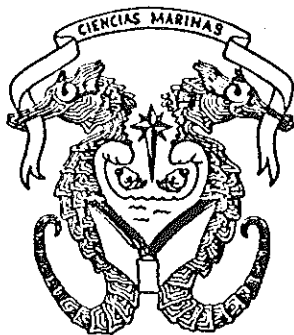


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

**APLICACION DE UN MODELO BIOECONOMICO
A LA PESQUERIA DEL ABULON DE LA ZONA OCCIDENTAL
DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO.**



**TRABAJO TERMINAL
QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE LA
ESPECIALIDAD EN ADMINISTRACION
DE RECURSOS MARINOS**

PRESENTA

OC. PEDRO SANDOVAL GONZALEZ

Ensenada, B.C., Diciembre de 1990.

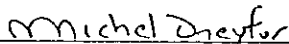
APLICACION DE UN MODELO BIOECONOMICO A LA PESQUERIA DEL
ABULON DE LA ZONA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

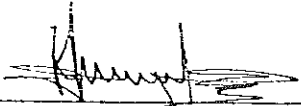
T E S I N A

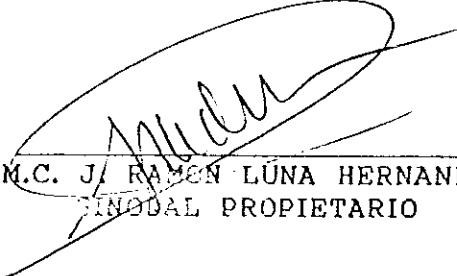
QUE PRESENTA:


PEDRO SANDOVAL GONZALEZ

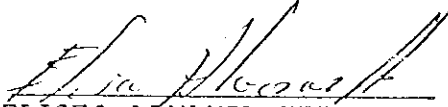
APROBADA POR


Oc. MICHEL J. DREYFUS LEON


M.C HECTOR MANZO MONROY
SINODAL PROPIETARIO


M.C. J. RAMON LUNA HERNANDEZ
SINODAL PROPIETARIO


Oc. ARTURO SIQUEIROS VALENCIA
SINODAL SUPLENTE


ELISEO ALMANZA HEREDIA
SINODAL SUPLENTE

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico de todo corazón a mis padres Hilario Sandoval I. y Maria P. González de Sandoval, por darme su confianza, comprensión, cariño, y una gran familia.

Este trabajo representa algo de lo aprendido en los últimos años el cuál dedico a mis hermanos José, Cata, Queta, Elia, Amalia, Miguel, Dora, Rishi, a mis cuñados y a los que integran la familia Sandoval. A todos ellos gracias por su apoyo y buenos consejos.

La realización de esta tesina se llevó a cabo gracias al apoyo brindado durante gran parte de la carrera por la señora Bereníce vda. de Star y al grupo que representa.

Creo que una de las personas que merece mi respeto, gratitud y que deseo dedicar este trabajo es al Oc. Adán Castillo García y a su familia, que sin conocerme me tendieron la mano, gracias a todos ellos por ser así.

Hoy aquí, mañana quizás no, pero donde quiera que esté, los llevaré siempre en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a la Facultad de Ciencias Marinas por permitirme cursar la carrera de Oceanología lo cuál me dio la oportunidad de alcanzar la meta deseada, pero en especial a mi asesor Michel J. Dreyfus León, por su paciencia, voluntad y esmero para la realización del presente trabajo, así como a los sinodales Ramón Luna, Armando Manzo, Arturo Siqueiros y a Eliseo Almanza, y a todos los maestros de la Especialidad en Administración de Recursos Marinos.

El más grande reconocimiento y agradecimiento a los maestros: Enrique Hernández, Adán Castillo, Felipe Correa, Armando R. Pinal, Irma Soria, H. Bustos, C. Cedillo, Apango, S. Maldonado, Montijo, E. Durazo, G. Guerra, J. Serrano, L.Lima, y a todos aquellos que forman parte del area de Oceanología Química, que con sus conocimientos y pacienica me ayudaron en mis estudios como Oceanólogo.

Quiero dar las gracias a los Oceanólogos, C. Martinez L., Fortunato Antonio Ibarra, Francisco J. Navarro, Abraham Escamilla, Marela Beltran, Anabel Arreola, Sandra Agramont, J. Silva, con los que compartí tristezas y alegrías y a todos aquellos que compartieron todos los momentos en esta

bonita etapa de mi vida, que en este momento escapan de mi memoria, a los cuales les deseo lo mejor.

Mil gracias a las secretarias, a los almacenistas , a los trabajadores de informática y a todo el personal Administrativo de la Facultad de Ciencias Marinas.

CONTENIDO

| | |
|----------------------|----|
| RESUMEN..... | 1 |
| INTRODUCCION..... | 2 |
| OBJETIVO..... | 15 |
| METODOLOGIA..... | 16 |
| RESULTADOS..... | 28 |
| DISCUSIONES..... | 24 |
| COCLUSIONES..... | 28 |
| RECOMENDACIONES..... | 30 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 31 |
| ANEXO..... | 33 |

INDICE DE FIGURAS

| | | | |
|------------|--|-------|---|
| FIGURA 1.- | ZONAS DE CAPTURA DE ABULON EN B.C | | 5 |
| FIGURA 2.- | CAPTURAS DE ABULON EN B.C DE 1940-1988 | | 6 |
| FIGURA 3.- | VENTA DE ABULON EN B.C. DE 1965-1986 | | 8 |

RESUMEN

En el presente trabajo se aplicó el modelo bioeconómico de Beverton-Holt (Clark 1976) a la pesquería de abulón de Baja California, México., para obtener la talla óptima de primera captura, con mortalidad natural (M) de 0.10 y 0.15 para tasas de interés del 5, 10, 15% y ver el rendimiento por recluta del modelo de Beverton-Holt (Ricker 1975). Los resultados muestran que las tallas de primera captura obtenidas por el modelo Bioeconómico son en general mayores que la talla mínima legal establecida por la Secretaría de Pesca, lo cual representa que los rendimientos son mayores, con esfuerzos mayores, para una M de .10, 0.15 y tasas de interés del 5, 10%. El mismo efecto se presenta para una tasa de interés de 15% con M de 0.10, en el caso de que esta sea de 0.15 la talla óptima obtenida por el modelo Bioeconómico es menor que la talla mínima legal, al igual que el rendimiento y el esfuerzo óptimo. Si tomamos como talla óptima la obtenida del modelo bioeconómico con una tasa de interés del 10% podemos observar que la talla mínima legal es menor y con un rendimiento más bajo que el de talla óptima del presente trabajo, por lo que su esfuerzo también es menor. La pesquería del abulón en Baja California está sobreexplotada por la razón de que el esfuerzo utilizado para 1987 sobrepasa al obtenido por la talla óptima del modelo bioeconómico y el de la talla mínima legal, por lo que proponemos que las capturas deben de realizarse a una talla de 145 mm de longitud y a un esfuerzo no mayor de 2500 viajes/hombres mareas por temporada.

INTRODUCCION

La distribución mundial del abulón abarca preferentemente las aguas templadas y frías del Pacífico Occidental, el Indopacífico, el Atlántico Oriental y la corriente de California.

En la costa Oriental del Pacífico (Canadá, E.U.A. y México) el recurso abulonero está representado por ocho especies de importancia comercial.

De acuerdo con Cox, L.W.,(1962), la clasificación taxonómica de los abulones es la siguiente:

| | |
|----------|----------------|
| Phylum | Molusca |
| Clase | Gasterópoda |
| Subclase | Prosobranquia |
| Orden | Arqueogastróda |
| Familia | Halotoidae |
| Género | Haliotis |

En la costa noroccidental de Baja California, México, encontramos seis especies de abulón de interés comercial, de las cuales Haliotis corrugata (abulón amarillo) y Haliotis fulgens (Abulón azul) constituyen aproximadamente 70-75% de la captura.

El resto está integrado por Haliotis cracherodii (Abulón negro), Haliotis rufescens (Abulón rojo), Haliotis sorenseni (Abulón chino), y Haliotis assimilis (Abulón rayado), (Guzman del Proo et al, 1976).

Las diferentes especies de abulón alcanzan tallas entre los 10 y 18 cm. con un peso promedio de .95 kg. a excepción del abulón azul que alcanza tallas de 20 cm; y un promedio de peso de .95 Kg. (McCallister, 1970). Una especie que alcanza mayor peso es el abulón rojo que llega a alcanzar hasta 1.5 Kg. de peso y una talla de 18 cm. de longitud (McCallister, 1976).

En Baja California los bancos abuloneros están determinados en zonas (por la Secretaría de Pesca), Siendo la II la que mayor producción de abulón desconchado presenta; con un 50.4%, seguida por la zona I que aporta un 26.4%, y con un 15.8% y 7.3%, las zonas III y IV respectivamente (fig 1); para el periodo comprendido entre 1981-1987 (Polanco Jaime; et al 1988).

Los bancos abuloneros en Baja California presentan una mayor abundancia entre los 2 metros y los 20 de profundidad, correspondiendo hasta un 50 a 75% del total (Polanco Jaime; et al 1988).

