



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales

"I Z T A C A L A"

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA
BIOLOGIA PESQUERA DE LA SARDINA
CRINUDA (*Opisthonema libertate*, Gunther, 1868) EN
LA REGION DE GUAYMAS, SONORA, MEXICO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A :
JOSE LUIS ZAMUDIO ALONSO



México, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE:

página

1- Agradecimientos	4
2- Dedicatorias	44
3- Introducción	1
4- Objetivos	6
5- Antecedentes	7
6- Metodología	10
7- Resultados	19
7.1- Producción	19
7.2- Mortalidad	20
7.3- Tamaño de población capturable	21
7.4- Rendimiento: Diagnósis de la pesquería	21
7.5- Rendimiento por recluta	22
8- Discusión	24
9- Conclusiones	31
10- Recomendaciones	32
11- Apéndice	33
12- Bibliografía	36
13- Mapa	41
14- Cuadros	42
15- Tablas	44
16- Figuras	52

AGRADECIMIENTOS:

Deseo expresar mi agradecimiento a las siguientes personas:

a la Biblióloga Norma A. Navarrete Salgado, por su dirección y valiosos consejos para el desarrollo y culminación de este trabajo.

a los Bibliólogos; Enrique Kato, Jonathan Franco, Adolfo -- Cruz y Alba Marquez, por la revisión del manuscrito e importantes recomendaciones.

a mis compañeros de carrera; Hector Avendaño, Antonio Ramírez, Lilia Ramírez y Beatriz Silva por su contribución a la realización de este trabajo.

al Lic. Carlos Jacobo por la revisión de la ortografía y redacción de este trabajo.

DEDICATORIA:

A mis padres por
su amor y cariño

A mis hermanas por su
inapreciable cariño y
ayuda,

A mi novia por su
apoyo moral y ayu
da.

INTRODUCCIÓN:

Hasta el siglo pasado el mar había sido considerado una reserva alimenticia de por sí inagotable, quedando sus posibilidades de aprovechamiento limitadas por las dificultades y riesgos de la pesca. En todo caso las fluctuaciones naturales eran tan amplias que las mortalidades introducidas por el hombre podían considerarse poco importantes. Sin embargo a partir del siglo pasado la actividad pesquera ha tenido un incremento tal que en muchas de las pesquerías el hombre ha pasado a ser la principal causa de mortalidad; esto se debe al constante crecimiento de la población humana que ha obligado a la explotación masiva de los recursos biológicos del mar (Comas, 1976; García, 1978).

Considerando que México posee mar territorial (200 millas de mar patrimonial) tiene la obligación de explotar sus recursos biológicos marinos en forma racional y planificada, debido a las necesidades crecientes de alimentación para una población cada vez mayor. Pero sorprende a cualquier observador que la industria pesquera mexicana sea tan modesta y que además presente tantas fallas que entorpecen su rápido crecimiento, teniendo en cuenta el hecho de que la base física de México para la explotación pesquera es est constituida por una plataforma continental correspondiente a 153,000 Km² en el litoral del Pacífico, y de 235,000 Km² para el Atlántico. Comprende además un extenso litoral cuya longitud de costas se prolonga hasta los 6,608 Km en el Pacífico de California, cuyas costas miden 1,008 Km) y 2,211 Km de longitud en el Atlántico (incluidas las islas del mar Caribe, cuyas costas miden 106 Km) (Ruiz, 1978).

La captura que se obtiene en estas aguas a nivel nacional se divide arbitrariamente en productos comestibles e industriales. Los primeros incluyen productos de consumo humano en diferentes formas, como el congelamiento, deshidratación, enlatado, ahumado, etc. En los productos industriales se incluyen especies que no se emplean para el consumo humano en forma directa, tal es el caso de las sardinias, anchovetas y fauna de acompañamiento que se utilizan en la elaboración de harinas de pescado [Ver cuadro No. 1]. El desarrollo pesquero no está determinado necesariamente por la abundancia de los recursos o las necesidades alimentarias, sino por un conjunto de factores de diferente naturaleza. La concordancia de una fuerte demanda con la abundancia de los recursos solicitados, así como la capacidad técnica y económica para extraerlos, determina la creación de una pesquería y las actividades industriales y comerciales anexas. En México las características de las actividades pesqueras han estado determinadas por la existencia de un mercado interno débil y de un mercado externo con alta capacidad adquisitiva que demanda productos pesqueros suntuarios. La demanda interna es débil para el consumo de productos pesqueros, probablemente es debido a que la gran parte de la población es de escasos recursos económicos, por lo que estos sectores de bajos ingresos consumen principalmente productos enlatados baratos como; sardina, macarela, etc., y algunas especies en fresco cuyo precio se mantiene accesible [Sevilla, 1983].

Como consecuencia de las necesidades crecientes de alimentación para una población que cada vez es mayor, la pesca nacional conlleva a la necesidad de que nuestro país, se utilicen los recursos pesqueros de una forma más intensa y mejor organizada; de ahí que el análisis y solución a este problema debe tender a mejorar las deficientes condiciones alimentarias de una gran parte de nuestra población, ya que

hasta el momento la mayor parte del esfuerzo científico se ha dirigido a la biología marina, desatendiéndose por completo la biología pesquera, por lo que hasta ahora la pesca se ha concebido como una actividad puramente empírica y las investigaciones relacionadas con ésta han sido muy escasas y limitadas, sobre todo en lo referente a la dinámica de poblaciones de peces (Comas, 1976; Rulz, 1978).

Considerando las condiciones ecológicas de nuestros litorales, la distribución de los peces en las costas mexicanas presenta aspectos interesantes, pues en su mayoría son típicos de la fauna tropical a pesar de que existen regiones importantes de nuestros litorales que se encuentran situadas dentro de lo que se puede llamar zonas templadas, como las de la costa occidental de Baja California en el Pacífico, y a lo largo de las costas de Tamaulipas en el Golfo de México. Estas dos regiones presentan características que las definen como áreas de transición, esto es, que se encuentran especies representativas de las zonas templadas y tropicales. Otra región que debe de considerarse por sus características particulares en el Golfo de California donde se presentan condiciones muy especiales que propician la existencia de especies cuya área de distribución se encuentra limitada a esta región (Rulz, *Op cit*).

Para poder examinar la producción pesquera a nivel nacional, la República Mexicana se ha dividido en siete regiones pesqueras establecidas en los litorales del país, en relación a las especies que se registran con mayor abundancia en cada una de ellas (Ver mapa No. 1):

Región I. Comprende la península de Baja California; ocupa el primer lugar en producción pesquera regional y representa el 34.7% del volumen total de la captura nacional. Indudablemente es una de las más abundantes en recursos pesque-

nos del país, debido a las circunstancias ecológicas particulares de esta región; las especies predominantes son: camarón, abulón, almeja, langosta, atún, bonito, barrilete, tiburón, anchoveta, totoaba, macarela y cabrilla principalmente.

Región II. Incluye las costas de Sonora hasta Nayarit; su producción pesquera significa el 31.6% del volumen total de la captura nacional. Los recursos pesqueros de mayor importancia en esta zona son: camarón, totoaba, corvins, cabrilla, anchoveta, sierra, lisa, ostión, cazón, almeja, mejillón, robalo, guachinango, tortuga y rana.

Región III. Esta región abarca los estados de Jalisco, Colima y Michoacán; su producción pesquera significa una parte del 1.2% de la producción nacional. Las principales especies distribuidas en sus costas son: pargo, tiburón, langosta, guachinango, mojarra, camarón, lisa, sierra, macarela, jurel, langostino y especies de agua dulce como la carpa, rana y tulle.

Región IV. Comprende los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas siendo su producción el 4.2% del volumen total de la producción nacional pesquera. Los recursos de mayor importancia comercial son: camarón, robalo, pargo, guachinango, mojarra, tortuga, sábalo y bagre.

Región V. Comprende los estados de Tamaulipas y Veracruz. Su producción pesquera cubre el 12.9% de la captura comercial; esta región es la que abastece en gran medida el mercado interno y en especial al Distrito Federal.

Región VI. Incluye a los estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo; su producción aporta el 15.1% de

La captura nacional. las especies de esta región tienen alto valor comercial, sobresaliendo las siguientes: camarón, pulpo, robalo, mero, mojarra, ostión, cazón, tiburón, langosta, jurel, guachínango, anchoveta y pargo.

Región VII. Comprende todos los estados del interior de la República Mexicana (15 estados) y su aportación pesquera es de 0.19% de la producción piscícola dentro del renglón total de producción pesquera nacional. Abarca la ictiofauna de especies de aguas interiores, por lo tanto su contribución es poco significativa y no revela la potencialidad pesquera de las aguas interiores (Ver cuadro No. 2) (Ruiz, Op cit; Sevilla, 1983).

Como se observa, la región noroeste de México (regiones I y II) presentan una importancia pesquera relevante pero desgraciadamente la administración de los recursos pelágicos es bastante deficiente. Dentro de estos recursos se encuentra la sardina, especie que cada vez está obteniendo mayor importancia, particularmente en la pesquería comercial de esta región. Las capturas desembarcadas en el puerto de Guaymas, Sonora muestran que las principales especies de que se componen la captura comercial son:

- 1) sardina monterrey (Sardinops sagax caerulea, Jenyns, 1842)
 - 2) sardina crinuda (Opisthonema libertate, Gunther, 1868)
 - 3) sardina bocona (Cetengraulis mysticetus, Gunther, 1862)
 - 4) sardina macarela (Scomber japonicus, Houttoun, 1782)
 - 5) anchoveta norteña (Engraulis mordax, Girard, 1854)
- y otras especies no identificadas; las especies que dominan en volumen son la monterrey y la crinuda (Comas, 1976).

