mediante el uso del software FISAT II. La talla media de captura fue inferior a la talla mínima legal establecida. Se tipificó a la especie en estudio como zooplanctonófaga. La proporción sexual fue favorable a las hembras; predominó el estadio desovante y la especie evidenció actividad reproductiva con mayor intensidad a fines de invierno. El crecimiento para hembras y machos fue alométrico. Se reportó un volumen de desembarque de 26 779 kg, y las principales zonas de pesca fueron: Chao, El Carmelo, Buenos Aires, Las Delicias, Salaverry, Los Brujos y Huanchaco. La relación entre esfuerzo, captura y captura por unidad de esfuerzo, manifiestan una posible estabilidad en la pesquería de machete. Se concluye que esta especie aún es estable en niveles de abundancia relativa; sin embargo es necesario establecer medidas de regulación.

Palabras Clave: Biología, Pesquería, *Ethmidium maculatum*, Región La Libertad.

ABSTRACT

The present paper determined the *Ethmidium maculatum* "machete" biology and fishery characteristics coming from the artisanal fishing in La Libertad region during the year 2010. The database was constituted by 1508 individuals, it was decided by random from artisanal wharves such as Morín, Salaverry, Huanchaco, Malabrigo and Pacasmayo. The biological analysis considered at maximum 10 prototypes by size range. The food and alimentary habits were determined by percentage estimation and occurrence frequency analysis; the reproductive characteristics were determined by gonadal mature stages and gonad somatic

index; the welfare range was determined by Fulton condition factor; the regular growth were calculated using the software FISAT II. The capture middle size was inferior to the established legal minimum size. This treated species was typified as zooplanktonophagous. The sexual proportion was favorable to females; the desovant stage prevailed and the species spawns with a major intensity at the end of winter. The growth for females and males was allometric. A volume of landing of 26 779 kg was reported and the main fishing areas were: Chao, El Carmelo, Buenos Aires, Las Delicias, Salaverry, Los Brujos and Huanchaco. The relationship among effort, capture and capture per effort unit, showed a possible stability in machete fishery. In this thesis work is concluded that this species is still stable in relative abundance levels. However, it is necessary to establish regulation measures.

Keywords: Biology, Fishery, *Ethmidium maculatum*, Region La Libertad

Recibido: 01 de Agosto de 2014

Aceptado: 25 de Setiembre de 2014

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica marina es la variedad de formas de vida y de adaptaciones de los organismos al ambiente marino. La biodiversidad marina del Perú incluye los ecosistemas de afloramiento, las áreas marinas someras de la costa peruana y el ecosistema de manglar del norte del Perú ¹.

El Perú explota sólo una parte de su amplia diversidad de especies que se distribuyen principalmente en la amplia zona marino costera. La ictiofauna marina comprende aproximadamente 1 070 especies ², geográficamente es más diversa en el norte, disminuyendo cuantitativamente hacia el sur del país. De estas especies sólo 80 (7%) contribuyen significativamente a la pesca industrial y al consumo humano ³.

Los recursos que sustentan la pesquería artesanal, son diversos y comprenden una variedad próxima a 220 especies, de las cuales aproximadamente son el 80% peces, 17 % invertebrados, 2 % algas y el 1 % de otros recursos ⁽⁴⁾. Esta pesquería se desarrolla en alrededor de 200 caletas pesqueras a lo largo del litoral peruano y el principal destino de sus capturas es el abastecimiento para consumo humano directo fresco ⁽³⁾. La extracción de la pesquería artesanal en el 2009, fue cercana a las 534 mil toneladas ⁽⁵⁾.

Ethmidium maculatum “machete” es uno de los recursos que sustenta la pesquería artesanal en la Región La Libertad; esta especie pertenece a la familia clupeidae, y recibe otros nombres comunes como “machetillo” y “machuelo”. Se distribuye desde Puerto Pizarro en Perú, hasta Antofagasta en Chile; habita aguas costeras, formando grandes cardúmenes ⁽⁶⁾.

La estructura por tallas de *Ethmidium maculatum* durante el 2009⁽⁵⁾, indica la presencia de ejemplares con rangos de tallas que fluctuaron de 12 a 36 cm de longitud total, a diferencia del año 2008 que se registraron ejemplares de 16 a 34 cm. La talla media estimada para el año 2009 (26,5 cm) es menor que la longitud media calculada para el año 2008 (28,0 cm). El 27,5 % de los ejemplares

presentaron tallas menores a la talla mínima legal de captura establecida por el Ministerio de la producción.

La alimentación de *Ethmidium maculatum* está conformada principalmente por fitoplancton, siendo considerada una especie fitoplanctófaga⁽⁷⁾. Las relaciones tróficas en el año 2009, indican que las diatomeas y copépodos son los elementos más representativos en la dieta de esta especie; también consume huevos de anchoveta y samasa. La representatividad del fitoplancton en su dieta, varió de 32,2 a 89,8% en el periodo verano - invierno; sin embargo en primavera es menor a 21,2 % en los diferentes grupos de talla ⁽⁵⁾.

En las zonas de Callao e Ilo la proporción sexual de *Ethmidium maculatum* fue aproximadamente 1:1 y 1:2 a favor de las hembras. La longitud media a la cual el 50% de individuos alcanzan su primera madurez sexual fueron de 19,10 y 20,15 cm, siendo su primer desove a los 24,80 y 25,00 cm y su longitud media de madurez sexual a los 24,10 y 24,90 cm respectivamente en ambas zonas ⁽⁷⁾.

El análisis del Índice Gonadosomático (IGS) mensual en los años 2006 y 2007, sugiere que el machete evidenció actividad reproductiva en todo el año, con variaciones en los máximos valores del IGS en abril del 2006 y mayo del 2007 ⁽⁸⁾.

Las capturas de *Ethmidium maculatum* en el 2008 y 2009 fueron 3 894 y 4 472 t, de las cuales 43 y 1 t procedieron de la pesca industrial. En cuanto a la variación porcentual entre estos años fue positiva en la pesca artesanal (16,1 %); pero en la pesca industrial fue de -98,4 % ⁽⁵⁾.

