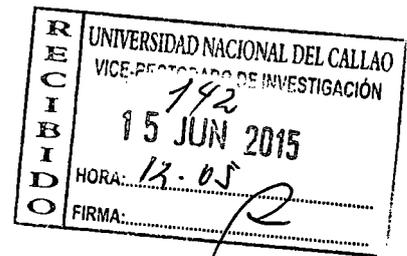


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
PESQUERA Y DE ALIMENTOS



INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
“DETERMINACION DE LA MORTALIDAD TOTAL
DEL CHORO (*Aulacomya ater*) EN LA REGIÓN
LIMA CALLAO”

AUTOR: ENRIQUE GUSTAVO GARCIA TALLEDO

PERIODO DE EJECUCIÓN: Del 1 de Julio 2013 al 30 de Junio 2015

Resolución de aprobación N° 705-2013 R

Callao, 2015

a INDICE

a.- INDICE	1
b.- RESUMEN	3
c.- INTRODUCCIÓN	5
d.- MARCO TEÓRICO	7
d.1 Aspectos biológicos	7
d.2 De los aspectos de la dinámica poblacional	9
d.3 De los criterios de manejo de los recursos	10
d.4 De la pesquería	10
d.5 De las áreas de manejo y la normatividad	14
e.-MATERIALES Y MÉTODOS	16
e.1 Del universo	16
e.1.1 Del área de estudio	16
e.1.2 Del tiempo del estudio	16
e.1.3 De los parámetros	16
e.2 De los métodos	16
e.2.1 De la toma de muestras	17
e.2.2 Del análisis de las muestras	17
e.3 De los cálculos	18
e.3.1 Cálculo de la densidad poblacional	18
e.3.2 Cálculo de la mediana	18
e.3.3 Cálculos de proporción sexual	19
e.3.4 Distribución de frecuencia de tallas	19
e.3.5 Relación peso longitud	19
e.3.6. Modelo dinámico de libre acceso	20
e.3.7 Modelo de crecimiento logístico	21
e.3.8 Cálculo de la mortalidad	21
f.- RESULTADOS	25
g.- DISCUSIÓN	26

h.- REFERENCIALES

27

i APÉNDICES

30



b RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar las tasas de Mortalidad del Choro (*Aulacomya ate*) especie muy consumida por la población peruana principalmente de la zona costera principalmente por su agradable sabor y su bajo costo en comparación con otros moluscos típicos de la gastronomía nacional.

Su alto consumo en la Región Lima Callao está agotando los bancos naturales que se ubican en las roquerías de las zonas costeras y en las islas del litoral sin embargo no está demostrado si su paulatina disminución se debe al esfuerzo de pesca o a otros factores como la contaminación marina, cambios oceanográficos u otros, por lo cual se plante como objetivo e la investigación determinar si la mortalidad por pesca es mas significativa que la mortalidad por natural.

Para ello se planteó utilizar los modelos bioeconómicos para determinar la biomasa existente y la biomasa optima asi como la capacidad máxima de carga para el biosistema de la región Lima Callao eso nos permitio mediante los modelos de Mortalidad establecer la mortalidad total de la zona y las mortalidades por pesca y natural.

Los resultados nos indicaron una tasa de explotación del 64 % y una tasa de mortalidad por pesca de 1.4 y una mortalidad natural de 1 si se toma en consideración que la madures de una cohorte para la especie está calculada en tres años podemos afirmar que existe sobre pesca en la región, además se pudo calcular que el esfuerzo de pesca máximo es de 24 embarcaciones número muy debajo de las existentes que se calculan en alrededor de 78 .

Por lo expuesto es recomendable que se busque algunas formas de control limitando el tamaño de la flota marisquera en la región o estableciendo periodos de veda para la especie.

b ABSTRACT

This paper aims to determine mortality rates Choro (*Aulacomya ate*) species widely consumed by Peruvians mainly the coastal area mainly for its pleasant taste and its low cost compared to other mollusks typical of national cuisine.

Its high consumption in the Lima Callao Region is depleting natural banks that are located in the roquerías coastal areas and offshore islands but is not shown if its gradual decline is due to fishing effort or other factors such as pollution marine, oceanographic changes or others, which is planted as research objective and whether fishing mortality is more significant than natural mortality.

For it was raised using bio-economic models to determine the existing biomass and optimal biomass as well as the maximum load for the biosystem of the region Lima Callao I that allowed us through mortality patterns set the total mortality in the area and mortalities fishing and natural.

The results showed us an exploitation rate of 64% and a rate of fishing mortality of 1.4 and a natural mortality of 1 if one takes into consideration the maturity of cohorte for this species is estimated at three years can say that there about fishing in the region and it could be calculated that the maximum fishing esfuerzo is 24 number well below existing estimated at around 78 boats.

For these reasons it is recommended that some forms of control by limiting the size of the shellfish fleet in the region or establishing closed seasons for the species sought.



c INTRODUCCIÓN

Dentro de los moluscos bivalvos que se extraen a lo largo de todo nuestro litoral, el choro es el que alcanza los mayores volúmenes de extracción y es el que mayor aceptación tiene entre las personas de bajos recursos económicos en el país, compitiendo ventajosamente con otras carnes de origen marino, debido a su contenido proteico, bajo costo y buen sabor.

La extracción del choro es una actividad característica de los pescadores marisqueros que faenan en el litoral de la región Lima Callao, y el aporte de sus faenas al mercado nacional es significativo; el número de buzos y embarcaciones choreras se ha ido incrementando en el transcurso del tiempo, viéndose desfavorecido los bancos naturales por el incremento de la presión extractiva sobre ellos.

En los últimos años se ha podido apreciar la paulatina disminución en el tamaño de los bancos naturales y en la biomasa total del recurso sin que se conozca con certeza si esta disminución se debe a factores naturales originados en la contaminación y condiciones oceanográficas o la mortalidad por pesca originada en el esfuerzo de pesca.