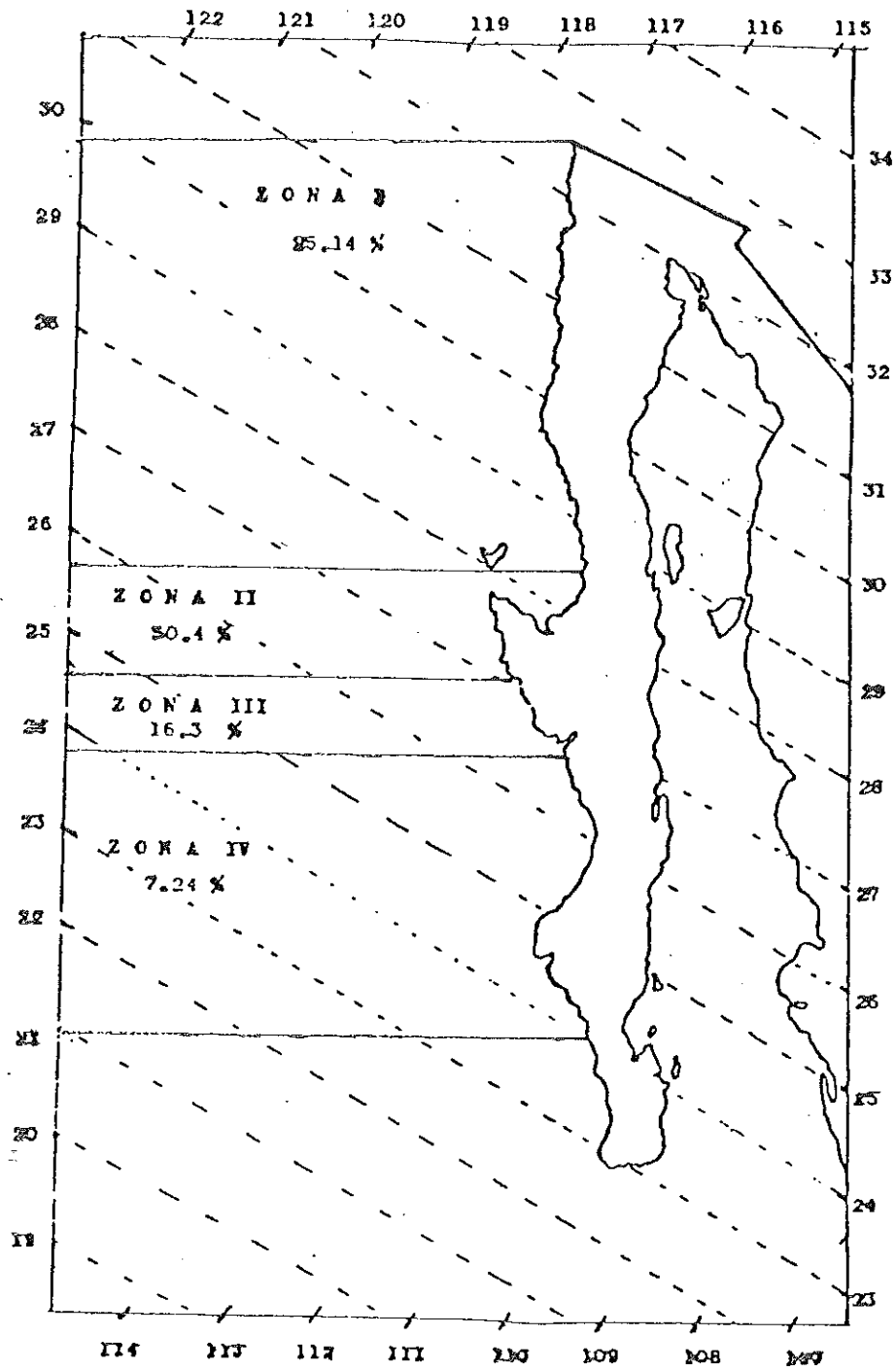


Fig. 1. Zonas de captura del abulón; y Producción anual promedio durante los últimos 7 años (1981-1987).

El abulón es un organismo que está adaptado a los sustratos rocosos, que puede estar asociado a diferentes especies de *Macrosystis*, diversas algas rojas foliosas, algas verdes, algas coralinas, y pastos marinos como por ejemplo: *Pterygophora californica*, *Egrecia menziesii*, *Laminaria farlowii*, *Laminaria setchellii*, *Desmarestia spp*, *Cystoseira spp*, *Codium fragile*, *Ulva spp*, *Phyllospadix sp*, *Zostera marina*, (Tegner; et al 1989).

Los registros de las capturas de abulón parten de los años 40 notándose una producción máxima en 1950/1951 con un volumen 6000 tons. Durante los años de 1951 a 1954 la producción anual registra una gran disminución al solo capturar 1525 tons. en 1954. Durante el período de 1958 a 1976 se estabilizó la captura en 2800 tons. anuales. En 1984 se observa el segundo descenso más pronunciado en la captura con 400 tons; para 1985 se observa una ligera recuperación en las capturas llegando en la actualidad a 900 ton; Lelevier G., et al (en proceso) como lo muestra la figura 2.

La pesquería del abulón es de importancia económica en el mercado mundial por alcanzar valores de 25-60 dls por Kg., y ha generado beneficio económico hasta por 8 millones de dls para 1982 (Rocha C. 1985).

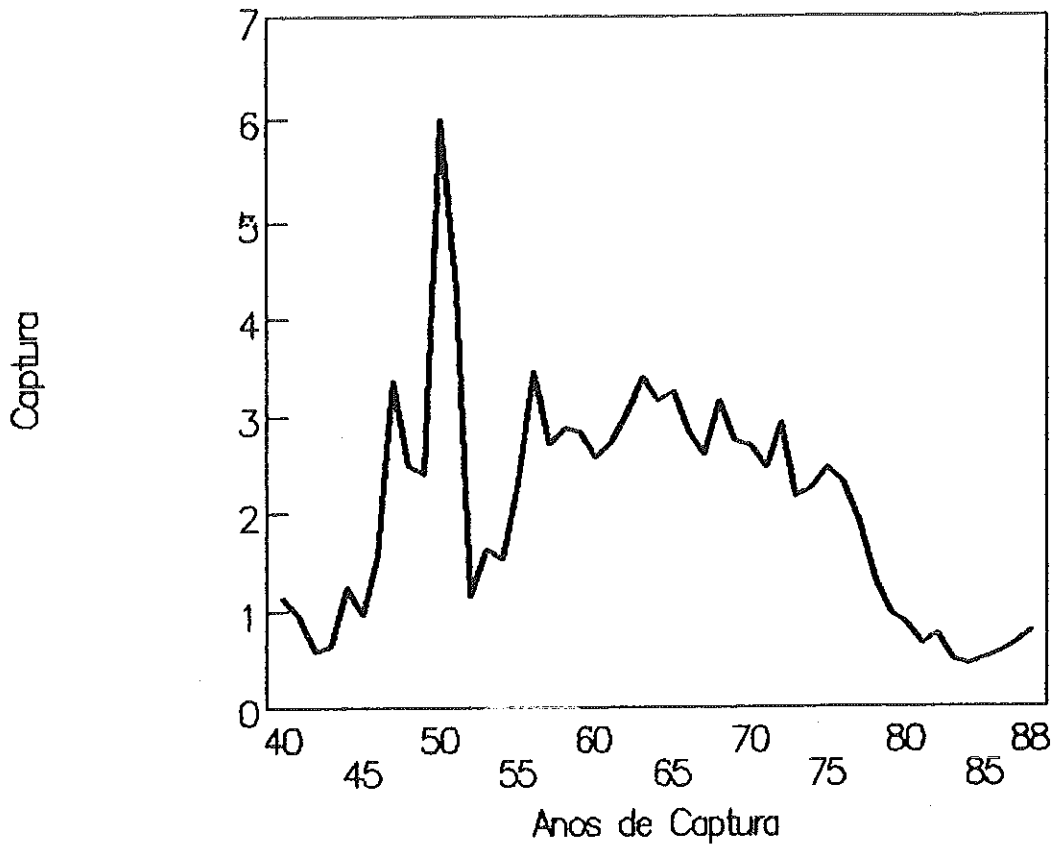


Figura 2. Captura de abulón desconchado en Baja California de 1940-1988 (fuente estadística de la Secretaría de Pesca)

El valor de venta del abulón por tonelada en el mercado mundial ha tenido cambios considerables que van de 700 dls en 1969 hasta 18,900 dls en 1987; Lelevier G., et al.(en proceso) como lo muestra la figura 3.

Esta pesquería es de suma importancia por generar un gran número de empleos a las comunidades ribereñas de las cuales depende aproximadamente 30,000 familias de la península de Baja California, Lelevier G., et al (en proceso)

La industria del abulón en Baja California data de fines del siglo pasado, pero hay evidencias de que el abulón fue utilizado como alimento por los indígenas de la costa de California. Los registros históricos señalan que los chinos inmigrantes de California en el siglo pasado, fueron los primeros pescadores del abulón después que los aborígenes de estas regiones (Rocha 1985).

La pesca la realizaban de manera artesanal y colectaban el abulón por medio de largas con un gancho, arrancando el molusco de las rocas durante la marea baja. El abulón extraído era secado al sol y posteriormente se enviaba a Oriente partiendo del puerto de San Francisco California, E.U.A. (Rocha 1985)

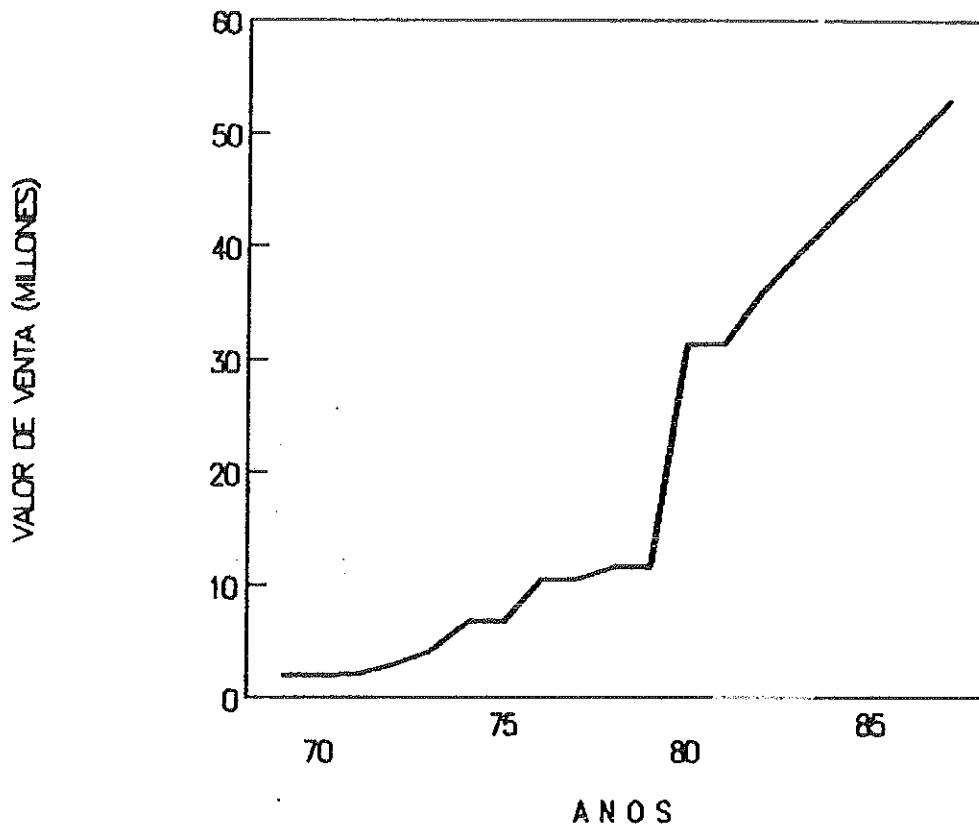


Figura 3. Venta de abulón desconchado en Baja California de 1965-1986 (fuente estadística de la Secretaría de Pesca)

Debido a que los chinos no eran buenos buceadores, se limitaban a capturar el abulón de las zonas de baja mar y aguas poco profundas lo que limitó el desarrollo de la pesquería. Posteriormente a principios de siglo comenzaron a establecerse en la costa noroccidental numerosos campos pesqueros, que se dedicaban a la pesca del abulón y de otras especies (Rocha 1985).