En la Región La Libertad el año 2009, *Ethmidium maculatum* representó el 29,8 % (493,986 t) del volumen total desembarcado (1659,654 t) en la pesca artesanal, siendo en verano la estación en que se reportó mayor volumen de desembarque (375,86 t) ⁽⁹⁾. El porcentaje de ejemplares menores a la talla mínima legal de captura fue de 44 %. Los ítems alimenticios de mayor importancia para ese año fueron el fitoplancton (Bacillariophytas, Cryosophyta y Pirrophyta) y el zooplancton (Copépodos y tintínidos). El análisis de la madurez gonadal mostró ejemplares en fase madurantey en desove ⁽¹⁰⁾ IMARPE, (2009b). El objetivo de esta investigación es determinar las características de la biología y pesquería de *Ethmidium maculatum* "machete". La finalidad de esta investigación es aportar al conocimiento científico de *Ethmidium maculatum*, teniendo en cuenta que es una especie importante del ecosistema del mar peruano; debido, a que es un consumidor primario y por ello, tiene un rol importante en la trama alimentaria. La importancia económica y social de esta investigación radica en que esta especie forma parte de la pesquería artesanal en la Región La Libertad, genera fuentes de trabajo directa e indirectamente y sirve como alimento para personas de menores recursos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de trabajo se localizó en la zona costera de la Región La Libertad, que comprende desde Punta Chérrepe (07°10'27" LS y 79°41'18"LO) hasta el Río Santa (08°57'45" LS y 78°58'06" LO) ⁽¹¹⁾ y las áreas de muestreo, se ubicaron en cinco puntos de desembarque: Puerto Pacasmayo, Puerto Malabrigo, Caleta Huanchaco, Puerto Salaverry y Caleta Puerto Morín.

La población en estudio estuvo constituida por los individuos de *Ethmidium maculatum* “machete” procedentes de la pesca artesanal en la Región La Libertad durante el 2010.

Para determinar el alimento y los hábitos alimentarios, se procesaron los datos del contenido estomacal, grado de llenura y de digestibilidad. Para el análisis de los ítems alimentarios se aplicó el método cualitativo para definir las especies presentes como organismos alimentarios y los métodos cuantitativos de frecuencia de ocurrencia y estimación porcentual ⁽¹²⁾.

Se verificó si la proporción global es 1:1, a través del test Ji cuadrado Zar (1974), ⁽¹²⁾. Se calculó la proporción sexual a la talla mediante el método de Wenner (1972), ⁽¹³⁾, para lo cual se relaciona el número de machos con el número total, obteniendo el porcentaje de machos para cada intervalo de talla.

La talla de primera madurez sexual se calculó considerando los ejemplares en estadio II. Se determinó las frecuencias acumuladas porcentuales para cada nivel de longitud total por sexo, luego se utilizó la ecuación linearizada para calcular las constantes de regresión.

$$\ln \left[\left(\frac{1}{Y} \right) - 1 \right] = \ln a + b \times L$$

Donde:

Ln a: Intercepto de la recta = “A”

b: Pendiente = “B”

Luego se aplicó la ecuación logística:

$$Y = \frac{1}{[1 + e^{(a+b \times L)}]}$$

Donde:

Y: Fracción de ejemplares maduros.

L: Longitud total (cm).

Se plotearon los valores teóricos del porcentaje de ejemplares maduros con la longitud total obteniendo una curva. En esta curva teórica se proyectó el valor del 50% de ejemplares maduros y del punto de intersección de la proyección se trazó una perpendicular al eje de las abscisas obteniéndose el valor gráfico de la talla de primera madurez sexual (T.P.M.S.), también se calculó el valor numérico a través de la expresión:

$$T. P. M. S = \frac{A}{|B|}$$

Donde:

A: Constante; intercepto de la recta.

B: Pendiente.

La talla media de desove se estimó considerando a los ejemplares de estadio VI y VII (desovantes y desovados). Para determinar la talla media de desove se efectuó el mismo procedimiento que se realizó para determinar la talla de primera madurez sexual.

Para determinar el periodo de mayor desove, se calculó el índice gonadosomático el cual se determinó con la relación entre el peso de la gónada y el peso total eviscerado expresado en gramos, para lo cual se aplicó la fórmula propuesta por ⁽¹³⁾.

La relación longitud – peso se expresó mediante una ecuación potencial:
 Se obtuvieron las constantes de regresión "a", "b" y R² (coeficiente de determinación) empleando el programa computacional Microsoft Excel 2010 mediante el gráfico de tendencia.
 Se calculó el factor de condición de Fulton correspondiente a cada mes del año 2010.

Factor de Condición de Fulton(K):

$$K = \frac{W}{L^3}$$

Donde:

W: Peso total (g).

L: Longitud total (cm).

Se aplicó el Test estadístico de Kolmogorov – Smirnov para determinar si existe diferencia significativa entre las distribuciones de frecuencias de tallas de ejemplares hembras y machos.

Se utilizó el software FISAT II (FAO – ICLARM Stock Assessment Tools II) ⁽¹⁴⁾, y se hizo la separación de componentes de las distribuciones de frecuencia que utiliza el método de Bhattacharya (1967) ⁽¹⁵⁾85) para observar en número de grupos de edad en ambos sexos, por lo que se aplicó en forma anual.

Mediante la fórmula de Taylor ⁽¹⁶⁾ se estimó la longitud infinita aproximada, que se ingresó como longitud referencial en el software FISAT II, en donde se aplicó ELEFAN I ⁽¹⁷⁾ para determinar la longitud infinita y la constante K. Posteriormente se determinaron los parámetros óptimos de crecimiento L_∞ y K, también Rn (número de puntos positivos por los que pasa la curva), para lo cual se aplicó la combinación óptima. Estimados los parámetros de crecimiento L_∞ y K, se aplicó en la ecuación de Pauly para determinar el t₀:

$$\log(-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \times (\log L_{\infty} - (1,038 (\log K)))$$

Luego se aplicó la ecuación de von Bertalanffy con la que se encontraron las longitudes y se trazó la curva de crecimiento.

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

Con las constantes de regresión potencial se convirtió de longitud infinita a peso infinito para calcular los pesos por edad, y se trazó la curva de crecimiento.

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})^n$$

Para caracterizar la pesquería de *Ethmidium maculatum* "machete" se procesó la información de los desembarques; datos respectivos a la captura y zonas de pesca; y la información de los artes de pesca utilizados. Asimismo se realizaron entrevistas con algunos pescadores.