OBJETIVOS:

El presente trabajo es un estudio preliminar cuyo objetivo general es conocer la pesquería, su estado actual y sugerir algunas posibles normas de explotación del recurso de la sardina crinuda (*Opisthonema libertate*) en base a los siguientes objetivos particulares:

I] Determinar la mortalidad natural y el coeficiente de capturabilidad mediante los métodos de Beverton y Holt y el de Pálóheimo.

II] Determinar el tamaño de la población capturable utilizando los métodos de Leslie y Delury [modificación de Ricker], y el método de Doi.

III] Obtener el rendimiento máximo sostenible, es - fuerzo óptimo y la captura por unidad de esfuerzo óptimo, mediante los métodos de Schaefer, Fox y la modificación hecha por Walter al método de Schaefer.

IV] Obtener el rendimiento por recluta, utilizando el modelo que proponen Beverton y Holt.

ANTECEDENTES:

Los estudios realizados hasta ahora sobre la sardina Opisthonema libertate son escasos, no obstante ser una especie importante para el consumo humano y para la obtención de harina.

De los pocos trabajos existentes sobre esta especie a nivel mundial tenemos los de Peterson (1956), en donde señala la distribución de O. libertate desde San Pedro, California (E.U.A.) y puerto San Carlos, Golfo de California, México hasta el Perú. Durante la obtención de muestras se percibió de la gran cantidad de peces juveniles, por lo que esta especie se reproduce todo el año.

Los investigadores Berry y Barrett (1963) dicen que O. libertate se distribuye desde la Bahía de Santa Rosalía Golfo de California, hasta Punta Sal y Punta Picos en Perú, y encontraron que esta especie es la más abundante de las cuatro especies existentes en el Pacífico (O. medirrastre, O. bulleri y O. berlangai) esta última sólo se localiza en las islas Galápagos.

Estos mismos autores trabajaron la taxonomía de estas especies utilizando el número de branquiespinas presentes para poder diferenciar la especie del género Opisthonema sp.

Murphy (1977) habla del género Opisthonema en cuanto a las capturas a nivel mundial; dice que de 7,132,000 toneladas obtenidas en 1973, el género Opisthonema aportó 75,000 toneladas y que la familia Clupeidae destaca por su gran importancia a nivel mundial.

En cuanto a la aplicación de modelos de producción excedente se encuentra Stevenson y Carranza (1980) que trabajaron con el género Opisthonema perteneciente a la pesquería de Costa Rica, aplicando los modelos de Schaefer y Fox.

Por lo que respecta a los trabajos de O. libertate a nivel nacional, tenemos a Sokolov [1971] que trabajó con la sardina crinuda y la sardina monterrey (Sardinops sagax caerulea) en el Golfo de Baja California, desarrollando aspectos como: proporción de sexos, madurez gonadal, composición por edades y muestras de ictioplancton.

Comas [1976] obtuvo datos para la determinación de la distribución de O. libertate dentro del Golfo de California; también trabajó estadíos de madurez gonadal y proporciona un panorama general de la pesquería de esta especie en la zona Guaymas, Sonora.

Paez [1976] realizó estudios basados en el análisis histológico de las gónadas de O. libertate para poder observar el desarrollo gonadal, madurez, desove y fecundidad en la zona de Mazatlán, Sinaloa.

García [1978] realizó análisis de crecimiento de O. libertate determinando la edad de los peces a partir de marcas anuales en escamas, y encontró organismos de uno a siete años de edad, en la región de Guaymas, Sonora.

Gil [1982] efectuó estudios larvarios basados en dos muestreos de plancton en el verano de 1977, los cuales se localizaron el área de distribución de la población adulta de O. libertate, durante la época de máximo desove y determinó caracteres merísticos y morfométricos.

Molina et al [1984] efectuaron un análisis de la pesquería del Golfo de California en el Puerto de Guaymas, Sonora. Las especies principales que se analizaron son: sardina monterrey, sardina crinuda, macarela y japones. Los datos obtenidos para este estudio fueron estandarizados utilizando el poder relativo de pesca; se analizó además la evolución de la flota sardinera y el esfuerzo efectivo.

La Secretaría Nacional de la Pesca a partir de la temporada 83-84 inició el programa nacional de la sardina, en donde se estudian los esfuerzos aplicados, la captura por unidad de esfuerzo, los efectos oceanográficos que tienen sobre el recurso, también obtienen la composición por tallas y sexos de las capturas de las diferentes sardinias del Golfo de California.

METODOLOGIA:

La investigación está basada fundamentalmente en datos de capturas y esfuerzos comerciales pertenecientes a 10 temporadas de pesca de la sardina crinuda Opisthonema libertate, desembarcadas por la flota sardinera en el Puerto de Guaymas, Sonora. Los datos que se requirieron para desarrollar este trabajo fueron proporcionados por el Instituto Nacional de la Pesca.

El presente trabajo se elaboró en base a dos niveles de esfuerzo diferentes que son:

- a) Esfuerzo dado en número de viajes por barco.
- b) Esfuerzo dado en tonelaje neto por barco.

NORMALIZACIÓN DEL ESFUERZO: La estandarización del esfuerzo se realizó de la siguiente manera:

a) El esfuerzo en número de viajes por barco se estandarizó como se describe en F.A.O. (1980) considerando la categoría de embarcación más común en la pesquería, y/o que presente las mínimas variaciones en su captura por unidad de esfuerzo (C.P.U.E.).

El poder relativo de pesca (\mathcal{J}) está dado por la siguiente ecuación:

$$\mathcal{J}_{ijk} = \frac{C.P.U.E_{ijk}}{C.P.U.E_{ijk}(\text{estandar})}$$

Donde:

- i = categoría (dada en capacidad de bodega)
- j = área de pesca
- k = período de tiempo pescando

Posteriormente se obtuvo el esfuerzo efectivo multiplicando el poder relativo de pesca por el esfuerzo nominal como lo indica la siguiente ecuación:

$$\delta_e = \sum_{ijk} (\delta_n)$$

Donde: δ_e = esfuerzo efectivo o estandarizado
 δ_n = esfuerzo nominal o aplicado

Obtenido el esfuerzo efectivo por categoría se obtiene la captura por unidad de esfuerzo, por temporada.

b) Esfuerzo en tonelaje neto. La información correspondiente al tonelaje neto de las embarcaciones que componen a la flota sardinera de Guaymas, Sonora, se obtuvo de varias fuentes como son: del período de 1973 a 1983 de los reportes del C.R.I.P. (proporcionados por pesca), de 1983 a 1984 de los boletines editados por la Secretaría de Pesca y de 1982 a 1983 del reporte del C.I.C.I.N.A.R.

Posteriormente se procedió a la estimación del esfuerzo como el total de capacidad de tonelaje neto; para ello se consideró el número de embarcaciones para el Puerto en base a la categorización por tonelaje neto de capacidad registrado por la Secretaría de Pesca, con lo cual se procedió a determinar el esfuerzo de la siguiente manera: de cada una de las categorías (Tabla No. 1) se determinó su tonelaje promedio el cual a su vez se multiplicó por el número de embarcaciones de las mismas para cada categoría y año.

De esta forma se obtuvo la capacidad de tonelaje promedio para cada categoría, las cuales se sumaron para alcanzar de esta manera el tonelaje anual neto de la flota (Tabla No. 2). Obtenido el esfuerzo en tonelaje neto se obtuvo la captura por unidad de esfuerzo.

De la información de la captura por unidad de esfuerzo agrupados en períodos anuales se obtuvo el valor del coeficiente de mortalidad total (Z) y junto con el esfuerzo (f) se aplicaron los métodos de Paloheimo (1958) y el de Beverton y Holt (Gulland, 1971). Para poder estimar el valor de la mortalidad natural (M) y el coeficiente de capturarabilidad (q) en los dos métodos se realiza una regresión simple.

El método de Paloheimo (1958) como lo indica la siguiente ecuación:

$$\bar{Z} = M + q \cdot \bar{f}$$

Donde: \bar{Z} = mortalidad total media

$$\bar{f} = \text{esfuerzo promedio; } \frac{f_1 + f_2}{2}$$

El método de Beverton y Holt (Gulland, 1971) como se muestra en la ecuación siguiente:

$$Z = M + q \cdot f$$

Donde: Z = mortalidad total

f = esfuerzo total

También se calculó el coeficiente de mortalidad total utilizando los datos de capturas mensuales según lo describe el método de Jackson (Nelson, 1981) como lo indica la siguiente ecuación:

$$Z = \text{Ln.} \left[\frac{(C_{i+1} + C_{i+2} + \dots + C_{i+n})_2}{(C_i + C_{i+1} + \dots + C_{i+n-1})_1} \right]$$

Donde: C = capturas mensuales
 1 = temporada t
 2 = temporada t+1

La mortalidad total obtenida de esta forma se aplico a los modelos de Paloheimo y Beverton y Holt descritos anteriormente.