La extracción del abulón en 1912 pasó a manos de los japoneses utilizando para ellos escafandras, lo que fué un paso decisivo para la creación de las primeras plantas industrializadoras del abulón de Baja California (rocha 1985).

La primera industria que elaboró abulón enlatado fue la establecida en San Quintín por los hermanos Bernstein que para 1919 exportaron 700 cajas a las Islas de Hawaii; y posteriormente incrementaron su producción a 7,000 cajas utilizando proceso más modernos, para aquella época como engargoladoras manuales. Por diversas razones, entre otras la escases de agua y la evasión de impuestos, ocasionó que los hermanos Berstein trasportaran todo su equipo a Isla de Cedros, donde el recurso era más abundante y con acceso facil a la planta procesadora de abulón (Rocha 1985).

La aparición de la segunda planta procesadora de abulón de Baja California en 1930, llamada Oceano, en Bahía Tortugas (Lambert 1970), provocó que el gobierno de México aprobara una ley en donde quedaba estrictamente prohibida la exportación de abulón fresco, con lo que se beneficiaba México directamente, con el procesamiento del producto (1985).

Después de 1931 las plantas de Bahía Tortugas e Isla de Cedros fueron compradas por el general Abelardo Rodríguez, la década de los 30' la industria pesquera se estableció a lo largo de la costa del Pacífico, y para la de los 40' los buceadores japoneses fueron remplazados por los mexicanos (Rocha 1985).

El abulón es una de las especies cuya explotación se encuentra reservada a las sociedades cooperativas desde mediados de los años treinta. En la última década han participado 21 cooperativas; en 1978 se autorizó a la S.C.P.P Bahía Falsa para realizar un proyecto de cultivo de abulón. A cada cooperativa abulonera se le ha asignado una zona de explotación denominada "zona económica"; que a su vez se divide en 4 zonas de captura en Baja California como lo muestra la fig. 1 (Polanco Jaime 1989., et al).

Zona II. De Punta Malarimo B.C.S., hasta el primer tercio noroeste de Bahía Asunción, B.C.S. Período de veda del 1 de Agosto al 31 de Diciembre.

Zona III. De Bahía Asunción, B.C.S., a Punta Holcomb. Período de veda del 1 de Agosto al 31 de Diciembre.

Zona IV. DE Punta Holcomb al arroyo el Conejo B.C.S. Período de veda del 1 de Septiembre al 31 de Enero.

En un acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación del 29 de junio de 1987 se estableció la talla mínima legal de captura por especie y por zona.

Talla Mínima Legal. (mm)

| Especie de abulón. | Zona | I | II | III | IV |
|----------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|
| Azul (<u>H. fulgens</u>) | | 150 | 145 | 140 | 120 |
| Amarillo (<u>H. corrugata</u>) | | 140 | 135 | 130 | 110 |
| Negro (<u>H. cracherodii</u>) | | 120 | 120 | 120 | 120 |
| Rojo (<u>H. rufescens</u>) | | 165 | 165 | --- | --- |
| Chino (<u>H. sorenseni</u>) | | 140 | 135 | 130 | 110 |

Para la explotación de estas especies se requiere de un equipo de pesca que consiste en una embarcación con motor fuera de borda y un compresor y cuatro personas que son; el buzo, bombero, cabo de vida y jabero ó matador (Polanco

Jaime et al., 1989).

A partir de la década de los 80' se han intensificado los estudios sobre la pesquería del abulón como el de Marín A. (1981) quién determinó que las capturas sobre abulones azules, rojos y amarillos debe de realizarse sobre organismos de 5 años de edad que son sexualmente maduros y que han alcanzado aproximadamente de 13-14 cm. lo que permite asegurar la progenie de la especie.

Rocha C. (1985) aplicó modelos simples de rendimiento a poblaciones pesqueras con los cuales determinó una sobre pesca y el riesgo de un colapso de la pesquería de abulón (*Haliotis spp*) a corto plazo en la península de B.C. Por lo que determina que se debería de disminuir el esfuerzo pesquero en un 60% global.

Según los estudios realizados por Guzman del Proo et al. (1980), la pesquería del abulón en México ha mostrado la siguiente problemática:

- 1.- No respeto a las tallas oficiales de captura por muchos años.
- 2.- Erroneas épocas de vedas o cierres de temporadas.
- 3.- Inexistencias por muchos años de cuotas de captura por zona de pesca.
- 4.- No permitir una repoblación adecuada de los bancos abuloneros a través de una rotatividad de las áreas de

captura.

El estudio presentado por Guzman del Proo et al. (1980) sirvió para modificar la temporada de veda y el Tamaño Mínimo Legal de captura para Haliotis spp para la temporada de 1981, con esto se protege a los reproductores para las diferentes areas de captura.

En la actualidad se han determinado tallas mínimas y edades de captura y épocas de veda que están basados en parámetros biológicos, por otro lado se han determinado los rendimientos de las poblaciones de abulón para proponer una disminución en el esfuerzo pesquero hasta de un 60% (Rocha C., 1985) pero no se han realizado trabajos en los cuales se incluyan parametros económicos para las poblaciones de abulones y poder llegar a una optimización de la pesquería lo cual se puede lograr con ayuda de modelos Bioeconómicos dinámicos.

OBJETIVO

Aplicar un modelo bioeconómico dinámico a la pesquería de abulón para estimar talla mínima que permita maximizar ganancias por concepto de la explotación de este recurso en el tiempo.

METODOLOGIA

Se determina la talla de primera captura de acuerdo con la curva de Biomasa óptima de un cohorte del modelo de optimización dinámica de Beverton-Holt descrito por Clark (1976), con la fórmula siguiente:

Biomasa óptima.

$$B = \frac{p^{-1} c \delta}{\delta + M - W(t)/w(t^*)}$$

Donde:

B = Biomasa óptima

p = precio de venta.

δ = tasa de descuento.

c = costo del esfuerzo de captura.

M = mortalidad Natural

W(t) = peso que alcanza el organismo de acuerdo a la ecuación de Von Bertalanffy (Ricker 1975)

w(t*) = derivada del peso que alcanza el organismo

Ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy (Ricker 1975)

$$W(T) = W_{\infty} \left[1 - e^{-k(t-t_0)} \right]^3$$

Donde:

W_{∞} = Peso infinito que alcanza el organismo

t_0 = edad de crecimiento

t = edad de reclutamiento

K = tasa intrínseca de crecimiento

Derivada de la Ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy
(Ricker, 1975)

$$w(t^*) = \frac{dw}{dt} \text{ de la formula } W(t)$$

$$w(t^*) = W_{\infty} 3k \left[1 - e^{-k(t-t_0)} \right]^2 e^{-k(t-t_0)}$$

Los datos utilizados para determinar el nivel óptimo de biomasa y el rendimiento por recluta son los obtenidos por Doi (1977), Tegner; et al (1989), para el abulón amarillo (Haliotis corrugata).

Para apoyar el modelo Bioeconómico y hacer algunas consideraciones en cuanto a la regulación de la pesquería se utiliza el modelo de rendimiento por recluta de Beverton-Holt, descrito por Ricker (1975) con la siguiente fórmula:

$$\frac{Y}{N_0} = F e^{-Mr} W^{\alpha} \left[\frac{1}{Z} - \frac{-kr}{Z+k} + \frac{-2kr}{Z+2k} - \frac{-3kr}{Z+3k} \right]$$

Donde:

M = mortalidad Natural

F = Mortalidad por Pesca

Z = Mortalidad total (pesca y natural)

r = reclutamiento

tr = edad de reclutamiento

r = tr - to

Z = F + M

Doi; et al 1977 (Datos obtenidos de Bahía Tortugas e Islas
Cedros)

Coefficiente de capturabilidad $q = 0.000203$

$t_0 = 0.3306$

$M = 0.35$

$k = 0.27275$

$W_{\infty} = 1350 \text{ gr.}$

$L_{\infty} = 182.25$

RESULTADOS

Con respecto a los resultados obtenidos con el modelo de Beverton-Holt descrito por Clark (1976) para biomasa óptima podemos ver que el máximo de biomasa nos indica a que edad debemos capturar los organismos de una cohorte.

Al utilizar una mortalidad natural (M) de .10 y tasas de interés del 5, 10, 20, y 50%, la biomasa máxima se dá a los 7 años 6 meses, 6 años 6 meses, 5 años 6 meses, 4 años 6 meses (fig 4), que son equivalentes respectivamente a una longitud de 156, 149, 138, 120 mm para cada tasa de interés (fig 7).

Si la M en la población de abulones aumenta hasta 0.15 y considerando las mismas tasas bancarias, la edad de primera captura es a los 6 años 6 meses, 5 años 8 meses, 5 años 4 meses, 4 años (fig 5); lo que quiere decir que la cohorte se captura a la talla de 146, 142, 130, 115 mm respectivamente (fig 7).

En el caso de que las poblaciones de abulón presenten una M de 0.35 y las tasas de interés bancarias sean de 5, 10, 20, 50% ; la edad en que debemos capturar los organismos es de 4 años 6 meses, 4 años 3 meses, 4 años, 3 años 9 meses (fig 6), y la captura de la cohorte de abulones se debe hacer sobre organismos de 124, 120, 115, 113 mm de longitud para cada uno (fig 7).

Pasando a los resultados de rendimiento por recluta basados en el modelo de Beverton-Holt descrito por Ricker (1975), en que el rendimiento es graficado en relación a la mortalidad por pesca y a la talla de primera captura de una cohorte, se obtuvieron las curvas de igual rendimiento, llamadas isopletras.