Para determinar la captura por unidad de esfuerzo, se relacionó la captura con el esfuerzo de pesca estandarizado.

$$CPUE = \frac{C}{f}$$

Donde:

C: Captura (kg)

f: Esfuerzo de pesca (vcp)

RESULTADOS

La estructura por tallas de *Ethmidium maculatum* “machete” estuvo conformada por ejemplares de 16 a 29 cm con una longitud media de 23,9 cm, presentó 52,9% de juveniles y una moda de 25 cm (Fig. 1).

El espectro trófico de machete estuvo conformado por dos ítems: zooplancton y fitoplancton. Del grupo de zooplancton se identificó a, copépodos, larvas de crustáceos, tintínidos y cladóceros del género *Daphnia*. Del grupo de fitoplancton se identificó a Bacillariophytas (*Coscinodiscus centralis*, *Coscinodiscus curvatulus*, *Ditylum brightwellii*, *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides*), Chrysophytas (*Dictyocha fibula*, *Dictyocha octonaria*, *Pseudo-Nitzschia c.f. closterium*, *Pseudo-Nitzschia c.f. pungens*, *Thalassiosira rotula*, *Rhizosolenia sp.*) y Dinophytas (*Protoperidinium depressum*, *Protoperidinium pentagonum*, *Protoperidinium claudicans*,). En los métodos de estimación porcentual y frecuencia de ocurrencia el zooplancton fue el ítem más importante con 78,1 % y 84,4 % respectivamente (Fig. 2).

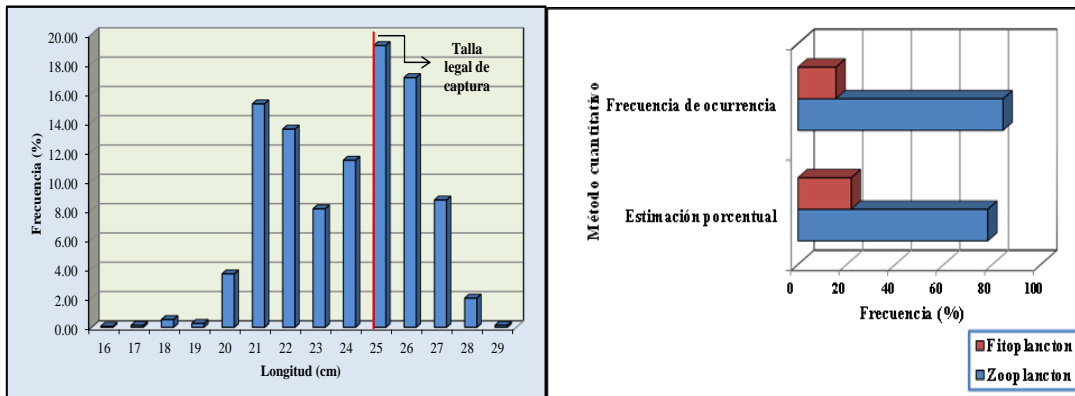


Fig. 1. Estructura por tallas de *Ethmidium maculatum* “machete” durante el 2010. Fig. 2. Métodos de Frecuencia de ocurrencia y estimación porcentual de los ítems alimentarios

En el período de estudio, se observó la predominancia de hembras (57,4%). La proporción sexual global no se ajustó a la relación estadística esperada (1M: 1H), sino que fue favorable a las hembras (X^2 cal: 20,01); la proporción sexual global esperada se dio en febrero, marzo, setiembre y octubre. En los demás meses predominaron las hembras. La proporción sexual a la talla se ajustó a un modelo polinomial de tercer grado. Se observó que los ejemplares estuvieron en un rango de tallas de 16 a 29 cm. La proporción sexual se ajustó a la relación 1M:1H en tallas intermedias (21 - 25 cm). Las hembras predominaron en tallas mayores a 26 cm.

Los individuos de ambos sexos presentaron estadios de madurez sexual del II al VIII; y solo las hembras presentaron el estadio I. Se observó una predominancia del estadio VI (Fig. 3).

La talla de primera madurez sexual en machos fue de 20,50 cm y en hembras 18,12 cm. La talla media de desove en machos fue de 22,80 cm y en hembras 24,39 cm. Los valores del Índice Gonadosomático (IGS) en machos, de *Ethmidium maculatum* durante el 2010, nos indicó que a inicios de año comienza a

incrementar el IGS, hasta el mes de marzo, luego se observó que en el mes de agosto se obtuvo el mayor valor, y descendió en los siguientes meses. En hembras siguió la tendencia de los machos (Fig. 4).

La relación longitud – peso en machos y hembras de *Ethmidium maculatum* se ajustó a un modelo potencial (Figs. 5 y 6) y en ambos grupos el exponente estuvo próximo al cubo.

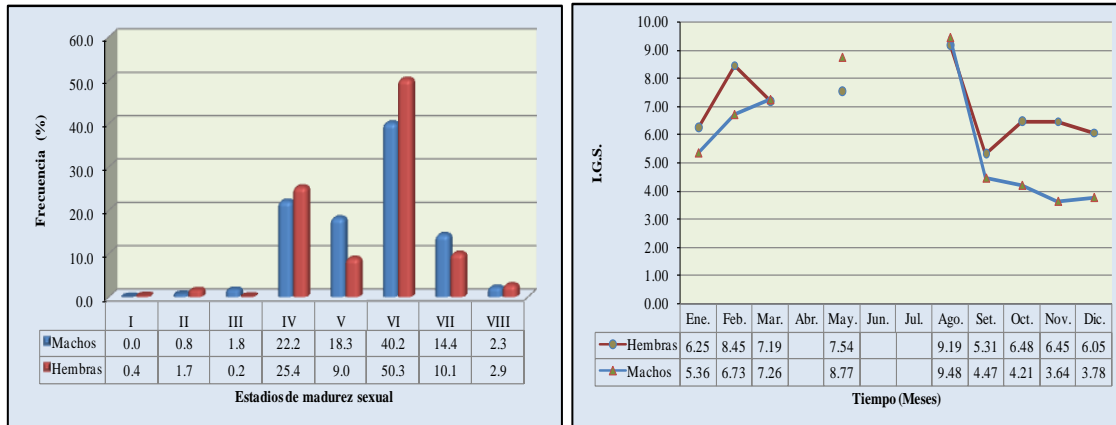


Fig. 3. Estadios de madurez sexual de *E. maculatum* "machete" durante el 2010. Fig. 4. Variación del índice gonadosomático de *E. maculatum* "machete" durante el 2010.