La tasa de supervivencia (S) se determinó según Ricker (1975) como lo indica la siguiente relación:

$$S = e^{-z}$$

Donde: e = base de los logaritmos naturales
 z = coeficiente de mortalidad total

Para determinar la mortalidad por pesca (F) se multiplica el esfuerzo (f) por la capturabilidad (q) según Ricker (Op cit).

$$F = q \cdot f$$

TAMAÑO DE LA POBLACION CAPTURABLE:

A partir de los datos de la captura por unidad de esfuerzo, se estimó el tamaño de la población capturable (Nc) con la modificación propuesta por Ricker (1975) a los métodos de Leslie y de DeLury.

El método de Leslie se realizó mediante una regresión simple como lo indica la ecuación siguiente .

$$C.P.U.E = q.N_c - q.K_t$$

Donde: $q.N_c$ = ordenada al origen = a

q = pendiente

K_t = captura acumulada

Por lo que la población capturable se obtiene de la siguiente manera:

$$N_c = \frac{a}{|q|}$$

El método de Delury se realizó mediante una regresión exponencial como lo describe la ecuación siguiente.

$$C.P.U.E = q.N_c.e^{-q.E_t}$$

Donde: $q.N_c$ = ordenada al origen = a

q = pendiente

E_t = esfuerzo acumulado

El tamaño de la población capturable está dada por la siguiente ecuación:

$$N_c = \frac{a}{|q|}$$

Con el método de Doi [1975] para obtener el tamaño de la población capturable, primero se obtuvo la tasa de explotación (E) dada por la siguiente relación.

$$E = \frac{F}{M + F} (1 - e^{-(M + F)})$$

Posteriormente se calculó el tamaño de la población capturable.

$$N_c = \frac{C}{E}$$

Donde: C = captura en toneladas o en número de individuos

E = tasa de explotación

RENDIMIENTO:

Contando con los datos de la C.P.U.E y del esfuerzo, agrupados en periodos anuales, se aplicaron: el modelo de --- Schaefer (1954); el de Fox (Ricker, 1975) y la modificación propuesta por Walter (1975) al modelo de Schaefer.

Para el modelo de Schaefer (1954), se realizó una regresión simple como lo indica la ecuación siguiente .

$$C.P.U.E = u_{\infty} - b.f$$

Donde:

u_{∞} = captura por unidad de esfuerzo máxima = a

b = pendiente

La ecuación para obtener el rendimiento máximo sostenible ($Y_{\text{máx}}$) es.

$$Y_e = U_{\infty} \cdot \delta - b \cdot \delta^2$$

Donde:

Y_e = captura en equilibrio

δ = esfuerzo

Por lo que el esfuerzo óptimo está dado por;

$$\delta_{\text{opt}} = \frac{U_{\infty}}{2b}$$

El rendimiento máximo sostenible está dado por;

$$Y_{\text{máx}} = \frac{U_{\infty}^2}{4b}$$

La c.p.u.e óptima se obtiene de la siguiente manera:

$$U_{\text{opt}} = U_{\infty} / 2$$

El modelo propuesto por Fox [Ricker, 1975] es exponencial su regresión como lo indica la relación siguiente.

$$\text{C.P.U.E} = U_{\infty} \cdot e^{-b \cdot \delta}$$

Donde: U_{∞} = ordenada al origen = C.P.U.E_{máx} = a

b = pendiente

La ecuación para obtener el rendimiento máximo sostenible está dada por .

$$Y_e = U_{\infty} \cdot \delta \cdot e^{-b \cdot \delta}$$

Donde: y_e = captura en equilibrio
 f = esfuerzo

Por lo que el esfuerzo óptimo está dado por:

$$f_{opt} = 1/b$$

El rendimiento máximo sostenible está dado por:

$$y_{máx} = u_{\infty} / b \cdot e$$

La c.p.u.e óptima se obtiene de la siguiente manera.

$$u_{opt} = u_{\infty} / e$$

La modificación propuesta por Walter (1975) es un procedimiento en el cual incorpora una corrección al valor de la c.p.u.e. la siguiente ecuación dada en términos de capturas y esfuerzos nos da la c.p.u.e corregida.

$$u_e = u_i + \alpha \frac{\Delta u_i}{u_i}$$

Donde: u_e = captura por unidad de esfuerzo en equilibrio
 Δu_i = cambio en la captura por unidad de esfuerzo
 α = valor obtenido por iteración
 $\alpha \frac{\Delta u_i}{u_i}$ = factor de corrección

donde los cambios de las temporadas está dado por la siguiente ecuación dada por Schaefer (1954 y 1957).

$$\Delta u_i = \frac{\bar{u}_{i+1} - \bar{u}_{i-1}}{2}$$

El valor de alpha (α) obtenido por medio de procesos de iteración se da por la siguiente ecuación.

$$u_e = u_{i+1} \left(1 + \frac{\Delta u_i}{e^{\alpha u_{i+1}} \cdot u_i - u_{i+1}} \right)$$

RENDIMIENTO POR RECLUTA:

Se utilizó el método propuesto por Beverton y Holt (Ricker, 1975).

$$Y/R = F \cdot \text{No.} \cdot w_{\infty} \cdot e^{-M(r)} \left[\frac{1}{Z} - \frac{3e^{-Kr}}{Z+K} - \frac{3e^{-2Kr}}{Z+2K} - \frac{e^{-3Kr}}{Z+3K} \right]$$

Para este modelo se requiere tener los siguientes parámetros.

- F = mortalidad por pesca
- w_{∞} = peso máximo asimptótico
- M = mortalidad natural
- K = tasa de crecimiento individual
- t_r = edad de reclutamiento
- t_0 = edad a la cual la longitud es cero
- $r = t_r - t_0$

RESULTADOS:

PRODUCCION: En la figura No. 1 se observa la variación anual de la captura y del esfuerzo aplicado el cual está dado en número de viajes, este último va ascendiendo lentamente hasta la temporada 75-76 mientras que la captura tuvo un ascenso ligero para después caer. En la temporada 76-77 ocurre lo inverso ya que el esfuerzo decae y la captura aumenta, pero a partir de esta temporada el esfuerzo vuelve a aumentar hasta un punto máximo en la temporada 80-81 que es de 7,136 viajes hechos por la flota sardinera pero obteniéndose una captura de solamente 23,871 toneladas la cual es baja, pero para la temporada 81-82 la captura aumenta hasta 42,025 toneladas con un esfuerzo de 5,455 viajes, a partir de esta temporada el esfuerzo y la captura aumentan de manera proporcional hasta la temporada 83-84 con un esfuerzo aplicado de 6,548 viajes y una captura de 52,133 toneladas (Tabla No. 5).

Ahora en la figura No. 2 el esfuerzo en tonelaje neto podemos observar que a partir de la temporada 73-74 el esfuerzo va ascendiendo constantemente sin tener variaciones pronunciadas hasta la temporada 83-84. Mientras que la captura presenta dos caídas, la primera es en la temporada 75-76 y la otra es en la 77-78 para que después aumente paulatinamente tal y como aumenta el esfuerzo, presentándose para la última temporada (83-84) un esfuerzo de 12,334 tonelaje neto y una captura de 52,133 toneladas (tabla No. 5).

Ahora con respecto a la C.P.U.E. [captura por unidad de esfuerzo] se puede observar en la figura No. 3 la variación anual y el esfuerzo aplicado (en número de viajes) como puede verse la C.P.U.E. en la temporada 74-75, aumenta en la medida en que aumenta el esfuerzo, pero este último sigue aumentando en la temporada 75-76, pero la C.P.U.E. decae

para esta temporada; para la siguiente temporada (76-77) aumenta en un punto máximo con un valor de 15,2292 tons./viaje, mientras que el esfuerzo desciende a 1,728 viajes.

La captura por unidad de esfuerzo y el esfuerzo se mantienen constantes desde la temporada 76-77 hasta la temporada 79-80, pero en la temporada 80-81 ocurre totalmente lo inverso a lo ocurrido en la temporada 76-77, ya que aumentó el esfuerzo a un punto máximo cuyo valor es de 7,136 viajes y una C.P.U.E. de 3,3452 tons./viajes . Para la temporada 81-82 la C.P.U.E. aumentó a 7,7039 tons./viaje y el esfuerzo descendió a 5,455 viajes; a partir de esta temporada el esfuerzo va aumentando ligeramente hasta la temporada 83-84 con un valor de 6,548 viajes y con una C.P.U.E. cuyo valor es de 7,9617 tons./viaje (tabla No. 5).

Ahora bien, en la figura No. 4 puede observarse el esfuerzo dado en tonelaje neto que presenta un aumento continuo por lo que el valor para la temporada 76-77 es de 3,102 tonelaje neto y una C.P.U.E. máxima de 8,4836 tons./t. neto. La captura por unidad de esfuerzo presenta una caída constante a partir de la temporada 77-78 hasta la temporada 80-81, como el esfuerzo tiende a un aumento constante llega a tener un valor de 12,334 tonelaje neto y una C.P.U.E. de 4,2265 tons./t. neto (tabla No. 5).

MORTALIDAD: En la tabla No. 5 se puede observar los coeficientes de mortalidad total desde la temporada 73-74 a la 82-83.

Posteriormente se obtuvo la mortalidad natural y la capturabilidad cuyos resultados se mancomunaron obteniéndose valores de $M = 0.3519$ y de $M = 0.3464$ y para $q = 0.0001791$ y de $q = 0.00009175$ (tabla No. 4). (Ver apéndice, apartados 1 y 5).