Si tenemos una población de abulones con una M de 0.10 y con un peso infinito de 1350, 1500, el máximo rendimiento que alcanzan es de 415 y 460 gr, a una talla de captura de 152 y 150 mm de longitud, con una mortalidad por pesca (F) de 0.7 y otra de 0.5 que corresponde a esfuerzos (f) de 8860 y 6329 viajes/hombres/mareas, respectivamente .

Si tomamos en cuenta que la talla mínima de captura establecida por la Secretaría de Pesca que es de 140 mm para el abulón amarillo, el máximo rendimiento que se puede obtener de los organismos es de 400, 440 gr, con una F de 0.4 0.35 que equivalen a un f de captura de 5063, 4430 viajes/hombres/ mareas, para cada caso.

En el caso de que las poblaciones de abulón presenten una M de 0.15 y de que el peso infinito del abulón sea de 1350 y 1500, el máximo rendimiento que podrán alcanzar los organismos será de 300 y 318 gr, a una talla de captura de

143 y 142 mm de longitud con una F de 1.30 y 1.1 que equivalen a un f de 16455, 13924 viajes/hombre/marea para cada valor infinito.

Para la talla de primera captura de 140 mm de longitud, impuesta por la Secretaría de Pesca, el máximo rendimiento que alcanzan los organismos es de 290 y 315 gr, con un mortalidad por pesca de 1.25 y 0.8 que equivalen a un esfuerzo de 15822 y 10126 viajes/hombres/mareas respectivamente (fig 9).

Si aplicamos tasas de interés bancarias del 5 al 15% a la pesquería de abulón en Baja California podemos determinar a que talla se deben capturar a los organismos y que rendimiento por recluta se obtendría de poblaciones de abulones.

Considerando lo anterior y con una M de 0.10 además un peso infinito de 1425 gr (promedio de los dos pesos antes citados), con las respectivas tasas de interés del 5, 10, 15%, se determina que los organismos se deben de extraer del medio marino a una talla de 155, 149 y 142 mm de longitud (fig 7), esto representa un rendimiento medio de 425, 410 y 380 gr. con una F de 0.65, 0.55 y 0.45, que equivalen a un f de 8227, 6962, 5696 viajes/hombres/mareas para cada caso (tabla 1).

Si la tasa de mortalidad es del 0.15 y el peso infinito es de 1425 gr, con una tasa de interés bancaria del 5, 10 y 15%, se determina una talla de captura de 146, 142 y 135 mm de longitud a las que les corresponde un rendimiento medio de 315, 310, 290 gr equivalentes a una mortalidad por pesca de 1.15, 1.05, 0.85 que es igual a un esfuerzo de 14556, 13291, 10759 viajes/hombres/mareas respectivamente (fig 9).

DISCUSIONES

En este modelo bioeconómico empleado, los parámetros tanto biológicos como económicos son fijos, aunque sabemos que estos pueden cambiar, como por ejemplo la M debido a un cambio en las condiciones ambientales. ecosistema (cambios biológicos), y los que presenten las tasas de interés.

Con el modelo bioeconómico se observa que al aumentar progresivamente las tasas de descuento, se obtiene un decremento de la talla óptima de primera captura, debido a que el valor de ventas es más remunerable en el presente que dejar el recurso para una explotación futura por la razón del decremento del valor del dinero en el tiempo.

Al variar la M de .10, 0.15, 0.35 y manteniendo los demás factores fijos, la talla óptima de primera captura disminuye, debido a que la mortalidad natural está afectando al recurso, lo que implica que las ganancias futuras al dejar de pescar en el presente serían menores en relación a un incremento de esta variable (fig 7,8).

Si la población se ve afectada por efectos naturales del medio ambiente que provoquen incremento en la M y consideramos tasas bancarias crecientes, los organismos

de acuerdo al óptimo del modelo bioeconómico deben ser capturados a edades (tallas) cada vez menores, con rendimientos más bajos, por lo que las poblaciones de abulón pueden experimentar una sobreexplotación debido a un descenso en la biomasa a través de los años de captura.

El rendimiento por recluta se ve afectado por la mortalidad natural, si ésta se incrementa en la población, el rendimiento máximo que se obtenga por recluta decrecerá, por lo que la mortalidad por pesca y el esfuerzo en consecuencia experimentarían un incremento si se quisiera mantener el mismo rendimiento.

En cuanto al rendimiento por recluta que se logra con la talla mínima legal vigente, observamos que se podrían lograr en general mayores rendimientos con una talla mayor, que implicaría en el transcurso del tiempo, un aumento del esfuerzo de pesca (tabla 9)

Ya que las tasas de interés bancaria (para las inversiones de la pesquería de abulón en dolares) en los últimos diez años no son mayores del 15% y que la actual es de aproximadamente del 10% ((*) CP Jesus Lere, comunicación personal), utilizamos ésta última para la determinación de la talla óptima de primera captura, dada la situación económica vigente.

(*) Contador de la Cooperativa Progreso dom. Calle 6ta y

Macheros.

Al hacer uso de una mortalidad natural de 0.35 y aplicarla al modelo de rendimiento por recluta de Beverton-Holt (Ricker 1975), los resultados obtenidos estuvieron muy por debajo de los rendimientos reales que alcanzan los organismos, por lo que se descartaron y no se compararon con la talla mínima legal y el modelo bioeconómico.

Considerando por lo tanto como válida la M de 0.10 a 0.15 se observa que las tallas óptimas de primera captura, obtenidas con el modelo bioeconómico con tasas de interés del 5 y 10%, dan rendimientos mayores que la talla mínima legal que se lograría a futuro con un incremento de esfuerzo (tabla 1).

El mismo comportamiento se tiene para una tasa de interés del 15% y una M de 0.10 aplicado al mismo modelo.

En el caso de que la M sea de 0.15, y la tasa de interés de 15% se puede ver que la talla óptima su rendimiento, son menores que los obtenidos por la talla mínima legal (tabla 1).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo con el modelo de Rendimiento por recluta de Beverton-Holt (Ricker 1975) son similares en cuanto al rendimiento en gramos, a los de Tegner et al (1989), pero difieren en la talla de

captura ya que su valor es de 170 mm y lo obtenido en éste trabajo es de 160 mm de longitud como máximo, esto es debido a que la K y la to son menores a las utilizadas por ellos.

Descrito lo anterior y con los datos preliminares para la temporada de 1987 con un esfuerzo de 13392 viajes (para la zona I, II, III), observamos que el esfuerzo adecuado para la talla mínima legal de acuerdo al modelo de rendimiento por recluta, es menor que el aplicado ese año, lo que conlleva a una disminución del rendimiento. Este esfuerzo también es mayor en caso de que se consulten las tallas óptimas del modelo bioeconómico (tabla 1).

CONCLUSIONES

Al existir un incremento en la Mortalidad natural, la edad, la talla óptima de primera captura del modelo bioeconómico y el rendimiento por recluta asociado a este disminuyen.

El aumento de las tasas de interés utilizadas en el modelo bioeconómico, determina que los organismos deben de capturarse a edades (tallas) menores, debido al valor económico actual del recurso, y a los intereses que generan las inversiones en la pesquería.

Un aumento en las tasas de interés provoca que los rendimientos sean menores con mortalidad por pesca y esfuerzos cada vez menores, por la existencia de organismos de tallas de primera captura más pequeñas.

La talla mínima legal establecida por la Secretaría de Pesca de 140 mm de longitud está por debajo del rendimiento máximo obtenido con el modelo por recluta y del bioeconómico, lo que implica que si queremos lograr a largo plazo mayores capturas y maximizar el beneficio económico se debe incrementar la talla de primera captura a 149 y 142 mm de longitud, con esfuerzos de 12315 y 11330 viajes/hombres /mareas de acuerdo a mortalidades naturales

de 0.10 y 0.15 respectivamente.

La pesquería del abulón en Baja California está sobreexplotada por el alto esfuerzo aplicado a la pesquería que rebasa al óptimo determinado con el modelo de rendimiento por recluta para la talla legal establecida y las tallas óptimas estimadas en el presente trabajo con el modelo bioeconómico.

RECOMENDACIONES

Al analizar una pesquería es necesario contar con datos económicos y de captura, los cuales sean confiables.

Para hacer un buen uso de los modelos bioeconómicos y aplicarlos a la pesquería del abulón es necesario contar con los parámetros biológicos de cada especie, en lugar de que un solo parámetro sea aplicado a todas las especies, y así poder determinar el estado real de la pesquería.

El esfuerzo que sea aplicado a la pesquería del abulón debe ser medido en las mismas dimensiones para todas las cooperativas de Baja California.

Disminuir el esfuerzo de la pesquería del abulón por lo menos hasta 12500 viajes/hombres/mareas.

Aumentar la talla de primera captura por lo menos a 145 mm de longitud.