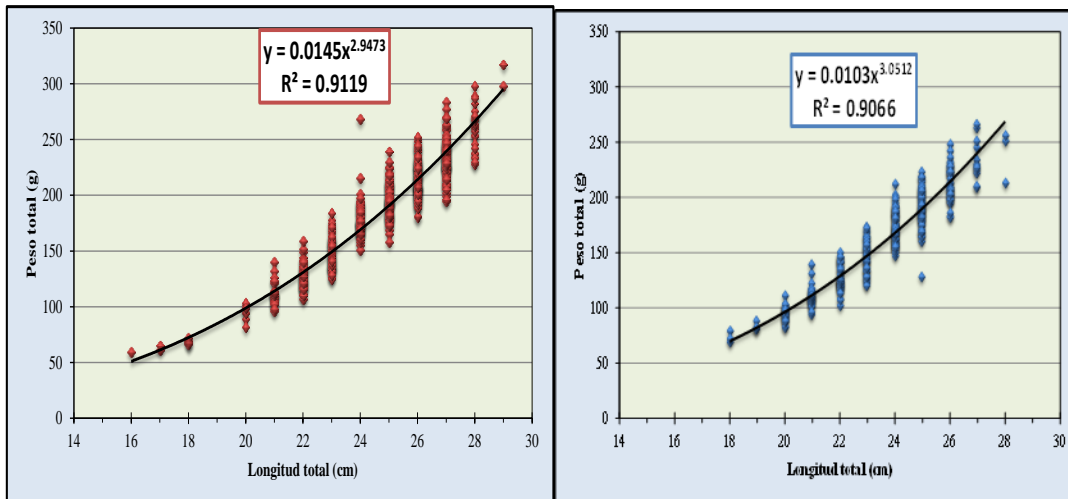


Fig. 5. Relación longitud – peso en hembras de *E. maculatum* "machete" durante el 2010. Fig. 6. Relación longitud – peso en machos de *E. maculatum* "machete" durante el 2010.

El factor de condición de Fulton en individuos machos varío de $1,14 \times 10^{-2}$ a $1,31 \times 10^{-2}$ y en hembras de $1,15 \times 10^{-2}$ a $1,30 \times 10^{-2}$; siendo en enero y agosto donde se presentó mejor condición somática para ambos sexos. Se determinó que la distribución de frecuencias de machos y hembras, son diferentes ($D_c = 0,285$ y $D_t = 0,091$) El análisis de la distribución anual de frecuencias en hembras puso de manifiesto la presencia de dos grupos de edad, cuyas longitudes medias son 19,7 y 24,14 cm. En los machos se estimó un grupo de edad con longitud media de 23,46 cm. Asimismo se observó que en octubre y noviembre se presentaron los ejemplares más pequeños en machos; y en hembras en setiembre y octubre. Las

constantes de crecimiento en longitud en machos fueron: $L_{\infty} = 29,07$ cm; $K = 0,64/\text{año}$ y $t_0 = -0,25$ años, con $R_n = 0,305$; en hembras fueron: $L_{\infty} = 30,83$ cm; $K = 0,60/\text{año}$ y $t_0 = -0,27$ años con $R_n = 0,414$. La época de reproducción se dio en primavera. Las curvas de crecimiento en longitud se incrementan de forma acelerada hasta los dos primeros años para ambos géneros. Las hembras muestran mayor crecimiento que los machos. A partir del tercer año, el crecimiento se hace más lento, hasta llegar al nivel asintótico (Fig. 7).

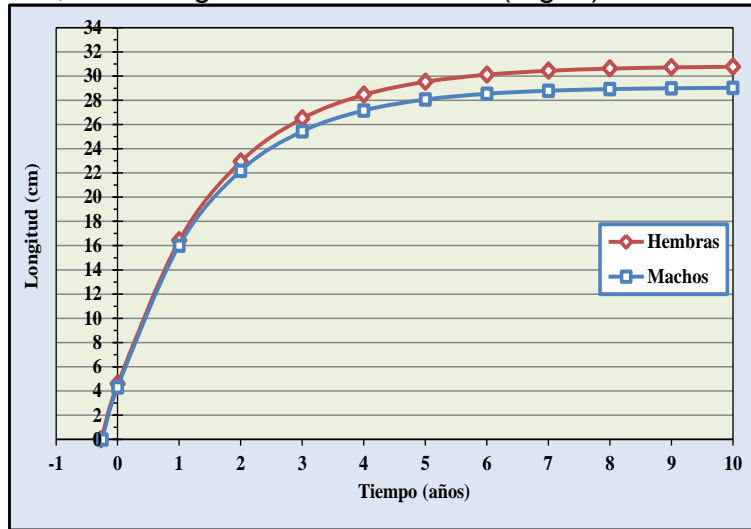


Fig. 7. Curva de crecimiento en longitud de *E. maculatum* durante el 2010.

Las constantes de crecimiento en peso en machos fueron: $W_{\infty} = 300,68$ g, $K = 0,64/\text{año}$ y $t_0 = -0,25$ años; en hembras fueron: $W_{\infty} = 354,67$, $K = 0,60$ y $t_0 = -0,27$ años. En el primer año de vida el crecimiento es lento e igual en ambos géneros, pero luego el crecimiento es acelerado hasta el tercer año, luego sigue la tendencia del crecimiento en longitud, aproximándose al nivel asintótico (Fig. 8). Las hembras aumentan su crecimiento a partir del segundo año de vida, llegando a alcanzar mayor peso que los machos. El incremento en peso para ambos sexos, alcanzan el valor máximo al segundo año, y luego decrece, hasta volverse casi nulo.