La mortalidad total [$Z=1.5246$ y $Z=1.4780$], la mortalidad por pesca [$F=1.1627$ y $F=1.1316$] y la tasa de supervivencia para la temporada 83-84 se muestran en la tabla No. 5, donde se puede observar que la utilización de los dos niveles diferentes de esfuerzo no afectó de manera significativa a los parámetros arriba mencionados, esto es que los valores obtenidos con los dos diferentes esfuerzos no tuvieron diferencias significativas.

TAMAÑO DE LA POBLACIÓN CAPTURABLE: En la tabla No. 6 se encuentran agrupados mensualmente las capturas [en No. de individuos] esfuerzo aplicado [en número de viajes y tonelaje neto] y la captura por unidad de esfuerzo [C.P.U.E.].

La población capturable por el método de Leslie tuvo un valor de 636,469,499 individuos y de 480,510,878 individuos y por el método de De Lury fue de 759,879,499 ind. y de 499,234,426 ind., los cuales también se muestran en la tabla número 7 presentándose diferencias significativas en el tamaño de la población capturable entre los esfuerzos utilizados [Ver apéndice, apartado No. 2].

En cambio el método de Doi no presentó diferencias significativas, ya que el tamaño de la población utilizando como unidad de esfuerzo el número de viajes, fue de 780,481,321 ind. y con el esfuerzo dado en tonelaje neto fue de 794,611,863 ind.

RENDIMIENTO; DIAGNÓSTIC DE LA PESQUERIA: Utilizando como unidad de esfuerzo el número de viajes el rendimiento máximo sostenible con el modelo de Schaefer fue de 49,943 toneladas y con el de Fox fue de 50,956 tons., valores muy parecidos entre sí. En cuanto al esfuerzo óptimo se obtuvo con Schaefer un valor de 10,375 viajes y con Fox fue de 14,493 viajes, este va-

lor es ligeramente alto con respecto al anterior [figuras No. 5 y 12].

Cuando se utilizó en tonelaje neto como unidad de esfuerzo, el rendimiento máximo sostenible con Schaefer fue de 44,149 tons., mientras que con Fox fue de 55,577 tons. Mientras que el esfuerzo óptimo fue de 14,711 tonelaje neto y con Fox fue de 26,758 t. neto [figuras No. 6 y 13].

La modificación hecha por Walter al modelo de Schaefer fue el que mejor se ajustó a la pesquería de la sardina crinuda, ya que se obtuvieron valores del rendimiento máximo sostenible de 51,973 tons. [esfuerzo en número de viajes] y de 52,083 tons. [esfuerzo en tonelaje neto]. Estos valores son muy parecidos a la última captura obtenida por la flota sardinera.

El esfuerzo óptimo fue respectivamente de 10,705 viajes y de 15,998 tonelaje neto como se observa en la tabla No. 8 [figuras No. 6 y 8].

RENDIMIENTO POR RECLUTA: Para poder utilizar el método de Beverton y Holt, los parámetros como la tasa de crecimiento individual (K), peso máximo (W_{∞}), la edad del pez cuando su longitud es cero (t_0) fueron proporcionados en comunicación personal por Avendaño, así como también la clave edad talla.

Utilizando esta clave se obtuvo la estructura por edades [tabla No. 9] para así poder obtener la edad media de reclutamiento siendo para la sardina de tres años, según el método de Allen [ver la figura No. 9].

Obtenidos estos parámetros se obtuvo el rendimiento por recluta con el cual se elaboraron las gráficas de isollneas (figuras No. 10 y 11) donde nos indica que en condiciones óptimas se necesita reducir la mortalidad por pesca de 1.1727 a 0.7 lo cual nos indica que se tiene que reducir el esfuerzo aplicado de 6,548 a 3,909 viajes/temporada, para poder mantener la edad de reclutamiento de tres años y un rendimiento por recluta de 23 gramos (figura No. 10). Mientras que en la figura No. 11 el esfuerzo como el tonelaje neto de las embarcaciones la mortalidad por pesca se debe de reducir de 1.1316 a 0.7 lo cual equivale a 12,334 a 7,330 de tonelaje neto para que pueda mantenerse la edad de reclutamiento de tres años y el mismo rendimiento por recluta de 23 gramos.

DISCUSIÓN:

La tendencia general de la pesquería de la sardina crinuda a partir de la temporada 73-74 es de forma ascendente, esto se puede observar en la figura No. 1 al aumentar el esfuerzo las capturas aumentan salvo en la temporada 76-77 donde el recurso fue más accesible a la flota sardínera ya que los 38 barcos existentes en esa temporada realizaron menos viajes por captura, es decir que por cada viaje obtenían una C.P.U.E. de 15,2292 tons./viaje como se observa en la figura No. 3 donde es el punto máximo de la C.P.U.E. en la pesquería. Esto según Molina (en prensa) se debe a que la producción primaria como es el zooplankton abunda cerca del litoral, por lo que el stock capturable de la sardina crinuda, es abundante en las proximidades de los litorales y también contribuye a esto la disminución del stock de la sardina monterrey.

Otro punto importante es el de la temporada 80-81 donde se llega a alcanzar un punto máximo del esfuerzo aplicado (figura No. 1); en esta temporada la cantidad de barcos fue de 59 con un esfuerzo de 7,136 viajes pero con una captura de 23,871 tons., la cual es baja con respecto al esfuerzo que se aplicó. Esto probablemente es debido a que las migraciones de la sardina crinuda son intensas y variables, según el momento y la intensidad de ocurrencia de los vientos del norte, que propician que el recurso quede más o menos accesible al radio de acción de la flota sardínera (Molina *et al*, 1984).

Esto mismo es planteado por Schaefer (1957) que afirma que las variaciones ambientales pueden afectar el comportamiento de los peces, con el resultado de su accesibilidad a las artes de pesca pueda aumentar o disminuir. Mientras que la c.p.u.e. para esta temporada (80-81) fue de 3.3452

tons./viaje si tomamos en cuenta el criterio de que la c.p.u.e es un índice de la abundancia, podemos decir que esta especie no es muy abundante en esta temporada y por lo tanto se aplicó un esfuerzo intenso sobre el recurso.

Ahora por lo que respecta al tonelaje neto se observa en la figura No. 2 que a partir de la temporada 73-74 hasta la 83-84 presenta un aumento en forma constante, pero en las temporadas 73-74, 74-75 y 76-77 el esfuerzo que se empleó fue menor con respecto a las capturas obtenidas en estas temporadas, mientras que la C.P.U.E fue alta con respecto al esfuerzo empleado (figura No. 4). Esto es probablemente debido a que el recurso abundó cerca de los litorales por lo que éste, está más accesible a la flota la cual en esas temporadas tenía poca autonomía y la intensidad de pesca es baja, esto se refleja en la c.p.u.e. (Molina, et al, 1984).

Podemos observar en las figuras No. 2 y 4, que a partir de la temporada 77-78 hasta la 83-84, la c.p.u.e decae probablemente debido a una intensidad de pesca mayor que el tamaño del stock capturable (Molina, Op cit).

Para la temporada 83-84 la flota pesquera ya cuenta con 74 barcos, pero obteniendo capturas bajas, comprándolas con el esfuerzo aplicado (en número de viajes y tonelaje neto). En las figuras No. 1, 2, 3 y 4 se puede observar que el esfuerzo es mayor a la captura y c.p.u.e. Las capturas se han mantenido en un nivel casi constante en las dos últimas temporadas probablemente debido a que las condiciones oceanográficas y ambientales han sido casi constantes (Boletines de Pesca, 1983-1984).

Pasando a la mortalidad natural para la sardina crinuda, utilizando los dos niveles de esfuerzo (viajes y t. - neto) tuvo un valor de $M=0.3519$ y de $M=0.3464$ respectivamente (tabla No. 4), estos valores son parecidos a los que da Murphy (1966) $M=0.40$ Este mismo autor menciona que Sillinan obtuvo mortalidades semejantes con los valores de $M=0.34$ y de $M=0.42$ para los años de 1937 a 1945, y Yamanaka en 1960 calculó valores de la mortalidad natural cuyos índices oscilaron entre $M=0.34$ a $M=0.40$; también Holt en este mismo año obtuvo valores de $M=0.20$ a $M=0.40$.

Más recientemente Arroyo (1979) calculó la mortalidad natural con un valor de $M=0.3230$ para la sardina crinuda del área de Tumaco (Colombia). Como se puede observar los valores de la mortalidad natural para esta sardina se encuentran dentro de estos intervalos obtenidos por los investigadores, ya mencionados, por lo tanto se consideran aceptables.

La mortalidad total para la última temporada obtuvo valores altos ($Z=1.5246$ y $Z=1.4780$) la cual está afectada directamente por la intensidad de pesca ($f=6,548$ y $f=12,334$) que va en constante aumento, como lo dicen Nelson y Pierre (1982) que la flota sardinera va creciendo en forma exponencial y por lo tanto se aplica una mayor intensidad de pesca, en las áreas de pesca. Arroyo (1979) obtuvo el valor de la mortalidad total ($Z=1.1113$) el cual es menor al que se obtuvo en este trabajo, la diferencia puede radicar en la intensidad de pesca aplicada a la pesquería (tabla No. 5).