BIBLIOGRAFIA

- Clark 1976., Mathematical bioeconomics: the optimal management of resources. A.W. interesciences publication. U.S.A.
- Cox, L.W., 1976. California abalones, family Haliotidae Calif Dep Fish Game, Fish Bull 118, 133p.
- Diario Oficial de la Federación. 27 sep 1956, 22 sep 1981, 29 jun 1987.
- Doi, T., S.A. Guzman dep Proo, V. Marín A., M Ortiz Q., J Camacho A., T. Mun ~os 1977. Análisis de la población y diagnóstico de la pesquería de abulón amarillo (*Haliotis corrugata*) en el area de Punta Abreojos e Isla de Cedros B.C. Ser. Cient. No. 18, 17p. Dirección General del Instituto de Pesca, Me `xico.
- Guzman del Proo, S.A. V. Marín A. y C. Castro A. 1976. Un sistema de registro de la composición de la captura comercial de abulón *Haliotis* ssp. Resultado de 4 temporadas (1972-1976) en B.C. Mem. Simp. sobre Recursos Masivos de México. Tomo II. Vol. Esp. Sobre Abulón y Langosta. Inst. Nal.Pesca. SIC: 1-37

- Guzman del Proo. S.A. Aguilar. R. Andrade, M.P. Castro, C.A. Marín, Y.A. Pineda, J.B. Molina, J.N. Uribe, F.A. López, F.S, León, G.C. Winkler, N.L. Perez, A.G. Velázquez, R.Ch. 1980 análisis de la pesquería de abulón en B.C. y fundamentos biológicos para un nuevo regimen de explotación del recurso. Instituto Nal. Pesca. Proeyecto abulón-langosta. Méx. 76 p.
- Mcallister 1976., California maren fish landings for 1974. Calif. Fish and game. Fish. Boll No. 166
- Lambert 1970., The comercial fishing industry of Ensenada, B. C. Méx. Tesis de maestria en geofrafia. San Diego State College. Dan Diego California U.S.A.
- Lelevier G. Ortiz Quintanilla en proceso. Análisis Biológico del Stock de abulón en la península de Baja California. Durante la temporada de Pesca de 1981-1988.
- Polanco J. Edith, Mimbela S. Ruben, Belendez M. Luis, A. Flores Miguel, Reyna A. Ana. 1988., Situación actual de las principales pesquerías Mexicanas. Secretaria de Pesca. Primera edición. ISBN g18-817173. Mex. D.F.
- Ortiz Q.M., Guzman del Proo, S.A. Marín V.A., Lluch B.D., Camacho A.J. y Muñoz, L.F. 1977 estadísticas basicas sobre captura, esfuerzo y captura por unidad de

- esfuerzo de abulón en catorce cooperativas pesqueras de B.C. Memorias del primer simposio sobre recursos pesqueros masivos. Tomo II vol Esp. Sobre el abulón y langosta. Inst. Nal. Pesca. SIC. México; 37-81.
- Ricker 1975, Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191:1-382.
 - Rocha C. 1985. Diagnóstica de la pesquería de abulón (*Haliotis* spp) en Baja California, de los años 1972-1973 a 1981-82 por medio de modelos globales de rendimiento. Tesis para obtener el titulo de Oceanologo. U.A.B.C. de la F.C.M.
 - Tulshulte, T. 1976. The comparative ecology of the three sympatric abalone. Ph.D Thesis, Univ. California, San Diego, 335p.
 - Tegner Mia, Breen Paul and Lennert 1989. Population Biology of red abalone, Haliotis rufescens in Southern California and Management of red and pink, H. corrugata, abalone fisheries. Manuscript Accepted February 1989. Fishery Bolletin, U.S. 87:313-339.

A N E X O

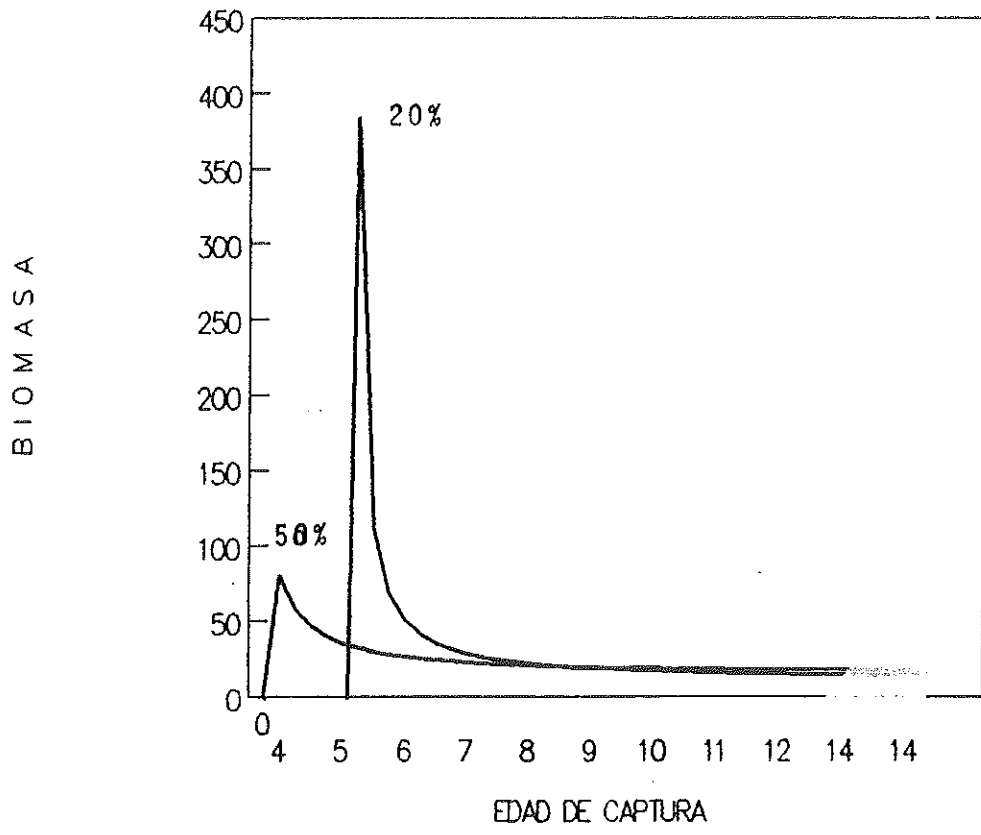


Figura 4b. Rendimiento de Biomasa determinada utilizando el método descrito por Clark (1976). Para el abulón - Amarillo, donde $M = 0.10$, la tasa de descuento de 20, 50%

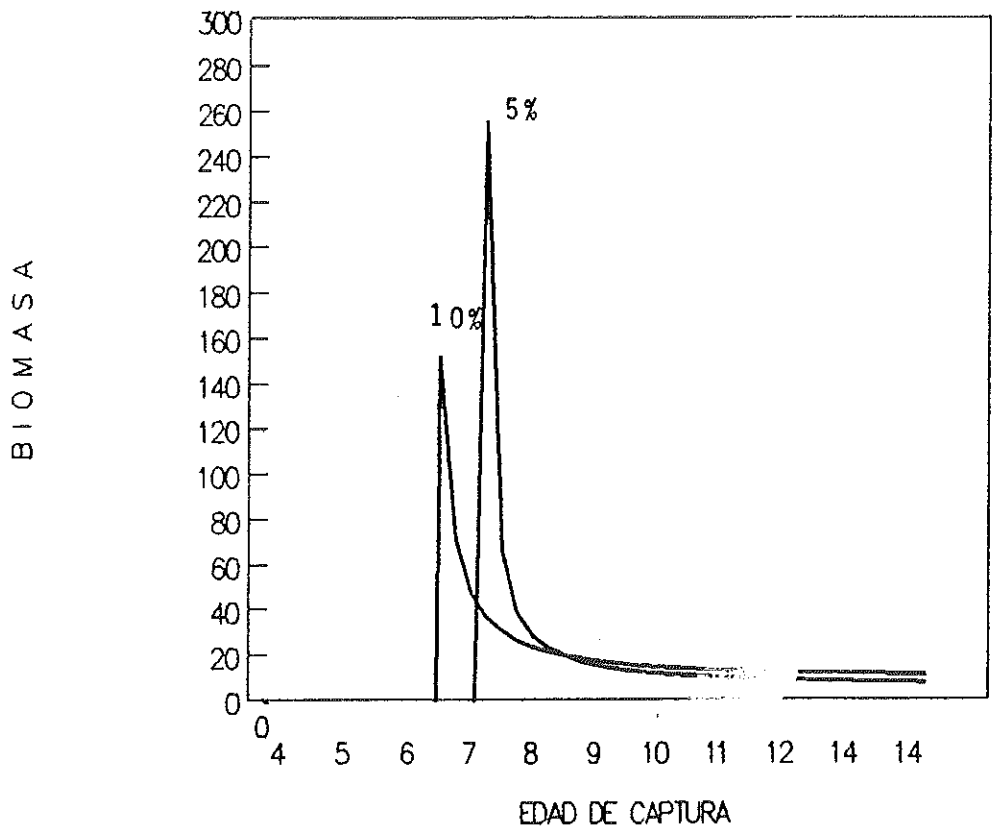


Figura 4a. Rendimiento de Biomasa determinada utilizando el método descrito por Clark (1976). Para el Abulón amarillo, donde $M = 0.10$; la tasa de descuento de 5, 10%

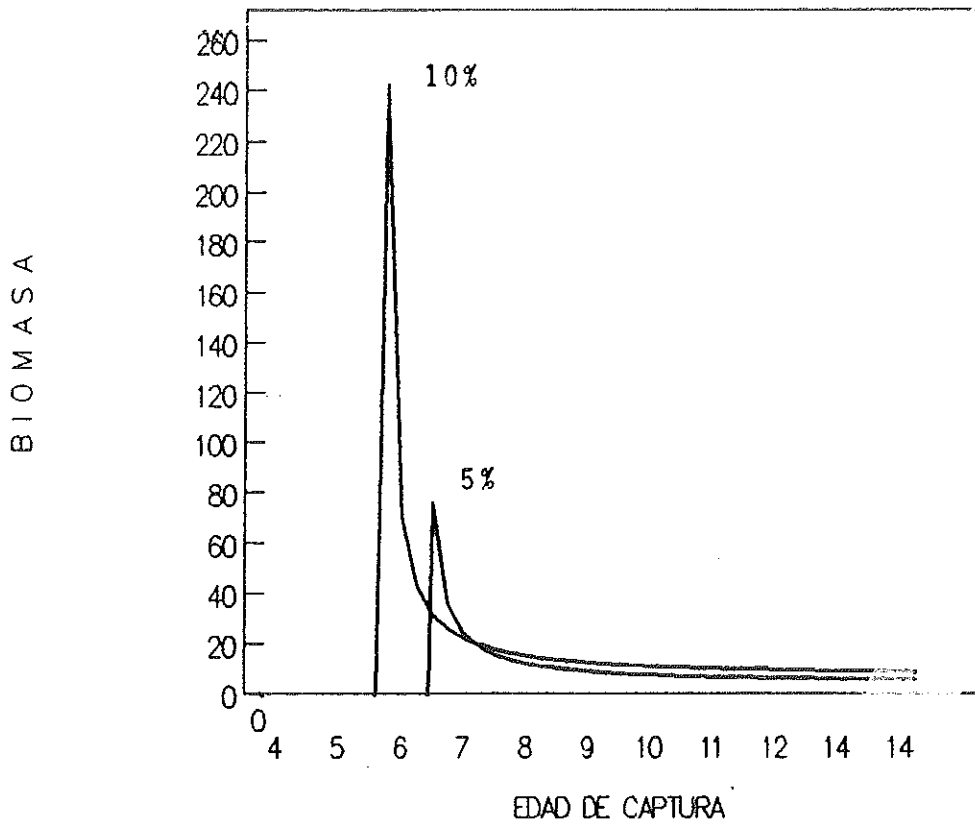


Figura 5a. Rendimiento de Biomasa determinada utilizando el método descrito por Clark (1976). Para el abulón - amarillo, donde $M = 0.15$, y la tasa de 5, 10%.