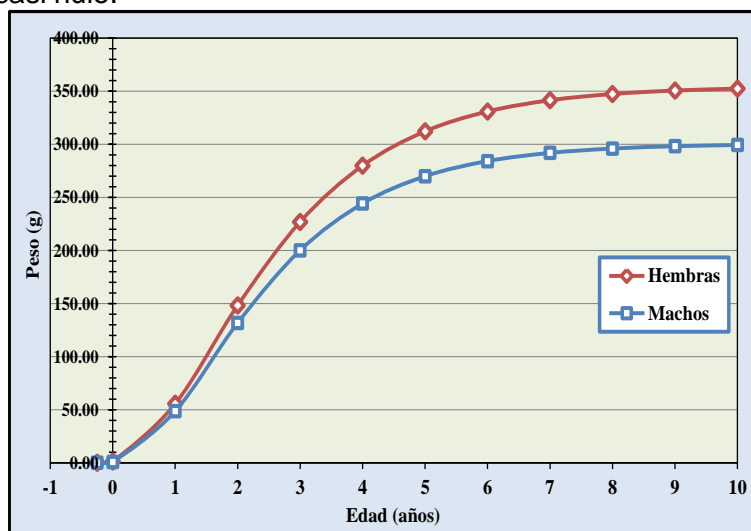


Fig. 8. Curva de crecimiento en peso de *E. maculatum* "machete" durante el 2010.

Durante el año 2010 en la Región La Libertad, se reportó un volumen de desembarque de 26 779 kg de *Ethmidium maculatum*, que perteneció a 5 puntos de desembarque, Puerto Pacasmayo 4%, Puerto Malabrigo 10%, Caleta Huanchaco 1%, Puerto Salaverry 40%, y Caleta Puerto Morín 45%. El volumen de desembarque mensual de *Ethmidium maculatum*, varió en todo el año; siendo los valores extremos en marzo (7 192 kg.) y julio (306 kg) (Fig. 9).

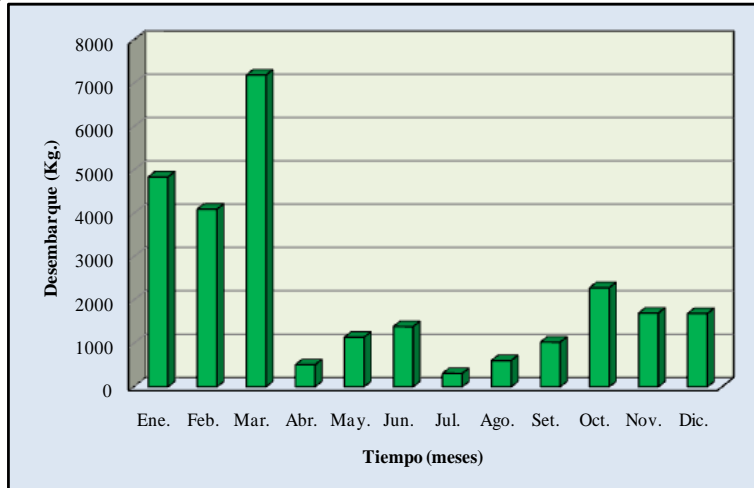


Fig. 9. Volumen de Desembarque mensual de *E. maculatum* "machete" durante el 2010.

La captura de *Ethmidium maculatum* se realizó en embarcaciones tipo caballito de totora, chalana, bote y lancha, siendo la embarcación del tipo bote las que aportaron mayor volumen de desembarque (91,3 %) y en menor porcentaje la de tipo lancha (0,3%). También se reportó una captura de 4 kg con red cortinera playera, sin el uso de una embarcación. Los artes pesca que se utilizaron para la captura de *Ethmidium maculatum* en el 2010 fueron: Red de cerco, chinchorro, cortina y trasmallo. La red más utilizada para la captura de machete es la red tipo cortina con tamaño de malla entre 2 y 3 pulgadas, la cual en forma frecuente fue de 70 bz de largo y una altura que varía desde 70 hasta 150 mallas. Las zonas de pesca donde se reportó mayor volumen de desembarque fueron: Chao, El Carmelo, Buenos Aires, Las Delicias, Salaverry, Los Brujos y Huanchaco (Fig. 10)

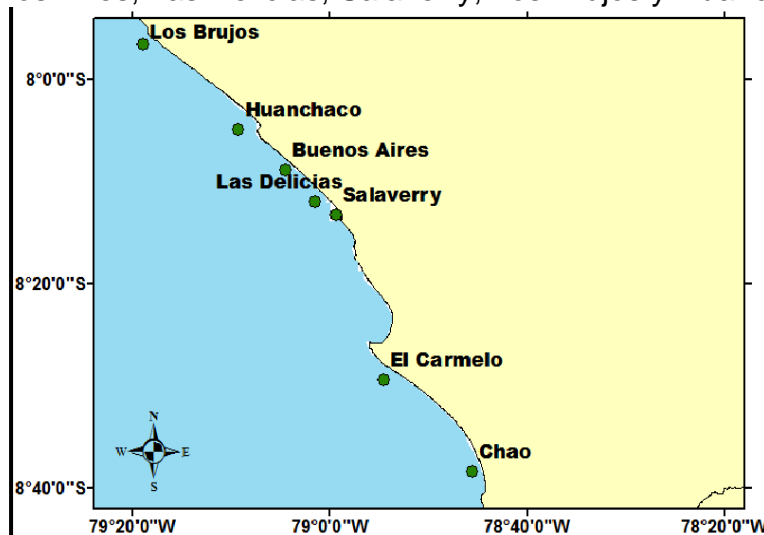


Fig. 10. Principales zonas de pesca de *E. maculatum* "machete" durante el 2010.

El esfuerzo de pesca tuvo un valor máximo en el mes de marzo, siendo de 198 viajes con pesca y el menor valor en el mes de julio con sólo 21 viajes con pesca. La relación entre el esfuerzo de pesca y la captura fue de tipo potencial, siendo el mayor valor de esfuerzo de pesca de 198 (vcp) y una captura de 7192 kg (Fig.11).

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) varió de 10,3 Kg/ vcp en abril, a 57,4 Kg/ vcp en marzo; presentó una tendencia decreciente para abril y luego se mantiene casi constante hasta el mes de setiembre el cual asciende hasta el mes de octubre (Fig. 12). La relación entre el esfuerzo de pesca y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) es de tipo exponencial y los valores máximos son 198 (vcp) y 57,4 (Kg/vcp-bote) (Fig. 13).