Por lo cual la investigación tiene el siguiente Objetivo General

- Determinar la principal causa en la disminución de los bancos naturales de Choros (*Aulacomya ate*) en la región Lima Callao.

Y los siguientes Objetivos específicos

- Determinar la Mortalidad total del Choro (*Aulacomya ate*) en la región Lima Callao.

- Determinar la Mortalidad Natural del Choro (*Aulacomya ate*) en la región Lima Callao

- Determinar la Mortalidad por pesca del Choro (*Aulacomya ate*) en la región Lima Callao

La extracción del Choro en el Perú se realiza manualmente, mediante buceo con compresora a profundidades que oscilan habitualmente entre los 5 y los 25 metros. La disminución de los bancos naturales del recurso obliga a los pescadores a buscar nuevas zonas de extracción en

lugares cada vez más alejados de su base y a sumergirse a mayor profundidad. Estas circunstancias obligan a buscar nuevas formas de conservación del Choro, siendo la acuicultura una de las que se prestan como más prometedora, pero que no ha sido desarrollada hasta la fecha por considerarla poco rentable, dado el bajo precio de este recurso. Para implementar el cultivo es importante evaluar convenientemente la rentabilidad del sistema de extracción actual, teniendo en cuenta no sólo el esfuerzo de pesca y tamaño de la flota sino también los efectos de la contaminación marina y efectos oceanográficos sobre la especie. Estos resultados servirán de base para compararlos con las posibilidades y la rentabilidad de un sistema de cultivo.

El choro (*Aulacomya ater*) es un bivalvo de concha mitiliforme de color negro brillante o negro violáceo o azulado, con su borde dorsal redondeado y su parte más alta hacia la mitad de la valva; el borde ventral es generalmente recto, a veces cóncavo. Presenta estrías radiales bien marcadas, en ocasiones cruzadas por finas estrías transversales, independientes de las líneas de crecimiento. Es de sexos separados y vive adherido a sustratos duros de fuerte pendiente con buena renovación de agua, alimentándose principalmente de fitoplancton y detritus orgánico a través de la filtración, y pueden alcanzar la talla de 8 cm en 16 meses (Yamashiro, 1982).

La evaluación de un recurso pesquero parte del conocimiento del stock pudiendo definir al mismo como un subconjunto de una determinada especie que posee los mismos parámetros de crecimiento y mortalidad, que habita en un área geográfica particular (Sparre 1996).

Nesis (1970) bajo la suposición de un solo desove anual de la especie asigna edades en grupos modales.

Ehrhardt (1980) llega a la conclusión de que esta especie vive alrededor de los 2 años agregando que su crecimiento es del tipo lineal y muy rápido.

d MARCO TEORICO

d.1 Aspectos biológicos

Cantillánez (2011) cita a **Molina (1762)** quien clasifica al choro (*Aulacomya ater*) como un Molusco bivalvo con concha de color negro, más grande que el chorito. Habita desde Ecuador hasta el Estrecho de Magallanes y por el Atlántico hasta Santa Cruz (Argentina) , especie comestible, relativamente abundante que se le encuentra en las rocas del intermareal y en los bajeríos examinados entre 2 y 4 m de profundidad.

Ortiz (2009) cita a **Cruz (1960)** menciona al choro (*Aulacomya ater*) como un bivalvo de concha mitiliforme de color negro brillante o negro violáceo o azulado, con su borde dorsal redondeado y su parte más alta hacia la mitad de la valva; el borde ventral es generalmente recto, a veces cóncavo. Presenta estrías radiales bien marcadas, en ocasiones cruzadas por finas estrías transversales, independientes de las líneas de crecimiento.

Ehrhardt (1980) llega a la conclusión de que esta especie vive alrededor de los 2 años agregando que su crecimiento es del tipo lineal y muy rápido.

Pauly (1985) considera que el reclutamiento en las especies de vida corta es de suma importancia , en las que el mantenimiento de la biomasa del stock depende mucho del reclutamiento anual a diferencia de las especies de vida larga ,donde el aporte del reclutamiento anual contribuye con una pequeña parte de la biomasa total.

Alamo y Valdiviezo (1987) Consideran que es una especie de molusco bivalvo filtrador de la familia Mytilidae nativa de América del Sur, donde se la encuentra en las costas de Perú y todo Chile, particularmente desde el Callao hasta el canal de Beagle, así como en el

Archipiélago Juan Fernández.² En el Atlántico americano su distribución va desde el sur de Brasil hasta Tierra del Fuego e Islas Malvinas.

Peña (1967) describe a la concha mitiliforme tiene el borde central cóncavo en la mayoría de los ejemplares, mientras que el dorsal es notoriamente más prominente hacia la mitad posterior de la valva. Externamente presenta estrías concéntricas de crecimiento y costillas radiales. El periostraco es de color negro-azuloso brillante a café oscuro; los umbos son curvados y puntiagudos; la charnela tiene un único diente en la valva izquierda. El interior de las valvas es nacarado

Yamashiro, (1982) El choro (*Aulacomya ater*) es un bivalvo de concha mitiliforme de color negro brillante o negro violáceo o azulado, con su borde dorsal redondeado y su parte más alta hacia la mitad de la valva; el borde ventral es generalmente recto, a veces cóncavo. Presenta estrías radiales bien marcadas, en ocasiones cruzadas por finas estrías transversales, independientes de las líneas de crecimiento. Es de sexos separados y vive adherido a sustratos duros de fuerte pendiente con buena renovación de agua, alimentándose principalmente de fitoplancton y detritus orgánico a través de la filtración, y pueden alcanzar la talla de 8 cm en 16 meses .