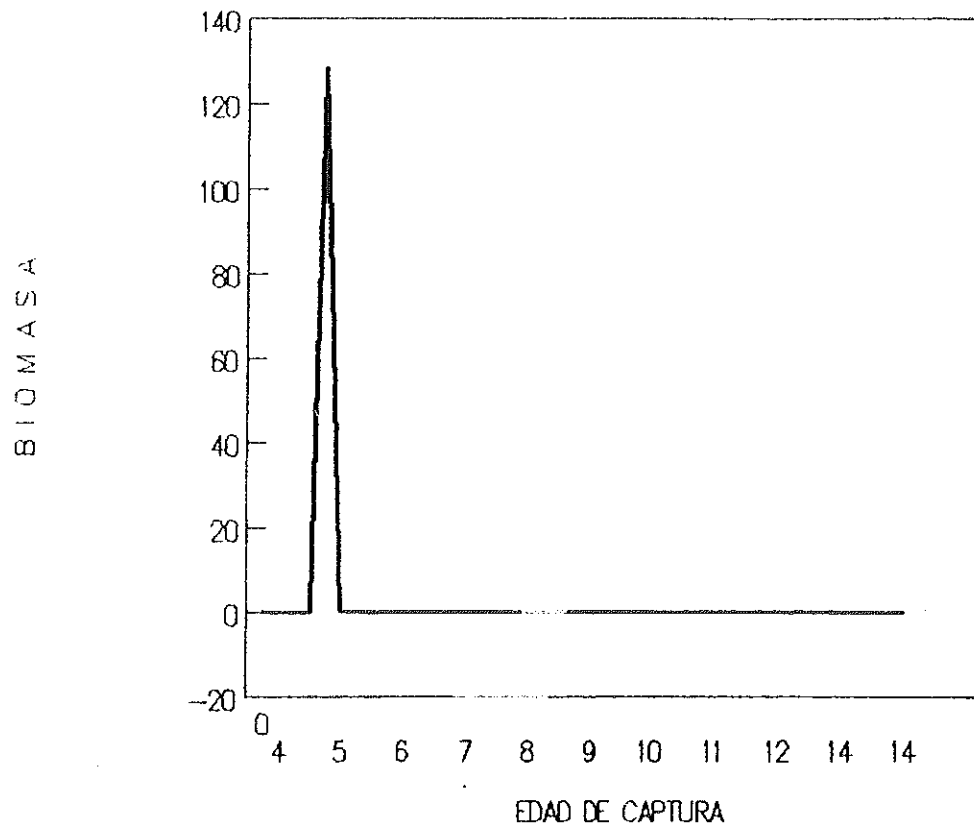


Figura 5b. Rendimiento de Biomasa determinada utilizando el método descrito por Clark (1976). Para el abulón - amarillo, donde $M= 0.15$, la tasa de descuento de 20%.

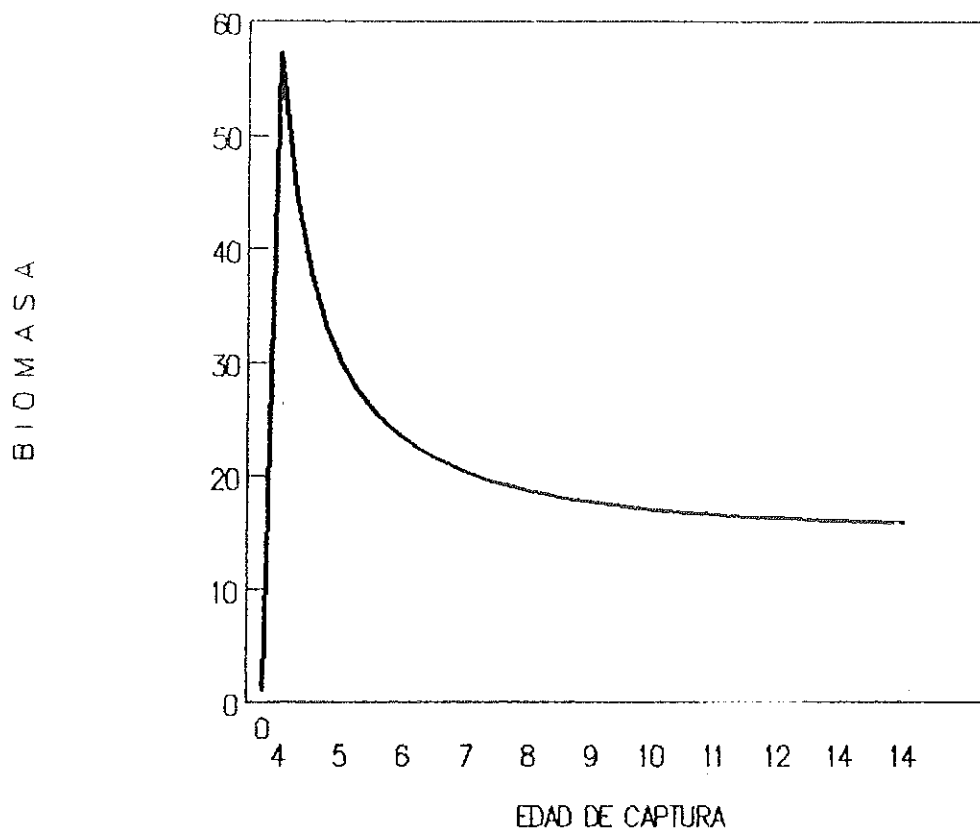


Figura 5c. Rendimiento de Biomasa determinada utilizando el método descrito por Clark (1976). Para el abujón amarillo, donde $M = 0.15$, la tasa de descuento de 50%.

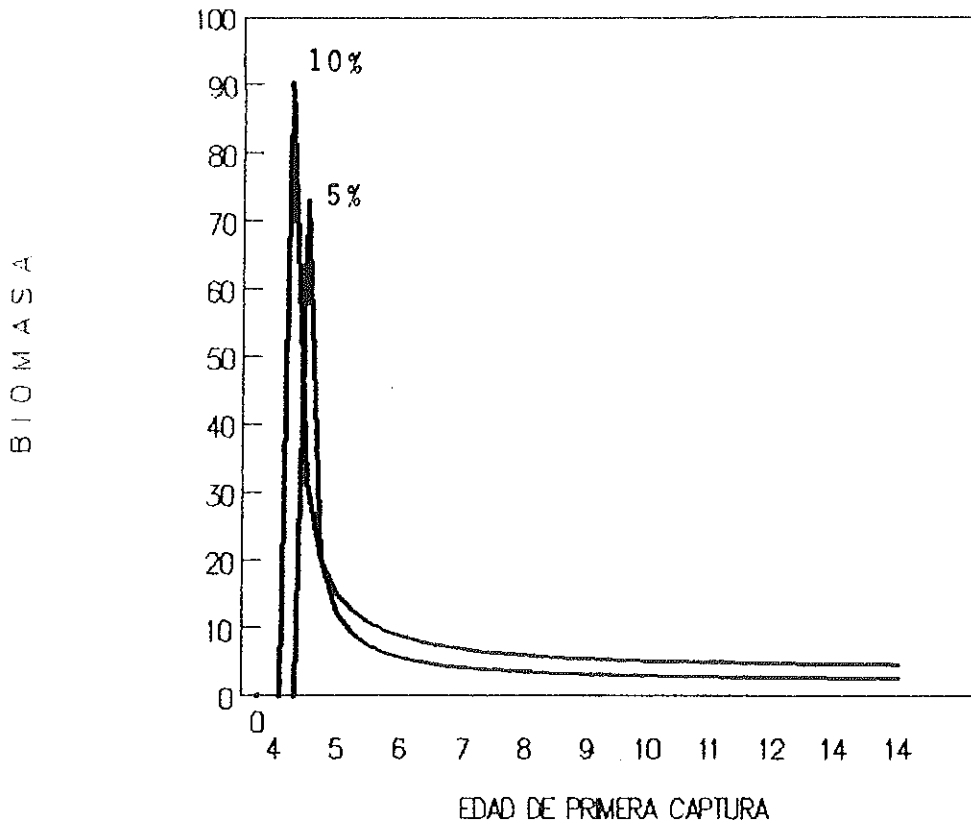


Figura 6a. Rendimiento de Biomasa determinad utilizando el método descrito por Clark (1976), para el abulón amarillo - donde $M = 0.35$, la tasa de descuento de 5, 10%.

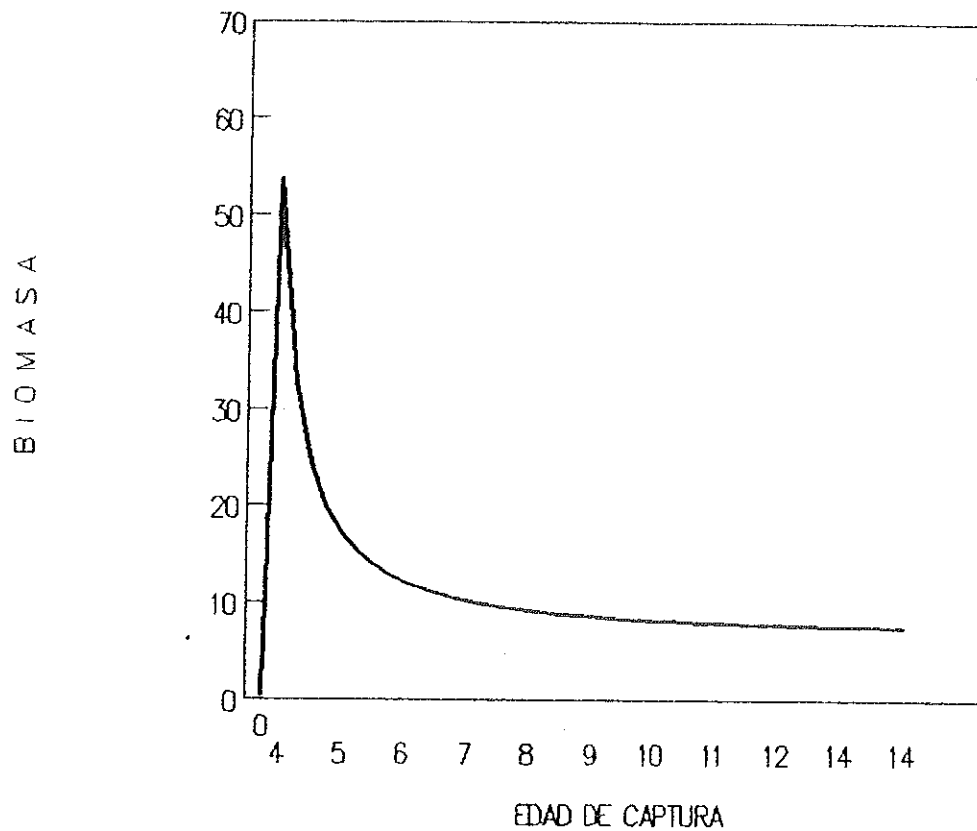


Figura 6b. Rendimiento de Biomasa determinad utilizando el método descrito por Clark (1976). Para el abulón amarillo, donde $M = 0.35$, la tasa de descuento de 20%