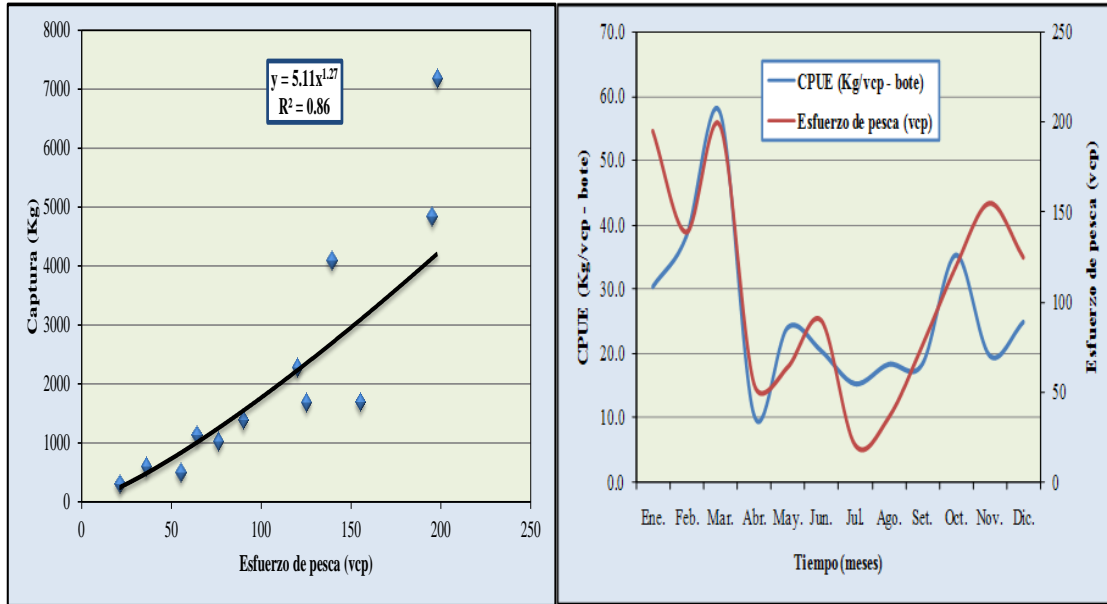


Fig. 11. Relación entre el esfuerzo de pesca y la captura en *E. maculatum* “machete” durante el 2010.

Fig. 12. Variación de la CPUE y el esfuerzo de pesca en *E. maculatum* “machete” durante el 2010.

DISCUSIÓN

La estructura por tallas de “machete” tuvo un rango con valores extremos de longitud inferiores al observado en el año 2009 que fue de 17 a 30 cm para la Región La Libertad⁽¹⁰⁾. La longitud media de captura disminuyó de 24,6 a 23,9 cm, esta disminución también se observó a nivel nacional, ya que para el año 2008 fue 28 cm⁽¹⁸⁾ y para el 2009 fue 26,5 cm⁽¹⁰⁾.

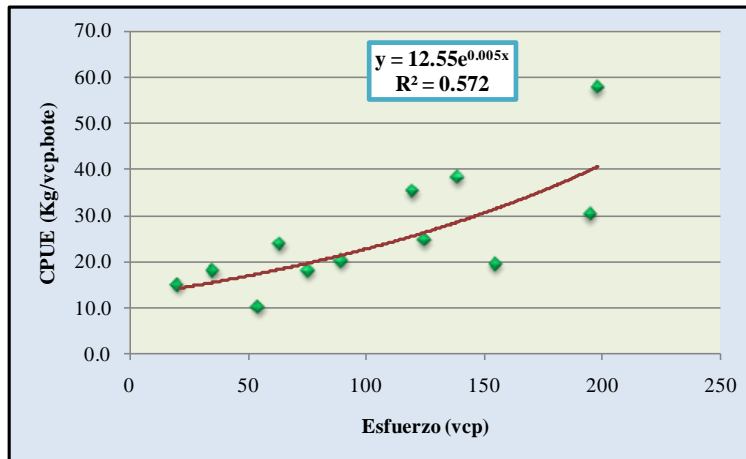


Fig. 13. Relación entre la CPUE y el esfuerzo de pesca en *E. maculatum* “machete” durante el 2010.

El porcentaje de ejemplares menores a la talla mínima legal de captura aumentó de 44,4 % (año 2009) a 52,9 % para la Región La Libertad ⁽⁵⁾, sin embargo a nivel nacional este porcentaje es de 27,5 % ⁽⁵⁾, que a pesar de ser menor que el reportado, sigue siendo un valor mayor al permitido que es de 10 % de acuerdo a la R.M, N° 209-2001-PE⁽¹⁹⁾, lo que presenta una situación de riesgo para la supervivencia de la especie.

El espectro trófico de machete para la Región La Libertad durante el 2009 estuvo conformado por fitoplancton y zooplancton ⁽¹⁰⁾; lo que coincide con lo reportado a nivel nacional, que también incluye huevos de *Engraulis ringens* “anchoveta” y *Anchoa nasus* “samasa” en la dieta de esta especie ⁽⁵⁾.

Ethmidium maculatum es considerado una especie fitoplanctófaga⁽⁷⁾. Similar situación es la que se reporta en la Región La Libertad durante el 2009, en donde el fitoplancton constituyó el 62,9 % de la dieta de esta especie, siendo considerado el ítem más importante ⁽¹⁰⁾; sin embargo, esto no coincide con los resultados de esta investigación. Es posible que exista una variación en el espectro trófico, de acuerdo a la disponibilidad de alimento, y es probable que las condiciones marinas hayan favorecido una mayor presencia de organismos zooplanctónicos.

Chirichigno y Cornejo (2001) ⁽¹⁶⁾ catalogan a *Ethmidium maculatum* como habitante de zonas costeras dentro de la franja pelágica nerítica de aguas frías y templadas frías ⁽²⁰⁾. Adicionalmente, y en contraste a lo registrado en la literatura donde el consumo de zooplancton es ocasional (copépodos), los análisis de este estudio indican un aporte zooplanctónico de gran importancia en la dieta.

Los estadios de madurez sexual gonadal indican que el machete estuvo sexualmente activo todo el año; sin embargo, es probable que la época de reproducción más intensa sea en invierno, debido al elevado porcentaje del estadio desovante en este periodo.