Obtenida la mortalidad total se estimó directamente la tasa de supervivencia que fue de $S=0.2177$ y $S=0.2281$ (tabla No. 5) las cuales nos dicen que anualmente se obtiene una supervivencia de 21.77% y 22.81% la cual está afectada por la mortalidad por pesca principalmente, pero también influye la-

mortalidad natural. Estos valores de la supervivencia son bajos comparandolos con los obtenidos por Murphy (1966), que fueron para el periodo de 1925 a 1932 de 0.60 y para 1937 a - 1945 con un valor de 0.3595. También Arroyo (1979) obtuvo un valor de 0.3286; con esto podemos suponer que al stock de la sardina crinuda se le está sometiendo a una intensidad de pesca alta.

Por lo que respecta al tamaño de la población capturable que se obtuvo mediante los métodos de Leslie y Delury - (tabla No. 7) empleando las dos unidades de esfuerzo diferentes, se puede considerar que no son adecuados para emplearse en pesquerías marinas a pesar de que la c.p.u.e se redujo significativamente conforme pasa el tiempo; al respecto, Ricker ---- (1975) dice que los esfuerzos deben de mantenerse constantes y que las capturas son significativamente grandes de tal forma que la población disminuya significativamente cosa que no sucede, ya que el esfuerzo varía constantemente y las capturas probablemente no son lo suficientemente grandes como para que decaiga el tamaño de la población capturable, ya que el recurso según Sokolov (1973) se presentan inmensos cardámenes de sardina crinuda en el Golfo de California. En relación a lo anterior, Doi (1975) opina que estos métodos son aplicables a estanques en donde se puede tomar en cuenta que la captura total es casi igual al tamaño de la población, pero estos no son útiles a pesquerías marinas ya que no toman en cuenta a la mortalidad natural, el reclutamiento y las migraciones.

Por lo dicho anteriormente Doi (Op cit) propone que primero se obtenga la tasa de explotación, también sugiere que el óptimo de explotación debe de ser del 50% ($E = 0.5$). El valor obtenido de la tasa de explotación para la sardina crinuda es de $E = 0.6017$ (esfuerzo dado en número de viajes) y

de $E=0.5910$ [esfuerzo dado en tonelaje neto], los cuales nos indican que se está explotando el 60.17% y 59.10% de la población capturable; como se puede observar a pesar de que se utilizan dos diferentes unidades de esfuerzo las diferencias de las tasas de explotación no son significativas. También con lo que este mismo autor sugiere, los valores de la tasa de explotación de la sardina crinuda nos indican que esta población de sardina está ligeramente sobreexplotada. El tamaño de la población capturable con el método de Doi (Op cit) fue el que mejor se adaptó a esta pesquería (tabla No. 7).

Por lo que respecta al rendimiento máximo sostenible los resultados se pueden observar en la tabla No. 8.

Por el método de Schaefer los resultados nos indican que la pesquería se encuentra en un nivel próximo al óptimo de explotación en los dos niveles de esfuerzo utilizados (figura No. 5 y 7), mientras que con el método de Fox utilizando el esfuerzo en número de viajes nos indica que la pesquería se encuentra próximo al óptimo de explotación. Con el esfuerzo en tonelaje neto nos indica que la pesquería se encuentra ligeramente sobreexplotada (figuras No. 12 y 13). Hay que tomar en cuenta que estos modelos consideran a la población en un estado de equilibrio y lo cual es muy difícil de encontrar en la realidad; a este respecto Schaefer (1957) dice que en la realidad las pesquerías muy rara vez se hallan en estados de equilibrio constantes, de modo que debemos enfrentarnos con fases transitorias. Por lo que al respecto, Walter (1975) desarrolló un procedimiento en el cual incorpora una corrección al valor de la c.p.u.e. en una cantidad correspondiente a la magnitud del desequilibrio, con este procedimiento las capturas máximas de equilibrio para cada nivel de esfuerzo aplicado (dado en número de viajes y t. neto)

es de 51,973 toneladas y de 52,083 toneladas respectivamente, las cuales resultaron ser los valores más próximos al óptimo de explotación obtenida en la última temporada que fue de - 52,133 toneladas. Para poder obtener estos rendimientos, se debe de aplicar un esfuerzo equivalente a 10,705 viajes y de 15,998 tonelaje neto (figuras No. 6 y 8). Este modelo es el que mejor se ajusta a la pesquería de la sardina crinuda O. Libertate, se encuentra en un nivel próximo al óptimo de equilibrio. Estos resultados fueron altos en comparación por los obtenidos por Stevenson y Carranza (1981) cuyos resultados fueron $y = 6,430$ toneladas, con un esfuerzo de $f = 1,096$ días, estas diferencias probablemente son debidas al poder de pesca de la flota sardinera de Costa Rica y la de Guaymas, Sonora, esto es basándonos en el rendimiento máximo sostenible que nos indica que el poder de pesca de la flota de Guaymas, es mayor, pero también tiene que ver el tamaño del stock capturable en las dos regiones. Para obtener el rendimiento por recluta por medio del modelo de Beverton y Holt (Ricker, - 1975) se utilizo cada clase de edad, desde la primera captura hasta la edad máxima en la pesquería capturada. Dado que el modelo por conveniencia establece estas relaciones prescindiendo de la elevada variabilidad del reclutamiento, conserva su validez dentro de los límites del reclutamiento constante. Al respecto Gulland (1983) dice que el calcular el rendimiento por recluta es más fácil que el calcular el rendimiento total, por lo menos muchas veces da buena información. Por lo que el rendimiento por recluta se observa en las figuras No. 10 y 11; en la figura número 10 se observa que en las condiciones actuales el rendimiento por recluta es de 24 gramos a la edad de reclutamiento de 3 años, aplicándose una mortalidad por pesca de 1.1727 equivalente a un esfuerzo de 6,548 viajes. Para poder obtener rendimientos por recluta óptimos de 23 gramos en la misma edad de reclutamiento ($tr = 3$ años) se debe de disminuir la mortalidad por pesca a $F = 0.7$ equi-

valente a 3,909 viajes. La figura No. 11 también nos muestra el rendimiento por recluta, pero el esfuerzo está dado en tonelaje neto, para las condiciones actuales la edad de reclutamiento es de 3 años, aplicándose una mortalidad por pesca de 1.1316 equivalente a 12,334 tonelaje neto con un rendimiento por recluta de 24 gramos, para las condiciones óptimas se necesita reducir la mortalidad por pesca a $F = 0.7$ el equivalente en esfuerzo a 7,630 tonelaje neto y mantener la misma edad de reclutamiento.

Como se puede observar en las dos figuras no existen diferencias, pero según las dos figuras en las condiciones actuales y las óptimas, no es muy diferente el rendimiento por recluta ya que sólo es un gramo de diferencia entre las dos condiciones, por lo que el esfuerzo hasta ahora aplicado a la pesquería se podría mantener sin poner en peligro a la población, pero en cuanto a uso práctico es un gran desperdicio de barcos ya que si se reduce el número de éstos y/o que se aplique menos esfuerzo a la pesquería, se obtendría un rendimiento por recluta de 23 gramos.

CONCLUSIONES:

El crecimiento de la pesquería de la sardina crinuda Opisthonema libertate, va en constante aumento debido a la demanda que se tiene por este recurso a nivel nacional.

El valor obtenido de la mortalidad natural para la sardina crinuda es de $M = 0.3519$ (en número de viajes) y de $M = 0.3464$ (en tonelaje neto), los cuales son los adecuados para este recurso.

La mortalidad total ($Z = 1.5246$ y $Z = 1.4750$) para la población de la sardina crinuda es alta y está determinada en gran medida por la mortalidad por pesca ($F = 1.1627$ y $F = 1.1316$) y en menor magnitud por la mortalidad natural.

La tasa de explotación ($E = 0.6017$ y $E = 0.5910$) nos indica que se está ligeramente sobreexplotando al recurso sardinero, y esta influenciada por la mortalidad por pesca.

En condiciones óptimas se puede obtener un rendimiento máximo sostenible para la flota de Guaymas, Sonora, que oscila de $Y_c = 51,943$ toneladas a $Y_c = 52,083$ toneladas al año. Esto es que la pesquería de la sardina crinuda Opisthonema libertate, se encuentra en un nivel cercano al óptimo de equilibrio.

El rendimiento por recluta óptimo, se da a una edad de reclutamiento de tres años ($t_R = 3$ años) y una intensidad de pesca de $F = 0.7$.

RECOMENDACIONES:

Deben de intensificarse los estudios sobre los aspectos reproductivos de Opisthonema libertate, así como desarrollo de los estadios larvarios, pues dicha información es fundamental para el desarrollo de la pesquería.

Que se realicen análisis conjuntos con otras especies debido a que esta variedad compite con otras especies en su medio natural.

Que se cuente con un sistema de registro bien organizado para obtener una mejor información (tanto en cantidad como en calidad de los datos) de la tendencia histórica y el esfuerzo.

Que los estudios oceanográficos y los cambios atmosféricos estén actualizados para que se relacionen con la abundancia de la sardina.

Que se tenga un mayor control de las embarcaciones que componen la flota sardinera: esto es, que se obtengan datos fidedignos del área donde se pesca, duración del lance por barco, qué especie se está capturando realmente y también la capacidad de acarreo por barco (esto se puede realizar con el sistema de registro).

APENDICE:

Esfuerzo en número de viajes.