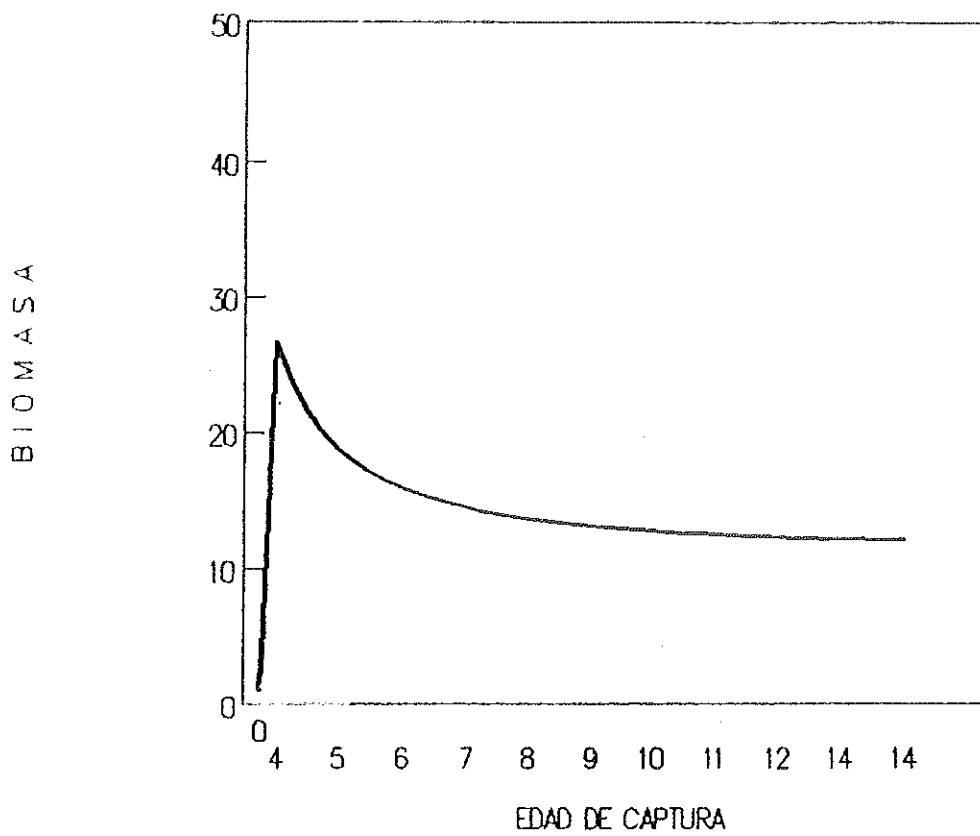


Fig 6c. Rendimiento de Biomasa determinada utilizando el método descrito por Clark (1976). Para el abulón amarillo donde $M = 0.35$, la tasa de descuento de 50%

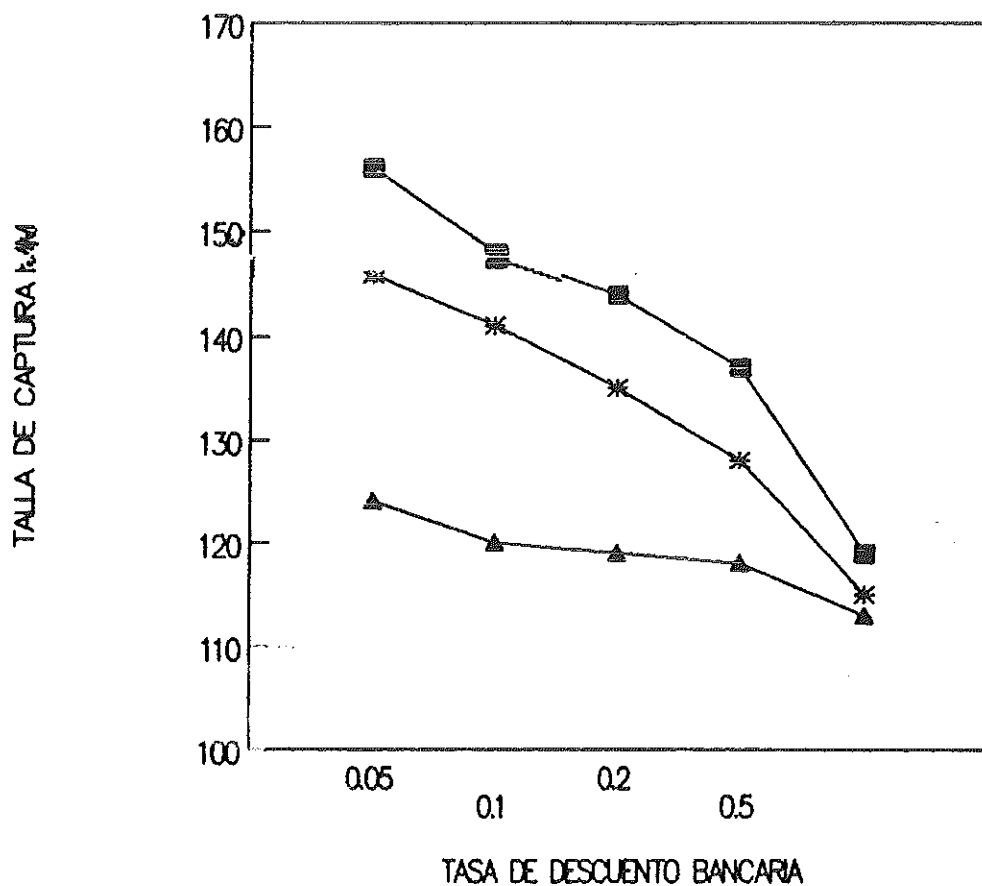


Figura 7 a. Tallas optimas obtenidas del modelo bioeconomico Beverton-Holt (Clark 1976), para tasas de interes del 5 al 50% con mortalidades de 0.10 (■), 0.15 (*), y 0.35 (▲), para un peso infinito de 1350.

Nota: Al no existir una diferencia muy marcada entre los pesos infinitos de 1350 y 1500 los resultados fueron iguales.

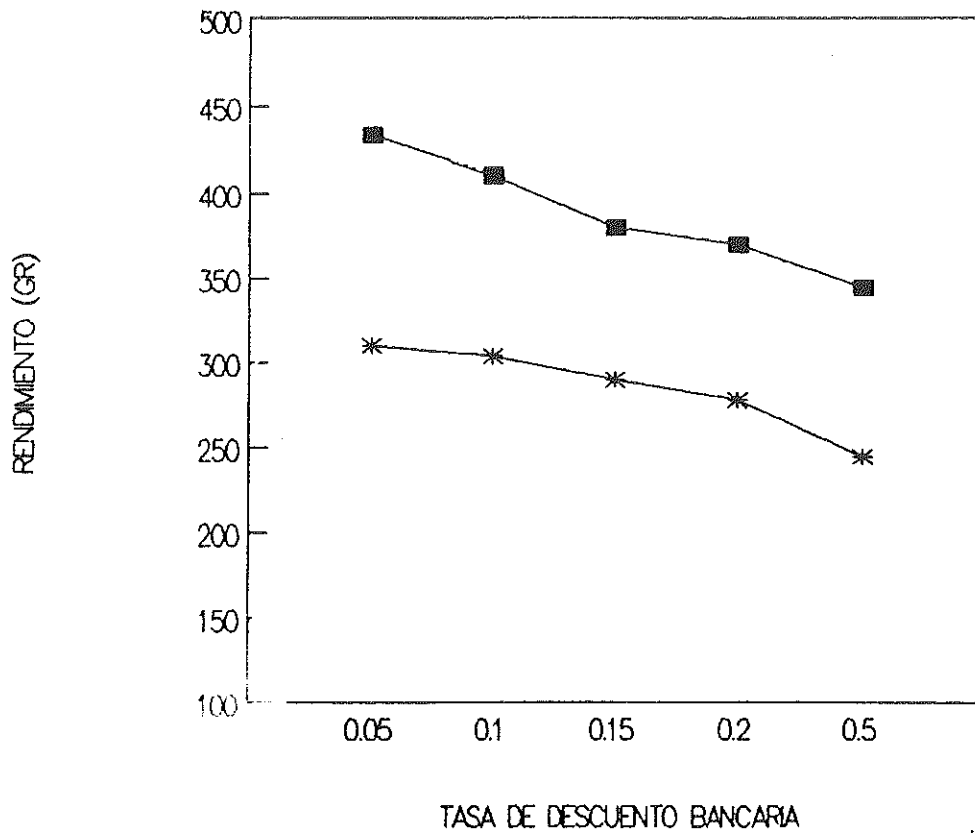


Figura 7b. Tallas optimas obtenidas del modelo bioeconomico de Beverton-Holt (Clark 1976) y el rendimiento que representan, para tasas de interes del 5 al 50% para una mortalidad de natural de 0.10 (■) y 0.15 (*).