Bautista (1995) Establece que los choro tienen un comportamiento gregario al momento de cementación de sus ovíposturas , presentando un alto índice de fecundidad lo que proporciona una gran cantidad de huevos en las cápsulas, con un desarrollo intracapsular de tipo indirecto eclosionando larvas velíger cuya fase pelágica es de vida libre hasta que se produce el asentamiento.

Miranda (1975) establece una proporción sexual de 1:1 para la población del choro común en la Bahía de Mejillones Chile

Taipe (2006) considera el tamaño de fluctuación de la especie para Lima entre los 18 mm y los 84 mm

Sanchez (2003) considera que el banco natural de choro se ubica asociado principalmente al sustrato duro, conformado de roca maciza y piedras canto rodado.

ALAMO Y VALDIVIEZO (1979) lo reportan a lo largo de la costa oeste del Pacífico desde Ecuador hasta Valparaíso en Chile

STUARDO (1964) considera que la especie se encuentra muy difundida a lo largo de la costa peruana.

BAUTISTA (1996) Considera que se trata de una especie sobre explotada comercialmente siendo su consumo muy alto en el mercado interno peruano por lo que su sobre explotación está llevando a una disminución en su captura y la pérdida de muchos bancos naturales.

d.2 Aspectos de la dinámica poblacional

Shann (1910), establece que la estructura poblacional, es decir la composición por tamaños, por edades, es de especial interés en el análisis de la dinámica poblacional.

Holffbauer (1899) considera que si se posee una serie de muestras para fechas sucesivas, el desplazamiento de grupos modales de una curva de frecuencias de tamaño, permite apreciar la velocidad de crecimiento y con ello hacer cálculos de las tasas de renovación del recurso. Por otra parte, la composición por edades conduce a los cálculos de las tasas biológicas de mortalidad y sobre vivencia.

Graham (1956) Propone como una de las aproximaciones a la determinación de edad es la lectura de anillos de crecimiento. La lectura de anillos en escamas de peces, se cree en el mismo argumento fisiológico sobre su formación en moluscos, períodos de ausencia de crecimiento coincidentes con los inviernos.

Haskin (1954). Comenta los problemas en la determinación de edad en moluscos como un problema de crecimiento y desarrollo de diversas características.

Orton (1926), Demostró la validez de la coincidencia anillo -un año (en bivalvos) están quien mantuvo en jaulas metálicas ejemplares de *Cardium edule* por varios años, observando además que los cambios de condiciones ambientales debido a las mediciones y observaciones efectuadas, quedaban marcadas como anillos semejantes a los de invierno fisiológico.

Newcombe (1935), hacer notar las dificultades de lectura de los primeros anillos (I y II), encontró que un 92% del crecimiento se realiza en primavera-verano y que este crecimiento se hace menor año a año.

Hancock (1965-1967) comenta, revisa y deja establecida la representación gráfica de los parámetros de crecimiento en moluscos.

Morris Southwood (1971) considera que una vez conocida la edad de los ejemplares, se puede calcular la tasa de la dinámica poblacional y también la acción de una clase anual sobre la otra.

Miranda (1967) utilizó esta especie para ilustrar el método de análisis de curvas polimodales mediante el papel de probabilidades de Hazel (Harding, 1949; Tanaka, 1952 y Cassie, 1954).

d.3 De los criterios de manejo de los recursos

Según **KESTEVEN (1973)**, el hombre puede planificar el uso de sus propios recursos y está capacitado para hacerlo; gracias a la investigación científica, puede comprender y controlar el efecto que sobre ellos ejerce la pesca y en ciertos casos intervenir en los mismos, reglamentando su uso. De tal modo, la explotación de un recurso está determinada por consideraciones económicas, sociales e incluso morales, que no existen en otros niveles bióticos.

d.4 De la pesquería

Se define como una agrupación casi natural de barcos, hombres e instrumentos para la explotación de un recurso, en un área más o menos determinada.

Tresierra (1995) Define unidad de pesquería como el conjunto de equipo y mano de obra con el que se puede realizar la pesca de manera autónoma. Así, un barco camaronero es una unidad de pesca que está conformado por la embarcación y las artes, otro ejemplo más simple de unidad de pesca, es un hombre con un aparejo.

Tresierra y Culquichicón (1993) Definen unidad de stock como una población de peces, de una o varias especies que ocupa un área particular y vive independiente de otras poblaciones de ésa o esas especies, de modo que el resultado total de la migración (emigración o

inmigración) es nula o insignificante, comparado con las tasas de mortalidad y reproducción, que tiene lugar en el propio stock. Replanteando la definición de unidad de pesquería, ella es el grupo de unidades de pesca, más o menos de la misma clase, empleadas en la explotación de una o más unidades de stock.

La ciencia pesquera, se ocupa de describir y analizar esos sistemas unitarios respecto a su estructura y su dinámica operación, funcionamiento y comportamiento, en cuanto a la unidad de stock, las características son:

- a) La disponibilidad total de la biomasa y lo que la determina en términos de mortalidad, crecimiento y disponibilidad de alimento, reproducción y reclutamiento.
- b) La accesibilidad de los stocks, lo cual es función de las características de la flota y de la distribución del stock capturable.
- c) La vulnerabilidad del stock; es decir, la probabilidad de un pez de ser capturado, esto es función de las características de comportamiento del stock. Matemáticamente la vulnerabilidad está representada por la probabilidad que existe; durante una operación de un arte, que un pez dentro del área o del volumen de alcance de esa unidad de arte, sea capturado.

La unidad de pesca es, a su vez, objeto de estudio de la arquitectura pesquera naval y de la tecnología de artes de pesca. En una unidad de pesquería interesa conocer algunas de las características de las unidades de stock y las unidades de pesca, además de las otras características que posee la unidad de pesquería en virtud de su organización y dirección. Así, en el estudio de una unidad de pesquería reunimos los resultados de la Biología Pesquera, la Tecnología de Artes de Pesca, la Arquitectura Naval y algunos aspectos de la Economía Pesquera.