1) Métodos de Paloheimo y Beverton y Holt:

Dado que se utilizaron estos dos métodos para obtener la mortalidad natural (M) y el coeficiente de capturabilidad (q) se aplicó un análisis de covariancia para saber si existe diferencia entre los resultados de los dos métodos:

Método	r	M	q
Paloheimo	0.89	0.4945	0.0000912
Beverton y Holt	0.93	0.2093	0.0002670

Dado que los resultados son diferentes se procedió a compararlos estadísticamente como sigue:

Fuente de variación	g.L	S.C	C.M	F
Variación entre regresiones.	1	0.06286	0.06286	3.23
Variación dentro de c/regresión.	5	0.03895	0.01946	

$$F_t^{0.05} = 5.79$$

$$F_c^{0.05} = 3.23$$

$$H_0 = q_1 \approx q_2$$

$$H_a = q_1 \neq q_2$$

Dado que $F_c < F_t$ (0.05), se acepta la hipótesis nula. Por lo tanto estadísticamente no existen diferencias significativas entre las pendientes y se pueden mancomunar (tabla No. 4).

2) Métodos de Leslie y Delury:

Los parámetros de las regresiones de cada método son:

a = ordenada al origen

q = pendiente

Esfuerzo en número de viajes			
Método	r	a	q
Leslie	-0.97	150,276.8029	0.0002361
Delury	-0.97	209,571.5770	0.0002758

Esfuerzo en tonelaje neto			
Método	r	a	q
Leslie	-0.97	127,047.0761	0.0002644
Delury	-0.96	122,112.7406	0.0002446

3) Modelos de rendimiento:

Constantes de los modelos de producción excedente - (de cada regresión).

Esfuerzo en número de viajes			
Schaefer	Walter	Fox	Ctes.
9.627768	9.709696	9.557416	a
0.000464	0.000454	0.000069	b
0.3710	0.4051	0.3860	$-r$

Esfuerzo en tonelaje neto			
Schaefer	Walter	Fox	Ctes
6.0021	6.5112	5.6459	a
0.0002040	0.0002035	0.00003737	b
0.4875	0.4895	0.4569	-r

4) Constantes de Von Bertalanffy (los valores fueron proporcionados por Avendaño Delgado H., en comunicación personal).

Para ambos sexos:

$$K = 0.4950$$

$$W_{\infty} = 155.4 \text{ gr.}$$

$$-t_0 = -0.4381$$

5) Métodos de Paloheimo y Beverton y Holt (utilizando las mortalidades obtenidas mediante el método de Jackson).

Esfuerzo en tonelaje neto

Se obtuvo la mortalidad natural y capturabilidad; - los resultados se mancomunaron sin pruebas estadísticas, ya que a simple vista no hay diferencias significativas.

Método	r	M	q
Paloheimo	0.98	0.3399	0.00009142
Beverton y Holt	0.98	0.3529	0.00009208

BIBLIOGRAFIA:

1. Arroyo, Q. 1979. Aspectos Biológicos y dinámicos en Opis-
thonema sp. Inv. Pesq. 43(1): 291-300.
2. Berry, F. H y E. I. Barret. 1963. Gillraker analysis and
speciation in the Thread Herring Genus -
Opisthonema sp. Inter-Amer. Trop. Tuna.
Comm. Bull. 7(2): 154-190.
3. Boletín del Programa de sardina No. 1-7. año. 1983-1984.
Secretaría de Pesca.
4. Comas, V. L. 1976. Algunos aspectos Biológico pesqueros de
la sardina crinuda (Opisthonema libertate,
Gunther, 1868) en Guaymas, Sonora.
México. U.N.A.M/CIENCIAS Tesis.
5. Doi, T. 1975. Análisis matemático de poblaciones pesqueras
Compendio para uso práctico. Inst. Nat. -
Pesca. S. I.
6. F.A.O. 1980. The collection of catch and effort statistics.
F.A.O FISH. CIRCULAR. No. 730.
7. García, C. I. 1978. Determinación de la edad y ritmo de
crecimiento de la sardina crinuda (Opis-
thonema libertate, Gunther, 1868) en la
región de Guaymas, Sonora, México. 1974-
1975. U.N.A.M/CIENCIAS Tesis.

8. Gil, H.R. 1982. Censo larvario y biomasa reproductora de la sardina crinuda (*Opisthonema libertate*, Gunther, 1868) en el Golfo de California, verano de 1977. México. U.N.A.M/ E.N.E.P. Iztacala Tesis.

9. Gulland, J. A. 1971. Manual de métodos para la evaluación de peces.
Acribia. F.A.O. 164 p.

10. Gulland, J. A. 1983. ¿ El por qué de la evaluación de poblaciones ?.
F.A.O CIRCULAR. PESCA. No. 759: 26p.

11. Jensen, A. L. 1973. Relation between simple dynamic pool and surplus production models for yield from a fishery.
J. Fish. Board. Can. 30: 998-1002.

12. Kasuga, E. y E. Castellanos. 1976. Normalización del esfuerzo de pesca de las embarcaciones ceñuqueras de anchoveta.
Mem. del Iex. Sim. Nal. de recursos pesqueros masivos de México. Tomo II: 203 - 221.

13. Margaleff, R. 1979. Ecología. Omega. España.

14. Molina, V. D. et al. 1984. Análisis biológico pesquero de la pesquería de la sardina en el puerto de Guaymas, Sonora.
SEPECA/Inst. Nal. Pesca.

15. Molina, V. D. (en prensa). Posibles impactos de los - cambios ambientales sobre los recursos sardineros del noroeste.
SEPESCA/Inst. Nal. Pesca.
16. Murphy, G. I. 1966. Population biology of the Pacific sardine (Sardinops sagax caerulea)
Proceeding Ca. Acad. Sci. 34(1): 1-84.
17. Murphy, G. I. 1967. Vital statistics of the Pacific sardine (Sardinops caerulea) and the population consequences.
Ecology. 48(5): 731-736.
18. Murphy, G. I. 1977. Characteristics of clupeoids. In J. A. Gulland (ed) Fish population dynamics. -- 283- 308 p.
19. Nelson, E. 1981. Estimación de parámetros poblacionales. Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. 1ra. parte.
20. Nelson, E. y J. Picaxe. 1982. Estructura, eficiencia y producción de la flota sardinera de Guaymas, Sonora. Rep. CICIMAR 1ra parte. 1-34p.
21. Paez, B. 1976. Desarrollo gonadal, madurez, desove y fecundidad de la sardina crinuda Opisthonema libertate (Gunther) de la zona de Mazatlán basados en el análisis histológico de la gónada. Mem. Simp. sobre recursos pesqueros masivos de México. Ensenada B. C del 28 al 30 de Septiembre de 1976. 207-255 p.

22. Paloheimo, J. E. 1958. A method of estimating natural and fishing mortalities. J. Fish. Res. Board. Can. 15(4): 749-758.
23. Peterson, C. L. 1956. Observation on the taxonomy biology and ecology of the engraulide and clupeid fishes in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. Inter - Amer. Trop. Tuna. Comm. Bull. 1: 137-280 p.
24. Ravinovich, J. E. 1982. Introducción a la ecología de poblaciones animales. CECSA, México.
25. Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Dep. Env. Fish. Mar. Serv. Bull. Fish. - Res. Board. Can. (191).
26. Rulz, D. 1978. Recursos pesqueros de las costas de México. Limusa, México.
27. Rulz, D. 1979. Descripción de la sardina del Pacífico. Téc. Pesq. 142: 23-27 p.
28. Schaefer, M. 1954. Some aspects of the dynamics of population important to the management of the commercial marine fisheries. Inter - Amer. Trop. Tuna. Comm. Bull. 1(2).
29. Schaefer, M. 1957. Un estudio de la dinámica de la pesquería de atún aleta amarilla en el Océano Pacífico Oriental tropical. Inter-Amer. Trop. Tuna. Comm. Bull. 2(6) 247-285 p.

30. Sevilla, M. 1983. Biología Pesquera. CECSA. México.
31. Sokal, R.R. y F. J. Rohlf. 1979. Biometría: Principios y métodos estadísticos de la investigación biológica. Blume, Madrid.
32. Sokolov, V. y M. Wong. 1973. Investigaciones efectuadas sobre peces pelágicos del Golfo de California (sardina, crinuda y anchoveta) en 1971. Inst. Nal. Pesca. S. I. México.

MAPA No. 1

DELIMITACION DE LAS REGIONES PESQUERAS EN EL
LITORAL DE LA REPUBLICA



CUADRO No. 1

UTILIZACION DE LA PRODUCCION PESQUERA
NACIONAL (Miles de Toneladas)

Años	Total	Comes- tibles	%	Indus- triales	%
1960	142.3	121.2	85.1	21.0	14.8
1961	155.7	135.2	86.8	23.8	15.3
1962	157.0	129.6	82.2	27.3	17.4
1963	181.0	154.5	85.4	26.5	14.6
1964	185.7	154.4	83.2	31.3	18.8
1965	187.9	161.4	85.9	20.4	14.1
1966	206.9	175.5	82.9	35.5	17.1
1967	233.4	197.6	84.7	35.8	15.3
1968	240.0	194.4	80.9	45.6	19.0
1969	231.9	185.8	80.2	46.1	19.8
1970	254.4	201.4	79.2	53.0	20.8
1971	285.6	232.1	81.2	53.6	18.7
1972	301.8	241.8	80.1	60.1	19.9
1973	358.0	260.1	74.8	89.9	25.1
1974	389.9	259.1	66.4	130.8	33.5
1975	451.3	283.5	65.0	157.8	34.9
1976	524.6	282.3	53.8	242.3	46.2
1977	561.9	278.4	49.5	283.5	50.4
1978	703.5	399.8	56.8	303.7	43.1
1979	805.6	462.7	54.3	387.9	45.6
1980	1058.6	560.9	52.9	497.7	47.0

FUENTE: Sevilla, M. (1983)

CUADRO No. 2
 PRODUCCION PESQUERA POR REGIONES DE MEXICO
 1971 a 1982

Regiones y Estados	Porcentaje del Total	
	Toneladas	Valor Comercial
I B. California. N. B. California. S.	34.7	10.9
II Sonora. Sinaloa. Nayarit.	31.6	32.8
III Colima. Michoacán. Jalisco.	1.2	2.0
IV Guerrero. Oaxaca. Chiapas.	4.2	5.4
V Tamaulipas. Veracruz.	12.9	19.26
VI Tabasco. Campeche. Yucatán. Q. Roo.	15.1	28.8
VII Coahuila. Chihuahua. Distrito Federal. Durango. Guanajuato. Puebla	0.19	0.2

FUENTE: Ruiz, D. [1978]; Sevilla, M. [1983].