En las zonas de Callao e Ilo, la longitud media de primera madurez sexual para ambos sexos fueron 19,10 y 20,15 cm respectivamente ⁽⁷⁾, esto coincide con lo reportado en esta investigación.

El suministro de alimento es uno de los factores que influyen en el desove (Cushing, 1975) ⁽¹³⁾, también indica que el desove de los peces se ajusta a los

ciclos de producción de los mares; presentándose en la costa peruana, áreas de afloramiento con un ciclo de producción elevado que no ocurre en una estación fija del año, entonces las especies presentan desove continuo de esta forma las crías estarían en condiciones de aprovechar las oportunidades alimenticias de esas áreas.

Los valores del Índice Gonadosomático (IGS) muestran un mayor período de desove en invierno ⁽¹⁰⁾, coincidiendo con lo reportado en esta investigación dado que el mayor pico de desove se reporta a fines de invierno e inicios de primavera, y con menor intensidad se observó también en verano.

Bagenal (1978)⁽²¹⁾ indica que el valor del coeficiente “a” puede variar estacionalmente según la alimentación, la época reproductiva o por el hábitat; en cuanto al exponente “b” si este es igual a 3, el crecimiento es isométrico; es decir, las proporciones geométricas del cuerpo no cambian. Si la forma del cuerpo cambia durante el crecimiento de modo tal que la relación de las medidas lineales con respecto al peso decrece, entonces “b” es mayor que 3; en caso contrario, “b” es menor que 3. Esto sucede en la mayoría de las especies de peces y se afirma que su crecimiento es alométrico.

La relación longitud – peso permite determinar que las especies tienen un crecimiento alométrico; esta relación es importante porque se puede utilizar para determinar el peso al primer desove si se conoce la longitud, valor que se utiliza para ajustar el porcentaje de embande de las redes agalleras y el tamaño de malla, esto último constituye una medida de regulación pesquera ⁽¹⁶⁾.

El análisis del factor de condición de Fulton indicó que a pesar de no ser mucha la diferencia; en verano la especie alcanzó la mejor condición somática para ambos sexos, esto se explica porque en esta estación, la disponibilidad de alimento es mayor que en otras estaciones.

En las curvas de crecimiento de von Bertalanffy, se observó la presencia de uno hasta tres grupos de edad en las distribuciones mensuales de frecuencia. Para ambos sexos, el inicio de la curva ocurre en la estación de primavera, lo que indica la probable época de reproducción.

Las curvas de crecimiento obtenidas muestran una tendencia a incrementar en los primeros años, este incremento disminuye conforme aumenta la edad. Estas curvas son exponenciales porque al aumentar la edad del pez, la tasa de crecimiento disminuye ⁽¹⁶⁾. Las hembras mostraron una velocidad de crecimiento mayor a la de los machos, tanto en longitud como en peso.

En el año se obtuvieron los parámetros poblacionales de crecimiento para ambos sexos de machete ⁽¹⁰⁾, siendo $L_{\infty} = 31,58$ cm, $K = 0.85/\text{año}$ con un valor de $R_n = 0.327$. Estos estimados son mayores que los encontrados en esta investigación, en la que se analizaron las constantes de crecimiento para cada género.

El desembarque de machete durante el año 2009 fue de 493 986 Kg, siendo la principal especie de peces de la pesca artesanal costera en la Región La Libertad, con lo que superó a *Paralichthys peruanus* “suco”, *Sciaenops ocellatus* “lorna” y a *Mugil cephalus* “lisa” ⁽⁹⁾. Sin embargo en el año 2010 el desembarque de machete disminuyó en 94,6 %.

La estación de mayor desembarque de machete durante el 2009 en la región La Libertad fue en verano, siendo el mes de marzo donde se reportó mayor volumen de desembarque, ocasionado por las características del ambiente marino, que se

presentó frío (enero a mayo) debido a la influencia y presencia de las Aguas Costeras Frías que predominaron en el área; así como, el afloramiento costero que traen nutrientes y abundancia del plancton ⁽²²⁾. Y la estación con menor volumen de desembarque es invierno ⁽⁹⁾. Este comportamiento coincide con la presente investigación, aunque con menores niveles de desembarque.

La captura de “machete” se realizó con mayor frecuencia en embarcaciones tipo bote y con el empleo de redes cortina o agalleras; sin embargo la pesca no es dirigida, ya que la captura de esta especie se da de forma incidental con la captura de *Mugil cephalus* “lisa”. En la Región La Libertad se ha reportado una captura de 60 kg con red de cerco en la zona de Pacasmayo. La captura de machete con red de cerco se da principalmente en la pesquería industrial.

Los desembarques registrados de “machete” indicaron que esta especie es capturada con mayor frecuencia en el límite sur de la Región La Libertad, estos desembarques disminuyen conforme se avanza al norte, porque el machete es una especie que vive en ambientes con temperaturas preferentemente frías.

El esfuerzo de pesca fue mayor en la estación de verano; y menor en invierno; siendo en primavera la estación donde comienza a aumentar el esfuerzo de pesca. Esto sucede por la disponibilidad del recurso que se incrementa por las condiciones ambientales favorables.

La relación entre el esfuerzo de pesca y la captura fue de tendencia potencial, es decir que al aumentar el esfuerzo de pesca, aumenta la captura del recurso, sin embargo se debe tener cuidado porque se registró un elevado porcentaje de individuos que están debajo de la talla mínima legal de captura (25 cm).

La talla mínima legal de captura está relacionada con la estimación del tamaño óptimo de malla de las redes a fin de evitar la captura de individuos por debajo de esa talla, pero en este caso no existe concordancia entre ambas, porque en la ejecución de esta investigación se observó que la mayoría de pescadores utilizaron un tamaño de malla entre 2 y 2 $\frac{3}{4}$ pulgadas, y aun así el porcentaje de juveniles es superior al permitido; lo que sugiere que el tamaño de malla no es el recomendado para la captura de esta especie.

La captura indiscriminada de las tallas más pequeñas de las especies, puede provocar una serie de consecuencias en la estructura de la población cuyos efectos se traducen tanto en la disminución de los rendimientos pesqueros, como en la aparición de estados de sobreexplotación que alteran la relación stock-reclutamiento, pudiendo causar el colapso de la pesquería.