CAUGHLEY (1977), anota que la población es una unidad biológica en el nivel de integración ecológica, donde se habla de una

tasa de natalidad, tasa de mortalidad, proporción por sexos y una estructura de edad en la descripción de las propiedades de la unidad.

HÖISAETER y MATTHIESEN (1979), indican que los biólogos utilizan la palabra población de varias maneras, dependiendo de su especialidad, es común que utilicen el término población para referirse a todos los individuos que pertenecen a una misma especie y que habitan más o menos en un área definida.

CSIRKE (1980), define a la población como la entidad viviente formada por los grupos de peces de una misma especie que ocupan un espacio o lugar común, que tiene un nivel de organización y una estructura propia, y que cada población se renueva y se reproduce aisladamente de otras poblaciones y que la explotación de una unidad poblacional no tiene efecto en otras poblaciones.

EVERHART y YOUNGS (1981), definen a una población de peces como una entidad biológica. Estas son poblaciones que tienen características no necesariamente aplicables a simples organismos, incluyendo tamaño, densidad, mortalidad, longevidad, tasas de crecimiento, proporción por sexos y patrones de comportamiento. Los pescadores y biólogos pesqueros se refieren a stock de peces.

Otros definen a las poblaciones como un grupo de organismos de la misma especie que ocupan un espacio determinado en un tiempo particular y también refieren que una población puede estar subdividida en sub. poblaciones, la que está constituida por organismos relacionados muy íntimamente, pudiendo existir mezcla y cruzamiento entre ellos.

De todas las definiciones antes mencionadas, la indicada por **CSIRKE (1980)**, es la que más se ajusta a la definiciones de población desde el punto de vista biológico - pesquero.

La población como una unidad presenta ciertas características que le son propias y que no las comparte con los individuos que la constituyen, estas características reciben el nombre de atributos de grupo. Pero hay otras características que presentan la población como unidad y que las comparte con los individuos que la constituyen y son los

atributos biológicos. Aquí, trataremos de manera general algunas características de la población.

Tresierra (1995) considera que la densidad puede ser medida en tres formas: como el número de individuos en una población, como el número o peso total de los individuos por unidad de espacio (densidad absoluta) y como la densidad de una población en relación a otra (densidad relativa).

Asimismo, el tamaño de una población puede estar expresado por el número total o peso total de los individuos, conociéndose a esta última expresión como biomasa y es expresada en peso vivo o peso húmedo.

ROYCE (1972) llama densidad o abundancia, siendo la unidad común la captura por unidad de esfuerzo. En conclusión se tiene que densidad, viene a ser el número total de individuos o peso total por unidad de espacio (área, volumen).

Tresierra (1995) Considera que cada población de peces es una unidad biológica que además de estar constituida por individuos de una especie y ocupar un espacio o lugar común, tiene la capacidad de auto perpetuarse y renovarse continuamente. Razón por la cual, desde el punto de vista de la explotación pesquera, cada población puede ser considerada como un recurso renovable. Sin embargo, a pesar de que cada población puede ser claramente identificada y diferenciada de otras poblaciones tanto en el sentido biológico como en el sentido ecológico y pesquero, existen muchos casos en los que esta situación ideal se ve alterada por diversos factores que evidentemente pueden complicar en mayor o en menor grado el estudio de la dinámica de una población en particular, debiéndose en algunos casos considerar la posibilidad de tener unidades poblacionales con mezcla de especies y la posibilidad de tener más de una pesquería actuando sobre una misma población, la interacción entre una población y otra, la interacción entre una pesquería y otra, así como los efectos de las condiciones ambientales variables, entre otras.

CSIRKE (1980) define a la población como la entidad viviente formada por los grupos de peces de una especie que ocupan un



espacio o lugar común, que tiene un nivel de organización y una estructura propia y que cada población se renueva y se reproduce aisladamente de otras poblaciones y que la explotación de una unidad poblacional no tiene efecto en otras poblaciones.

La noción de población según la definición de **CSIRKE (1980)** implica **monoespecificidad** y es mucho más restringida que la noción de especie, puesto que el espacio considerado puede ser de una extensión más pequeña que el área de distribución de la especie.

Además, la definición de población, implica dos exigencias: el aislamiento de los individuos de la población respecto de otros individuos extraños a la población y la homogeneidad que facilitarán los intercambios genéticos. Sin embargo, estas dos exigencias no se cumplen completamente, existen en el interior de la población compartimentos entre los que los intercambios son muy débiles, lo que explica el porqué en algunos casos se habla de sub - poblaciones.

El proceso contrario al reclutamiento se denomina **REFORMA**; es decir, el proceso por el cual los individuos dejan definitivamente los lugares de pesca a partir de cierta edad (**LAUREC Y LEGUEN 1981**).

d.5 De las áreas de manejo y la normatividad

Mediante la Ley de Promoción y Desarrollo de Acuicultura (Ley N° 27460) y su reglamento (Decreto Supremo N° 030-2001-PE) se introduce y reglamenta la actividad acuícola como alternativa al desarrollo pesquero en áreas litorales marinas, y a través de su Art. 16 introduce las áreas de manejo como "Extensiones marinas o continentales que determine el Ministerio de Pesquería y que pueden ser otorgadas a las organizaciones sociales de pescadores artesanales, comunidades campesinas o indígenas con fines de administración y manejo de los recursos hidrobiológicos que en ella se encuentren, otorgando derecho sobre los recursos y no la exclusividad sobre el área de manejo

otorgada, debiendo contar con la evaluación técnica y calificación sanitaria correspondiente” (MIPE. 2001).