TABLA No. 1

CATEGORIZACION POR TONELAJE NETO

Temporadas	11-32	33-55	56-77	78-100	101-122	123-145	146-167	168-190	192-212
73-74	1	10	7	4	2	1	1	-	-
74-75	1	12	16	4	1	-	2	-	-
75-76	1	11	17	4	2	1	2	-	-
76-77	-	9	17	5	2	3	1	-	-
77-78	-	6	13	8	-	3	15	1	-
79-80	-	1	9	6	2	4	31	-	-
80-81	-	4	8	8	2	4	26	-	3
81-82	1	4	8	6	1	3	25	-	3
82-83	1	2	8	5	1	3	25 <u>1/</u>	-	3 <u>1/</u>
83-84	-	3	8	6	1	3	28 <u>2/</u>	-	3 <u>1/</u>

FUENTES: Reportes del C.R.I.P de 1973 a 1983.

1/Boletines de la Secretaría de Pesca de 1983 a 1984.

2/Reporte del C.I.C.I.M.A.R de 1982 a 1983.

Registro de la flota sardinera del puerto de Guaymas, Sonora

Número de embarcaciones registradas por la Secretaría de Pesca por Tonelaje neto.

TABLA No. 4 (continuación)
 CATEGORIZACION POR TONELEJE NETO

TEMPORADAS	214-235	236-258	259-280	281-303	304-325	348	Total
73-74	-	-	-	-	-	-	26
74-75	-	-	-	-	-	-	36
75-76	-	-	-	-	-	-	38
76-77	-	-	-	-	-	1	38
77-78	-	-	-	-	-	-	46
79-80	-	-	-	-	-	2	55
80-81	2	-	-	1	1	1	59
81-82	10	-	1	3	2	1	68
82-83	13 <u>1/</u>	2 <u>1/</u>	1 <u>2/</u>	6 <u>2/</u>	-	1 <u>2/</u>	71
83-84	12 <u>1/</u>	2 <u>1/</u>	1 <u>1/</u>	5 <u>2/</u>	-	2 <u>1/</u>	74

Registro de la flota sardinera del puerto de Guaymas, Sonora, en número de embarcaciones registradas por la Secretaría de Pesca por Tonelaje neto.

TABLA No. 2
 ESFUERZO EFECTIVO ESTIMADA
 (T.N.R)

Temporadas	11-32	33-55	56-77	78-100	101-122	123-145	146-167	168-190	192-212
73-74	22	440	466	356	223	134	157	---	---
74-75	22	528	1064	356	112	---	314	---	---
75-76	22	484	1131	356	223	134	314	---	---
76-77	--	396	1131	445	223	402	157	---	---
77-78	--	264	865	712	---	402	2355	179	---
79-80	--	44	599	534	223	536	4867	---	---
80-81	--	176	532	712	223	536	4082	---	606
81-82	22	176	532	534	112	402	3925	---	606
82-83	22	88	532	445	112	402	3925	---	606
83-84	--	132	532	534	112	402	4396	---	606

Esfuerzo efectivo estimado en tonelaje neto (T.N.R) para la pesquería de la sardina crinuda Opisthonema Libertate, de Guaymas, Sonora.

TABLA No. 2a (continuación)
 ESFUERZO EFECTIVO ESTIMADO
 (T.N.R)

Temporadas	214-235	236-258	259-280	281-303	304-325	348	Total
73-74	----	----	----	----	----	---	1798
74-75	----	----	----	----	----	---	2396
75-76	----	----	----	----	----	---	2664
76-77	----	----	----	----	----	348	3102
77-78	----	----	----	----	----	---	4777
79-80	----	----	----	----	----	696	7499
80-81	450	----	----	296	315	348	8272
81-82	2250	----	270	876	630	348	10683
82-83	2925	494	270	1752	----	348	11921
83-84	2700	494	270	1460	----	696	12334

Esfuerzo efectivo estimado en tonelaje neto (T.N.R) para la pesquería de la sardina crinuda Opisthonema libertate, de Guaymas, Sonora.

TABLA No. 3

Temporadas	Esfuerzo (viajes)	C.P.U.E	Z ^{1/}	Esfuerzo (T. Neto)	C.P.U.E	Z ^{2/}
73-74	1386	7.4711		1798	5.7592	0.5406
74-75	1763	8.5649	0.7452	2396	6.3022	0.5930
75-76	2061	4.1926		2664	3.2436	0.5904
76-77	1728	15.2292	0.6062	3102	8.4836	0.6260
77-78	2519	8.3061		4777	4.3799	0.7092
79-80	2799	8.5098	0.9533	7499	3.1763	1.0682
80-81	7136	3.3452		8272	2.8858	1.2747
81-82	5455	7.7039		10683	3.9338	1.3266
82-83	6458	7.8925		11912	4.2789	1.4393

Nota: 1/ La mortalidad obtenida segun Paloheimo (1958).

2/ La mortalidad obtenida segun Jackson (Nelson, 1981).

Estadísticas del esfuerzo aplicado, captura por unidad de esfuerzo y la mortalidad total (Z), agrupados por temporadas, pertenecientes a la pesquería de la sardina crinuda Opisthonema libertate, de Guaymas, Sonora.

TABLA No. 4

ESFUERZO APLICADO	\bar{r}	\bar{M}	\bar{q}
Número de viajes	0.91	0.3519	0.0001791
Tonelaje neto	0.98	0.3464	0.0000918

Mortalidad natural y coeficiente de capturabilidad según Paloheimo y Beverton y Holt, de las temporadas 73-74 hasta la temporada 82-83.

TABLA No. 5

PARAMETROS	Esfuerzo N. Viajes	aplicado T. Neto
mortalidad por pesca	1.1627	1.1316
mortalidad total	1.5246	1.4780
sobrevivencia	0.2127	0.2281
captura	52,133	52,133
esfuerzo	6,548	12,334
c.p.u.e	7.9617	4.2268
tasa de explotación	0.6017	0.5910

Parámetros poblacionales calculados para la sardina crinuda *Opisthonema libertate*, en la temporada 83-84.

TABLA No. 6

MESES	CAPTURA (Nt)	VIAJES	C.P.U.E	T. NETO	C.P.U.E
Oct.	49,677,966	1241	40,031	508	97,790
Nov.	100,756,098	846	119,097	895	112,577
Dic.	74,569,005	712	104,732	1051	70,951
Ene.	79,432,099	792	100,293	1647	48,228
Feb.	51,575,421	676	76,295	1762	29,271
Mar.	55,095,913	920	59,887	1881	29,291
Abr.	41,986,475	831	50,525	1928	21,777
May.	16,522,634	530	31,175	2662	6,207

Capturas y esfuerzos mensuales utilizados para emplear los métodos de Leslie y Delury con el objeto de obtener el tamaño de la población capturable de la temporada 83-84.

TABLA No. 7

Esfuerzo	número de viajes	t. neto
Métodos	T. población capturable	T. población cap.
Leslie	636,469,499 ind	480,510,878 ind.
Delury	759,879,490 ind.	499,234,426 ind.
Doi	780,481,321 ind.	794,611,863 ind.

Tamaño de la población capturable (Nc) utilizando los tres métodos diferentes. Se observaron las diferencias entre un esfuerzo y otro.

TABLA No. 8

	número de viajes			tonelaje neto		
	Schaefer	Walter	Fox	Schaefer	Walter	Fox
Y_s	49,943	51,973	59,956	44,149	52,083	55,577
U_{opt}	10,375	10,705	14,493	14,711	15,998	26,758
u_{opt}	4.8139	4.8548	3.5160	3.5160	3.2556	2.0770

Datos estimados de la captura máxima (Y_s), esfuerzo óptimo y captura por unidad de esfuerzo (u_{opt}), obtenidos mediante los modelos de producción excedente en la temporada 83-84.

TABLA No. 9

Edad	Número de individuos
I	70,911,957.260
II	73,260,035.320
III	115,055,824.700
IV	85,000,425.590
V	82,652,347.540
VI	39,917,326.940
VII	2,817,693.666

Número de individuos pertenecientes a cada edad, obtenidos de la última captura [83-84] de la sardina crinuda Opisthonema libertate.