La explotación elevada de cualquier especie, tiene un impacto considerado en el potencial reproductivo, debido a que generan cambios en la estructura de la población o el stock y con mayor frecuencia ocurre cuando en la explotación de un stock surge una disminución de las clases anuales.

La tendencia de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), es parecida a la del esfuerzo de pesca. El valor máximo se dio en el mes de marzo y decreció desde abril a setiembre en el que nuevamente comienza a ascender los valores del CPUE.

La relación entre el esfuerzo de pesca y la captura por unidad de esfuerzo es exponencial e indica que la pesquería a diferencia de otras especies es estable, ya que a medida que aumenta el esfuerzo, el CPUE también incrementa, siendo este

un indicador positivo de la abundancia del recurso; sin embargo la alta incidencia de juveniles es un riesgo.

Es importante tener en cuenta que para que una pesquería se mantenga en equilibrio, se deben considerar muchos aspectos, pero para este caso se recomendaría regular el crecimiento de la flota, teniendo en cuenta las modificaciones de las artes de pesca (redes cortina) con respecto al tamaño de malla, para disminuir el porcentaje de juveniles.

CONCLUSIONES

Ethmidium maculatum es una especie filtradora que se alimenta de plancton, siendo su principal alimento el zooplanton.

La proporción sexual fue favorable a las hembras, y la actividad reproductiva más intensa ocurrió en invierno.

El crecimiento fue alométrico y mayor en hembras. El mejor grado de bienestar se dio en verano.

Se obtuvo dos grupos de edad en hembras y uno en machos. Las ecuaciones de crecimiento fueron:

Machos: $L_t = 29,07 (1 - e^{-0,64(t+0,25)})$

Hembras: $L_t = 30,83 (1 - e^{-0,60(t+0,27)})$

El mayor volumen de desembarque se dio en marzo, y la relación entre el esfuerzo de pesca y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) es de tipo exponencial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tarazona, J., D. Gutiérrez y A Indacochea. Overview and challenges of marine biodiversity research in Perú. *Gayana* 67 (2): 206-231, 2003
2. IMARPE. Anuario Científico Tecnológico IMARPE. Vol. 6, enero – diciembre, 2006. Instituto del Mar del Perú (ISSN 1873 – 2103). Callao. Perú. 2006
3. FAO. [En línea]. Perfiles sobre la pesca y la acuicultura por países. Visión general del sector pesquero nacional del Perú. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [Accesado 14/01/2011]. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/FI/DOCUMENT/fcp/es/FI_CP_PE.pdf. 2010
4. FAO. [En línea]. Resumen informativo sobre la pesca por países. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [Accesado 14/01/2011]. 2003. Disponible en: <http://www.fao.org/fi/oldsite/FCP/es/PER/profile.htm>
5. IMARPE. Anuario Científico Tecnológico IMARPE. Vol. 9, enero – diciembre, 2006. Instituto del Mar del Perú (ISSN 1813 – 2103). Callao. Perú. 2009a
6. Whitehead, P. [En línea]. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. *FAO Fish. Synop.* 125(7/1):1-303. 1985 Rome: FAO. [Accesado 07/01/2011].

- Disponible en:
<http://www.fishbase.org/summary/speciessummary.php?id=1593>
7. Cahuana, A. [En línea]. Estudio de algunos aspectos biológicos del "machete" *Ethmidium maculatum* en las zonas de Callao e Ilo. [Accesado 10/01/2011]. Disponible en:
http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/tesis/imarpe_restes_cahuana_quino_ruth_1995.pdf. 1995
 8. IMARPE. [En línea]. Pesquerías de recursos marinos costeros, *Ethmidium maculatum* "machete" (Valenciennes, 1847). [Accesado 14/12/2010]. 2008a. Disponible en:
http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index.php?id_detalle=000000000000000007800
 9. IMARPE. Seguimiento de la Pesquería Artesanal en la Región La Libertad 2009. Informe interno del Imarpe sede Huanchaco. 2009c
 10. IMARPE. Seguimiento de la Pesquería Demersal y costera en la Región La Libertad 2009. Informe interno del Imarpe sede Huanchaco. 2009b
 11. ODEI. [En línea]. La Libertad: Compendio Estadístico 2009. Oficina Departamental de Estadística e informática. [Accesado 12/03/2011]. 2009. Disponible en:
<http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0852/libro.pdf>
 12. Tresierra, A y Z. Culquichicón. Manual de Biología Pesquera. Editorial Libertad E.I.R.L. Trujillo. Perú. 226 pp. 1995
 13. Tresierra, A y Z. Culquichicón. 1993. Biología Pesquera. Editorial Libertad E.I.R.L. Trujillo. Perú. 432 pp. 1993
 14. Gayanilo, F., P. Sparre y D. Pauly. FAO-ICLARM Assessment tools. II. User's guide. 2005
 15. Pauly, D y J. Caddy. A modification of Bhattacharya's method for the analysis of mixtures of normal distribution. FAO. Fisheries. Circ. N°781. 16 pp. 1985
 16. Tresierra, A, Z. Culquichicón y B. Veneros. Dinámica de poblaciones Editorial Libertad E.I.R.L. Trujillo. Perú. 300 pp. 1995
 17. Pauly, D y N. David. ELEFAN I, a Basic program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. Meeresforsch. 28 (4): 205-211, 1980
 18. IMARPE. Anuario científico y tecnológico IMARPE. Vol. 8, enero – diciembre, 2008. Instituto del Mar del Perú (ISSN 13-2103). Callao, Perú. 2008b
 19. PRODUCE. Resolución Ministerial N° 209-2001-PE. 2001
 20. Chirichigno, N y M. Cornejo. Catálogo comentado de los peces Marinos del Perú. Instituto del Mar del Perú, Publicación especial. 1-314. 2001
 21. Veneros, B. Caracterización de las bases biológicas-pesqueras para el manejo sustentable de los principales recursos que soportan la pesca artesanal en la zona costera de la Región La Libertad, Perú. Tesis para optar el grado de doctor en Ciencias Biológicas. Escuela de Postgrado. Universidad Nacional de Trujillo. 2008

22. IMARPE. Variación de parámetros oceanográficos en las estaciones fijas de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco y Salaverry 2009. Informe interno del Imarpe sede Huanchaco. 2009d