Tresierra (1995) Considera que el otorgamiento de áreas de manejo a los pescadores artesanales organizados, se vislumbra actualmente, como respuesta alternativa de la administración frente a los problemas derivados de la precaria situación económica de los pescadores artesanales, de la necesidad de ordenar la oferta de recursos del mar y sobre todo a las críticas condiciones de los bancos naturales, a causa de la inexistencia de derechos de uso territorial que conduzcan a una explotación sostenible de los recursos.

Además de favorecer la administración pesquera, las áreas de manejo también presentarán un enorme servicio para generar información y experiencia en torno al manejo pesquero a escala regional y local. Permitirán conocer la dinámica de los recursos en pequeñas escalas espaciales. La comparación de diferentes áreas entre sí, manejadas mediante criterios diferentes, constituye una posibilidad única de investigación con tratamientos experimentales y controles para generar estrategias de manejo.

e MATERIALES Y METODOS

e.1 Del universo

e.1.1 Del área de estudio

La presente investigación se desarrolló en el litoral de la región Lima Callao ubicado entre las playas del Callao y Pucusana paralelos $11^{\circ} 23' \text{ L.S.}$ y $11^{\circ} 52' \text{ L.S.}$ en los diferentes tipos de roqueríos ubicados a lo largo de dicha región; Teniéndose en consideración que el recurso se ubica en parches distribuidos al azar entre los roquerios de toda esta zona se tomaron muestras al azar en zonas pre establecidas entre el Callao y Pucusana.

e.1.2 Del tiempo del estudio.

La investigación se desarrolló entre Julio de 2013 y Abril de 2015, realizándose muestreos y toma de información en las zonas de estudio entre los meses de Agosto 2013 y Marzo del 2015. Así como información obtenida en periodos anteriores a los establecidos en el periodo de la investigación y que sirvieron para el desarrollo de otros trabajos de investigación.

e.1.3 De los parámetros

Los principales parámetros de estudio fueron:

- a) La densidad poblacional (número de individuos de la especie por área)
- b) La estructura por tallas (Abundancia por tamaño)
- c) Biomasa total del recurso
- d) Niveles promedio de extracción del recurso
- e) Mortandad por pesca y natural

e.2 De los métodos

En el presente trabajo se utilizó el muestreo en la zona de estudio para a través de las muestras determinar las densidades y características de la población del Choro así como con cálculos de correlación para establecer la relación talla peso y aplicación de



estadísticos para la proporción por sexos, lo cual permitió establecer la densidad Poblacional y la estructura por tallas.

También se estableció una base de datos tomada de los anuarios económicos del Ministerio de la Producción del Perú, y del Instituto del Mar del Perú (IMARPE). Los datos biológicos encontrados abarcan el período 2010 a 2014. Para el estudio se utilizó series correspondientes a este mismo periodo, a partir de los datos que se presentan en los anexos. Los datos utilizados corresponden a la captura de choro, expresada en Kg., al esfuerzo representado por las embarcaciones que es estandarizado por el promedio de la capacidad de la embarcación, y la cantidad de biomasa que fue estimada, considerando la densidad (Kg. /25 cm²) y la superficie donde se desarrolla el recurso.

e.2.1 De la toma de muestras

Para el presente trabajo se realizaron muestreos en las zonas de estudio entre los meses de Agosto de 2013 y Mayo 2015.

Las zonas ya establecidas fueron los roqueríos desde el Callao Hasta Pucusana .

Los muestreos se realizaron desde una embarcación marisquera el cual cubrió un área aproximada de 0,50 m² con 3 repeticiones por cada sub. área, en cada sub. área a una profundidad promedio entre los 1 y 2 metros.

La determinación del área muestreada se estableció mediante una relación pre establecida de tiempo vs. área.

Las muestras recolectadas eran guardadas en bolsas plásticas debidamente etiquetadas.

e.2.2 Del análisis de las muestras

Las muestras obtenidas fueron utilizadas en un estudio biométrico para determinar la distribución proporcional por tallas así como su peso, las mediciones se hicieron con una

aproximación de milímetros y gramos para lo cual se utilizó un malacómetro.

También se realizó un conteo de individuos para el cálculo de la densidad poblacional.

Para la identificación del sexo y lectura macroscópica de los estadios reproductivos se contó con el apoyo de un biólogo experto quien utiliza los métodos descritos por Rojas 1986 y Quiroz en 1996 mediante el color y pesaje de las gónadas de las hembras madurantes, maduras y en postura determinando el índice gónada somático.

e.3. De los cálculos

e.3.1 Cálculo de la densidad poblacional

Para la determinación de la densidad de la población se utilizó La fórmula: Modelo utilizado por Tesierra 1991

$$D = \sum ni / A$$

Donde

D = densidad bruta

ni = es el número de individuos de la especie

A = es el área de estudio

Para el cálculo de la media aritmética se utilizo la fórmula :

$$X = \frac{\sum Xi}{N}$$

Donde :

X = Media aritmética

N = número total de valores

Xi = valores

e.3.2 Cálculo de la mediana

Para los valores de la mediana se utilizó la siguiente fórmula

$$M = Li + (n/2 - \sum fi / fM)$$

Donde

M = la mediana

Li = limite inferior del intervalo

n = número de ejemplares de la muestra.

$\sum f_i$ = es la suma de frecuencia de las clases ,inferiores al intervalo considerado.

fM = número de ejemplares en el intervalo considerado

e.3.3 Cálculos de proporción sexual

MODELO : ZAR 1974

FORMULAS:

% MACHOS = NUMERO DE MACHOS/NUMERO TOTAL

HIPOTESIS:

Ho = La proporción de machos entre la proporción de hembras es igual a 1

Si $X^2 \text{ cal} < X^2 \text{ tab}$

Ha = La proporción de machos entre la proporción de hembras es diferente a 1.