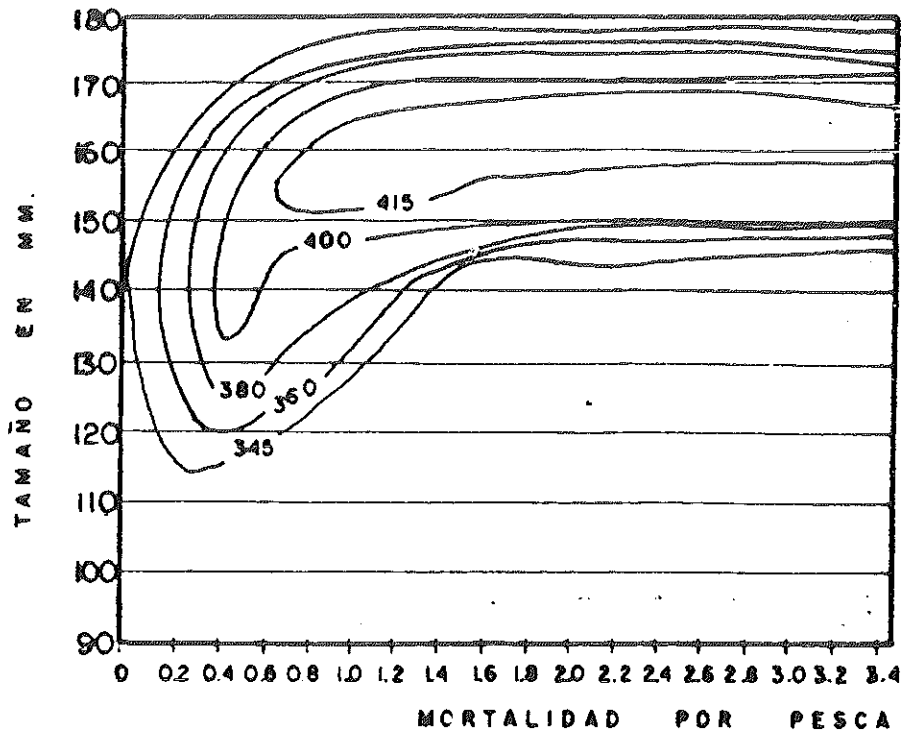


FIG. 8a

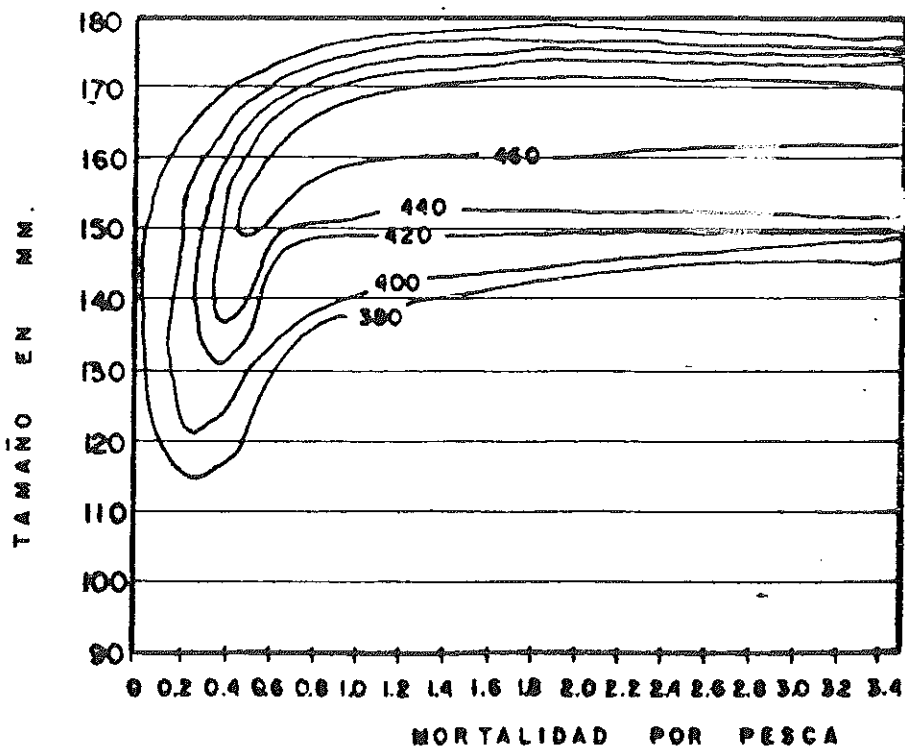


FIG. 8b

Figura 8. Rendimiento por recluta para el abulón obtenido con el modelo de Beverton-Holt con una mortalidad natural de 0.10 (Ricker, 1975), (fig 8a), para un peso infinito de 1350 gr, (fig 8b) para un peso infinito de 1500 gramos.

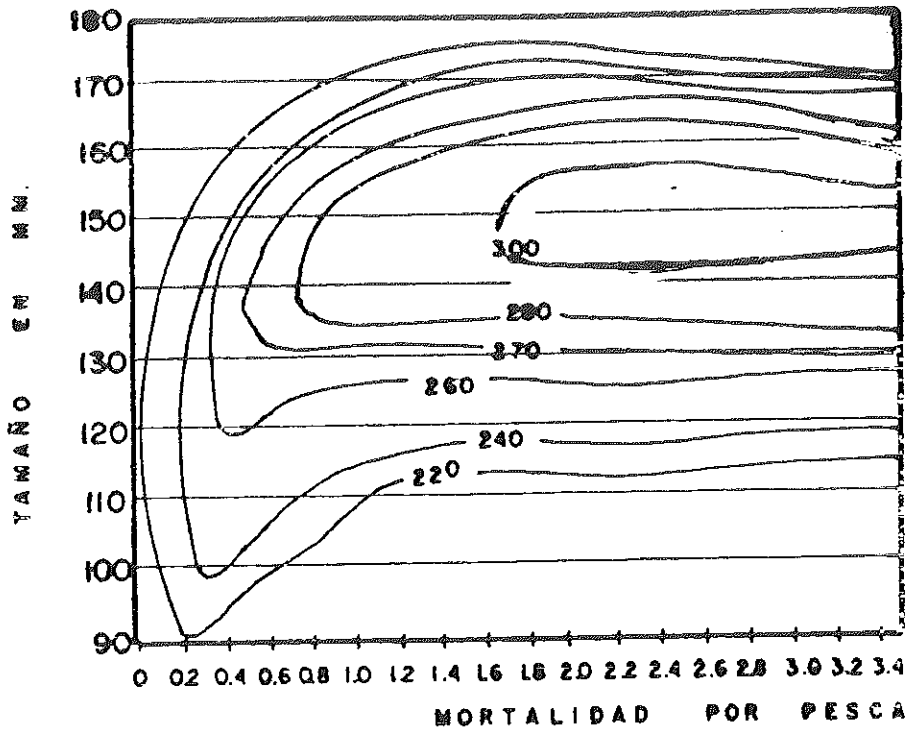


FIG. 9a

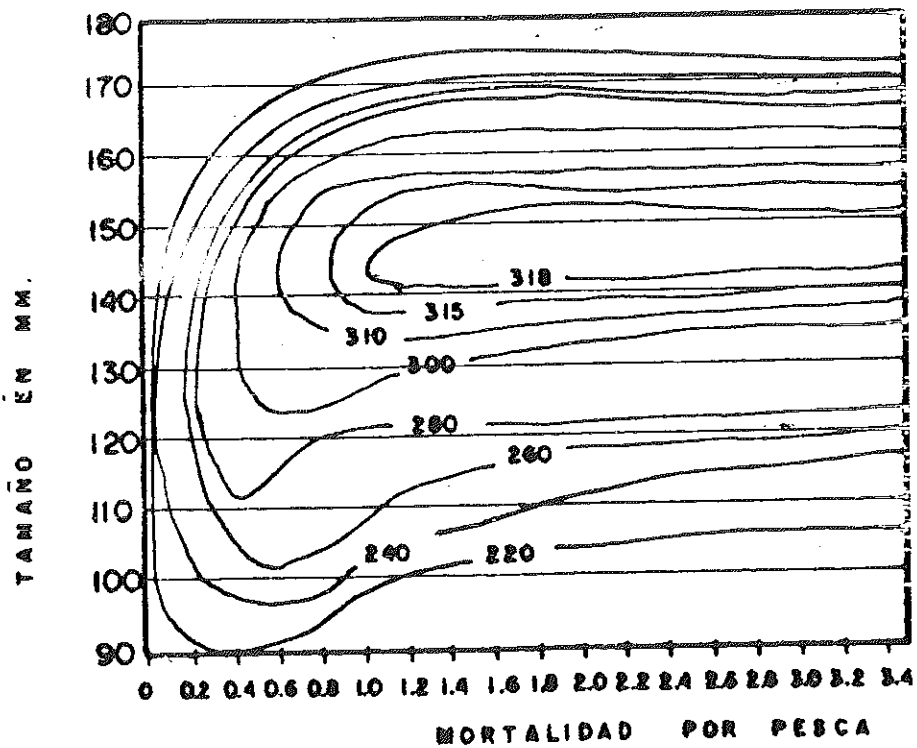


FIG. 9b

Figura 9. Rendimiento por recluta para el abulón, obtenido con el modelo Beverton-Holt con una mortalidad natural de 0.15 (Ricker 1975), (fig. 9a) para un peso infinito de 1350 gramos, (fig. 9b), para una mortalidad de 1500 gramos.

TABLA I.- RENDIMIENTO POR RECLUTA PARA MORTALIDAD NATURAL DE 0.10 Y 0.15

| | TASA (%) | TALLA DE CAPTURA | RENDIMIENTO POR RECLUTA | MORTALIDAD POR PESCA (f) | ESFUERZO (f / q) (f/0.000203) |
|---|---------------|---------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| MORTALIDAD NATURAL 0.10 | | | | | |
| DATOS OBTENIDOS DEL MOD. REND. RECLUTA | | 152 | 420 | 0.65 | 8227 |
| DATOS OBTENIDOS DEL MOD. BIOEC. | 5 10 15 | 155 149 142 | 435 420 380 | 0.65 0.55 0.45 | 8227 6962 5696 |
| TALLA LEGAL | | 140 | 340 | 0.40 | 5063 |
| MORTALIDAD NATURAL 0.15 | | | | | |
| DATOS OBTENIDOS DEL MOD. REND. RECLUTA | | 146 | 315 | 1.15 | 14556 |
| DATOS OBTENIDOS DEL MOD. BIOEC. | 5 10 15 | 146 142 135 | 315 310 290 | 1.15 1.05 0.85 | 14556 13291 10759 |
| TALLA LEGAL | | 140 | 300 | 1.00 | 12658 |