Si $X^2 \text{ cal} > X^2 \text{ tab}$

$$X^2 = [(O - E - 0.5)^2 / E]$$

e.3.4 Distribución de frecuencia de tallas

MODELO : KOLMOGOROV - SMIRNOV

DATOS: TABLA DE FRECUENCIAS

FORMULAS:

D cal = Mayor frecuencia

D tab = $1,36/[(m*n)(m+n)]^{0.5}$

D cal = Datos calculados

D tab = Datos tabulados

HIPOTESIS:

Ho = $D_c < D_t$ Las distribuciones son iguales



Ha = Dc > Dt Las distribuciones son diferentes

e.3.6 Modelo dinámico de libre acceso

El modelo dinámico de libre acceso consiste en evaluar dos diferentes ecuaciones, una que describe el cambio en el recurso cuando es capturado y la otra que describe el cambio del esfuerzo al pescar. Luego la función de producción se estipularía como la ecuación . También se puede definir una ecuación que describe el esfuerzo dinámico, que es más especulativo porque busca explicar el comportamiento económico de la pesquería en base al esfuerzo. De ello se desprende que hay muchos posibles modelos, pero quizás el mas adecuado es el que tiene por hipótesis asumir que el esfuerzo es normalizado en respuesta a los años de beneficios obtenidos. Si el precio por unidad es $p > 0$ y el costo por unidad de esfuerzo es $c > 0$, entonces los beneficios de los ingresos netos en el período t se escribe como sigue:

$$\pi_t = pY_t(X_t, E_t) - cE_t$$

Si el beneficio en el período t es positivo se pensará que el esfuerzo en el período $(t+1)$ se expande, y que en respuesta se observa en forma lineal como sigue:

$$E_{t+1} = E_t + \eta [pY_t(X_t, E_t) - cE_t]$$

Donde: $\eta > 0$ y es llamado parámetro de ajuste estricto de los beneficios por el esfuerzo o parámetro de dinámica de la flota.

Para hallar el equilibrio bioeconómico dinámico se tendrá en consideración las siguientes expresiones, que describen dos formas diferentes de ecuaciones que se evalúan en forma iterativa como un sistema dinámico.

$$X^{opt} = \left[\frac{c}{pa(E)^{\alpha-1}} \right]^{\frac{1}{\beta}}$$

$$E^{opt} = \left[r(X^{opt})(1 - X^{opt}/k)/(qX^{opt})^\beta \right]^{1/\alpha}$$

e.3.7 Modelo de crecimiento logístico

Para calcular la tasa de crecimiento (r) y la capacidad de carga (k), se recurrirá a la función de crecimiento logístico, cuya ecuación fue propuesta por Verhulst (1838) que describe el crecimiento de la población de las especies pesqueras basado en la siguiente expresión matemática de (Graham, 1938):

$$\frac{dX_t}{dt} = rX_t \left(1 - \frac{X_t}{k} \right)$$

Donde:

Y_t : Captura del choro en Kg. en el mes y año t

E_t : Esfuerzo estandarizado en el mes y año t .

X_t : Biomasa de choro en kg en el mes y año t .

e.3.8 Cálculo de la mortalidad (Modelo FAO 1997)

Cuando se estudian las mortalidades, lo que interesa son las tasas de cambio y, generalmente, es más conveniente utilizar las tasas instantáneas de cambio ; es decir, la tasa a la cual disminuyen los individuos en la población y que puede escribirse así:

$$\frac{dN}{dt} = -ZN$$

en la que Z representa el coeficiente instantáneo de mortalidad total. De esta ecuación, el número N_t de los individuos vivos en cualquier momento vendrá dado por:

$$N_t = N_0 e^{-zt}$$

en donde N_0 = número de individuos vivos en el momento = 0.

Con frecuencia nos interesa considerar separadamente dos causas de desaparición en la población: la muerte natural (por enfermedades, depredación, etc.), y los choros capturados; entonces, podemos decir:

$$\left(\frac{dN}{dt}\right)_{\text{natural}} = -MN$$

en donde M = coeficiente de mortalidad natural

$$\left(\frac{dN}{dt}\right)_{\text{pesca}} = -FN$$

en donde F = coeficiente de mortalidad por pesca.

Entonces, en un intervalo de tiempo muy corto dt , las muertes debidas a la pesca serán iguales a $FN dt$, las muertes naturales a $MN dt$ y las muertes totales a $ZN dt$; por consiguiente,

$$F + M = Z$$

es decir, que los coeficientes instantáneos de mortalidad son aditivos.

Estimación de la mortalidad total

Antes de estimar la mortalidad natural y por pesca separadamente, es conveniente estimar la mortalidad total. Lo cual se puede hacer si conocemos las abundancias, N_0 y N_1 del conjunto de choros en dos instantes conocidos, porque entonces la fracción que sobrevive es:

$$\frac{N_1}{N_0} = S$$

y el coeficiente de mortalidad total viene dado por:

$$e^{-zt} = S = \frac{N_1}{N_0}$$

$$Zt = -\log \frac{N_1}{N_0} = \log \frac{N_0}{N_1}$$

donde t = intervalo de tiempo.

Esto incluye el caso especial en que $t = 1$ año. Las mismas fórmulas son válidas también cuando las abundancias reales no son conocidas, sino que se conocen índices de las mismas, por ejemplo, capturas por unidad de esfuerzo; es decir, los índices n_0, n_1 proporcionales a N_0, N_1 : entonces,

$$\frac{n_1}{n_0} = \frac{N_1}{N_0} = S$$

Mortalidad por pesca (ENGLISH, 1964)

Si se conoce toda la población, la mortalidad por pesca puede calcularse directamente de la captura. El número total puede obtenerse por un recuento completo o de muestras, por ejemplo, los salmones que pasan río arriba, o el número de ballenas observadas en un área conocida; generalmente, el único método practicable para peces marinos es el censo de las hembras adultas, contando, mediante un estudio apropiado del plancton, el número de huevos producidos. El número total se calcula entonces basándose en la proporción de hembras adultas en la captura y en su fecundidad. Una ventaja de este método respecto a la mayoría de los demás es que es más fácil establecer límites estadísticos de confianza a las estimaciones, aunque estos límites pueden ser amplios.

Si la intensidad de pesca cambia, lo cual produce un cambio en la mortalidad por pesca, esto determinará un cambio en la mortalidad total. De este modo, si los cambios observados en esta última se pueden relacionar cuantitativamente con cambios conocidos en el esfuerzo de

pesca, puede deducirse el valor del coeficiente de mortalidad por pesca a cualquier nivel de esfuerzo. Matemáticamente tenemos para un período de duración T ,

$$Zt = (F + M) T = qf + MT,$$

en la que f es el esfuerzo total durante el período.

Si $T = 1$, entonces, utilizando los datos de esfuerzo durante un año,

$$Z = F + M = qf + M \quad (5.6)$$

o, en términos de intensidad de pesca,

$$\left(\frac{f}{AT} \right) Z = \frac{qf}{AT} + M$$



f- RESULTADOS

De la evaluación de las muestras obtenidas en las zonas de muestreo y mediante la aplicación de los modelos matemáticos establecidos se pueden observar los siguientes aspectos

- En las áreas de estudio se encontró una densidad promedio de 23.3 choros por metro cuadrado. (Cuadro 1)
- La mediana fluctuó entre los 53 mm y 37 mm para todas las zonas lo que muestra predominancia de ejemplares pequeños (Cuadro 2).
- Se puede apreciar que la proporción sexual es igual para machos y hembras como se puede ver en los (cuadros 3).
- En la región Lima Callao el volumen de desembarcos a aumentado en los últimos años (Cuadro 4)
- Los resultados para el modelo bioeconómico fueron simulados para el escenario de la captura del Choro para el horizonte íter temporal 2012-2013 (cuadro 5); de lo que se puede observar que la dinámica Esfuerzo-Biomasa son: Para una capacidad de carga de 11006 kg. y una biomasa existente de 13568 kg. ; y para para el horizonte íter temporal 2013-2014 (cuadro 7); la dinámica Esfuerzo-Biomasa son: Para una capacidad de carga de 10009 kg. y una biomasa existente de 12311 kg..
- El modelo bioeconómico indica que la biomasa óptima es de 17 455 kg. Para el 2013 (cuadro 6) y 12426 kg. Para el 2014 (cuadro 8) y el esfuerzo de pesca es de 24 embarcaciones lo que determina que existe una sobre explotación del recurso.
- La tasa de Mortalidad total es de 2.2 (22%) y 2.4 (24%) lo que indica una paulatina disminución del recurso en la zona de estudio
- La tasa de mortalidad por pesca es 1.3 (13%) muy superior a la tasa de mortalidad natural lo que indica que el recurso está siendo afectado por la pesca.

g DISCUSIÓN

Se ha podido establecer que la tasa de mortalidad por pesca es superior a la tasa de mortalidad natural lo que indica que existe una sobre explotación del recurso lo cual coincide con los datos de extracción del recurso en la zona de estudio, los cuales superan las 5000 Kg. según el ministerio de la producción cantidad que supera largamente la capacidad de carga calculada por el modelo bioeconomico..

Se coincide con Bautista 1996 en que la sobre explotación de los bancos naturales trae consigo su desaparición como en las diferentes islas de la bahía del Callao pero enfatizando que la desaparición se produce en las zonas de mayor accesibilidad para los pescadores artesanales y no en las áreas geográfica de la bahía del Callao donde el recurso es difícil se extraer.

Se puede establecer que los niveles de captura del choro no presentan relación con los niveles de la biomasa existentes; lo que determina que el esfuerzo de pesca sea superior a los niveles permisibles

Se ha podido demostrar lo afirmado por Tresierra 1995 quien considera que el sobre esfuerzo de pesca se origina en el número considerable de embarcaciones dedicadas a la actividad extractiva lo que hace necesario su disminución paulatina.

Es necesario profundizar el estudio incluyendo la correlación que existe con la explotación de otros recursos de la zona y como influyen en los precios del producto y por lo tanto en los ingresos de los pescadores

h.- REFERENCIALES

- BARNES , R. 1987 Zoología de invertebrados Edt Saunders . Philadelphia
- CARDENAS, G. 1987. Estudios de la edad y crecimiento de la Sardina (Sardinops sagax sagax) de la región central del Perú. Bol. Inst. Mar del Perú, Callao. 11: 1845.
- CSIRKE, J. 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO. Doc. Tec. Pesca, (192):82 p.
- CSIRKE, JORGE. Situación de los recursos Anchoveta (Engraulis Ringens) y Sardina (Sardinops Sagax) a principios de 1994. Informe progresivo N# 5,1995 Instituto del mar del Perú IMARPE Callao.
- GRAHAM. M. 1929. Studies of age determination in fish Part 1. a study of growth rate of codling (Gadus callarias L.) on the Inner Herring Trawling Ground Fisher Invest. Lond. Ser. 2,11(2):50 p.
- GULLAND. J.A. 1966. Manual de métodos de muestreo y estadísticos para la Biología Pesquera. Parte 1. Métodos de muestreo. FAO, Man. Cienc. Pesq., (3):5 fasc.
- GULLAND, J.A. 1968. El concepto del rendimiento máximo sostenible y ordenación pesquera. FAO Doc. Téc.Pesca, (70): 13 p.
- GULLAND, J.A. 1971. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Zaragoza, España, Edit. Acribia.
- HOLDEN, M.J. y D.F.S. RAIT. 1975. Manual de Ciencias Pesqueras. Parte 2 Métodos para investigar los recursos y su aplicación. FAO, Doc. Téc. Pesca, (115) Rev: 1:211 p.

IMARPE Informe estadístico anual de los recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal 1996 marzo 1998 n# 131

KESTEVEN, G.L. 1973. Manual de ciencia pesquera. Parte 1. Una introducción a la ciencia pesquera. FAO. Doc. Téc. Pesca, (118): 45 p.

KOEPCKE, H. W. 1963. Las principales comunidades vitales del Mar. En: Recursos Naturales del Mar, Lima. 1-9.

LAEVASTU, T. 1971. Manual de métodos de Biología Pesquera, Edit. Acribia, Zaragoza-España.

LOZANO, C.F. 1981. Oceanografía, Biología Marina y Pesca. Tomo I. 3ra. Edic. Edit. Paraninfo. Madrid-España.

MARSHALL, A. 1980 . Zoología Tomo I Invertebrados , 7ma Edición Edit Reverte Barcelona España

MIRANDA, LUIS. Dinámica y Desarrollo del Caracol (thais Chocolate) Revista Pesquería # 67 pag.23-34 Santiago de Chile

PEÑALOSA PASTOR 1998 Algunos aspectos Biológicos y Pesqueros de Thais chocolate en el Litoral de Mollendo Boletín Universidad San Agustín Arequipa

POPOVICI, Z. 1962. La Oceanografía al servicio de la pesca en el Perú. El desarrollo de la pesca en el Perú. Dpto. Pub. Univ. Agraria. Lima.

QUIROZ MARCO 1997 Prospección del caracol Thais chocolate en el litoral de Moquegua y Tacna Informe Porgresivo N# 58 IMARPE

ROUNSENFELL, G. Y W.H.EVERHART. 1960. Ciencias de las Pesquerías. Sus métodos y Aplicaciones. Colec. Agricol. Salvat. Barcelona. España.

SAVILLE, A. 1978. (comp.). Métodos de reconocimiento para la evaluación de los recursos pesqueros. FAO. Doc. Téc. Pesca, (1781):78 p.

SOKAL, R.R. y F.J. ROHLF. 1980. Introducción a la Bioestadística. Serie de Biología fundamental. Ed. Reverte S.A. Barcelona. España.

TAIT, V. 1987 . Elementos de ecología marina Ed. Acribia S.A. Zaragoza España

TRESIERRA, A. y Z. CULQUICHICON. 1991. Manual de Biología Pesquera. Edit. Biociencia. Trujillo, Perú.



i APENDICE

A handwritten signature in black ink, consisting of several stylized, overlapping strokes.

CUADRO 1

Determinación de la densidad poblacional
(N° choros / m²)

LUGAR	JULIO 13	SETIEMBRE 13	MARZO 14	AGOSTO 14	FEBRERO 15
Huacho	34	31	32	33	26
Callao	24	22	22	18	19
Pucusana	13	13	11	12	11

- Fuente propia

CUADRO 2

Determinación de la mediana (mm)

LUGAR	JULIO 13	SETIEMBRE 13	MARZO 14	AGOSTO 14	FEBRERO 15
Huacho	53	47	51	44	47
Callao	49	45	44	42	48
Pucusana	37	34	42	41	44

- Fuente propia

CUADRO 3

Determinación de la proporción sexual
De acuerdo al modelo de ZAR 1974

MES	#TOTAL	MACHOS	HEMBRAS	P. SEXUAL
JULIO 13	26	12	13	IGUAL
SETIEMBRE 13	60	29	31	IGUAL
MARZO 14	44	21	23	IGUAL
AGOSTO 14	67	34	33	IGUAL
FEBRERO 15	42	22	20	IGUAL

- Fuente propia

CUADRO 4

Desembarco anual del choro en la region Lima Callao (tm)

AÑO	DESEMBARQUE TOTAL
2010	5.3
2011	4.8
2012	4.2
2013	6.1
2014	7.3

Fuente Ministerio de la Producción

CUADRO 5

Parámetros estimados modelo bioeconómico 2013

Parámetro	Valor del Parámetro
r^1 (Tasa de crecimiento del recurso)	0.92
q (Tasa de capturabilidad)	0.567078920232
K(Capacidad de Carga mensual Kilos)	1106.83
P (Precio por Kilo)	2.3 S/.
C (Costo por Captura mensual)	1171.54 S/.
B (Biomasa Media mensual en Kilos)	13568.4
η^2 (Coeficiente de Beneficios)	0.1
B_1 (Elasticidad Captura Embarcación)	1.03338
B_2 (Elasticidad Captura Biomasa)	0.473422

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 6

Niveles optimos de Captura, Biomasa y Esfuerzo 2013

Variables	Optimos
Biom ^{opt}	17455 Kilos
Esf ^{opt}	25
Cap ^{opt}	13120 Kilos

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 7

Parámetros estimados modelo bioeconómico 2014

Parámetro	Valor del Parámetro
r^1 (Tasa de crecimiento del recurso)	0.91
q (Tasa de capturabilidad)	0.444578911234
K(Capacidad de Carga mensual Kilos)	1004.44
P (Precio por Kilo)	2.4 S/.
C (Costo por Captura mensual)	12311.33 S/.
B (Biomasa Media mensual en Kilos)	12548.3
η^2 (Coeficiente de Beneficios)	0.1
B ₁ (Elasticidad Captura Embarcación)	1.02238
B ₂ (Elasticidad Captura Biomasa)	0.4556727

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 8

Niveles optimos de Captura, Biomasa y Esfuerzo 2014

Variabes	Optimos
Biom ^{opt}	16885 Kilos
Esf ^{opt}	24
Cap ^{opt}	12426 Kilos

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 9

Tasa de Mortalidad total (tm) del choro (*aulacomya ater*), en la región Lima
Callao
Modelo FAO 1997

	Tasa Mortalidad total	Tasa de Mortalidad por pesca	Tasa de Mortalidad Natural	Tasa de explotación
2013	2.2	1.3	0.9	67%
2014	2.4	1,4	1.0	65%

Fuente: Elaboración propia