Gráfica de capturas y esfuerzo aplicado, de la sardina crinuda Opisthonema libertate, de la región de Guaymas, Sonora, (73 - 83)

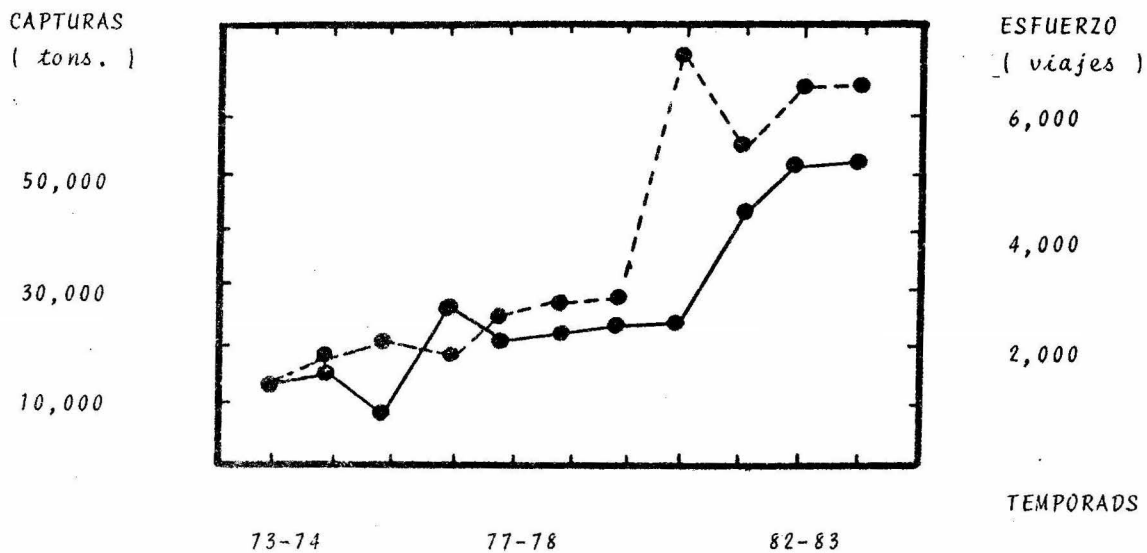


figura No. 1 variación anual de la captura total y el esfuerzo, el cual esta dado en número de viajes.

esfuerzo (- - - - -)

Gráfica de capturas y esfuerzo aplicado de la sardina crinuda Opisthonema libertate, de la región de Guaymas, Sonora. [73 - 83]

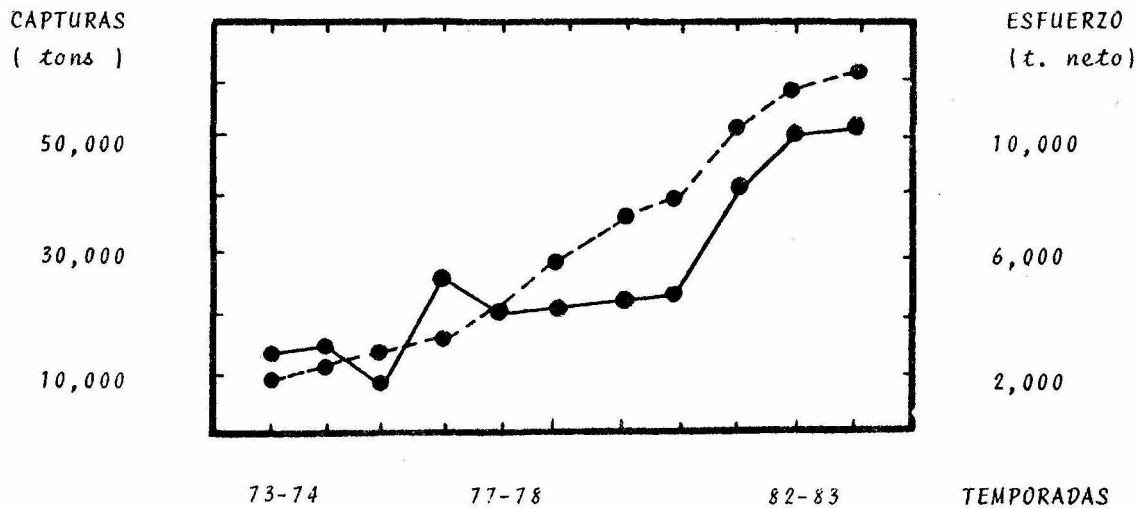


FIGURA No. 2 Variación anual de la captura total y el esfuerzo, dado en tonelaje neto.

esfuerzo (- - - - -)

Gráfica de esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo de la sardina crinuda Opisthonema libertate, de la región de Guaymas, Sonora. (73-83)

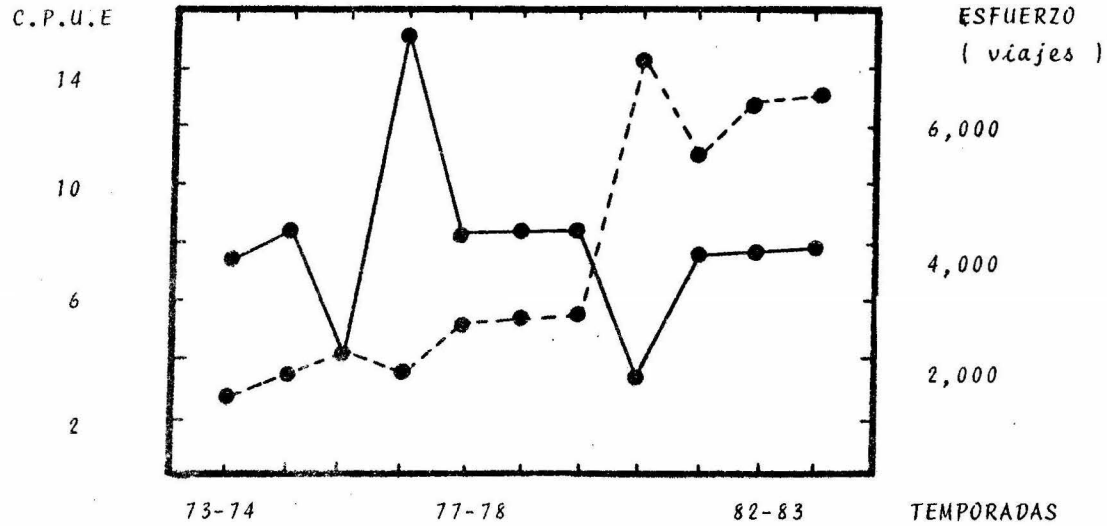


FIGURA No. 3 Variación anual de la c.p.u.e y el esfuerzo, dado en número de viajes.

esfuerzo (- - - - -)

Gráfica de esfuerzo y la captura por unidad de esfuerzo de la sardina crinuda Opisthonema libertate, de Guaymas, Sonora. (73 - 83)

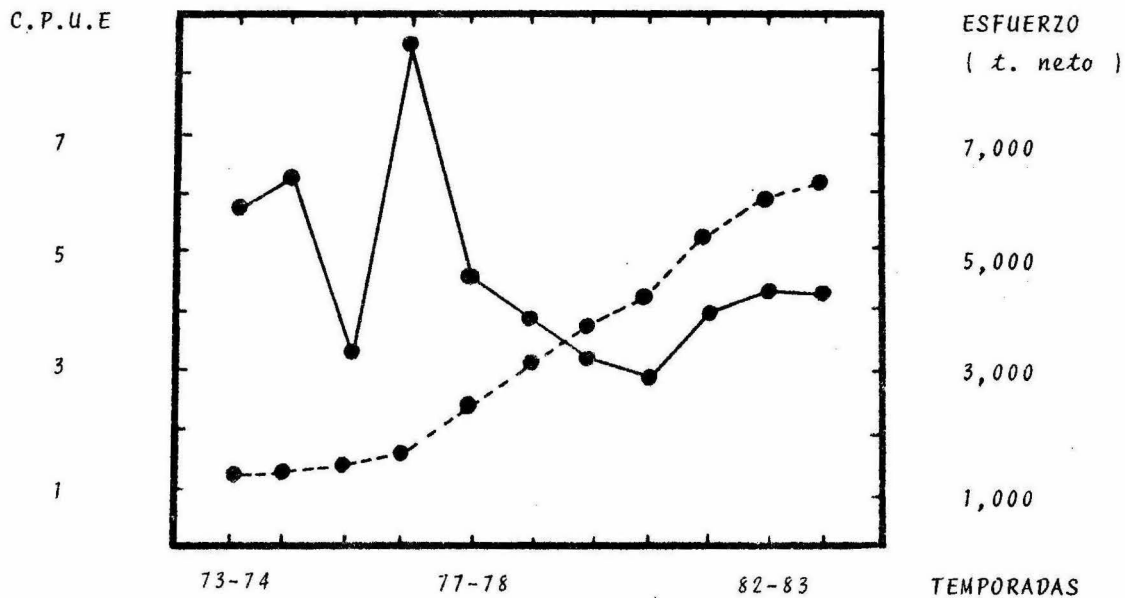


FIGURA No. 4 Variación anual de la c.p.u.e y el esfuerzo, dado en tonelaje neto.

esfuerzo (- - - - -)

MODELO DE SCHAEFER

Curva de rendimiento máximo sostenible, para la sardina crinuda *Opisthonema Libertate*, de la región de Guaymas, Sonora. Durante el periodo 1973 - 1984

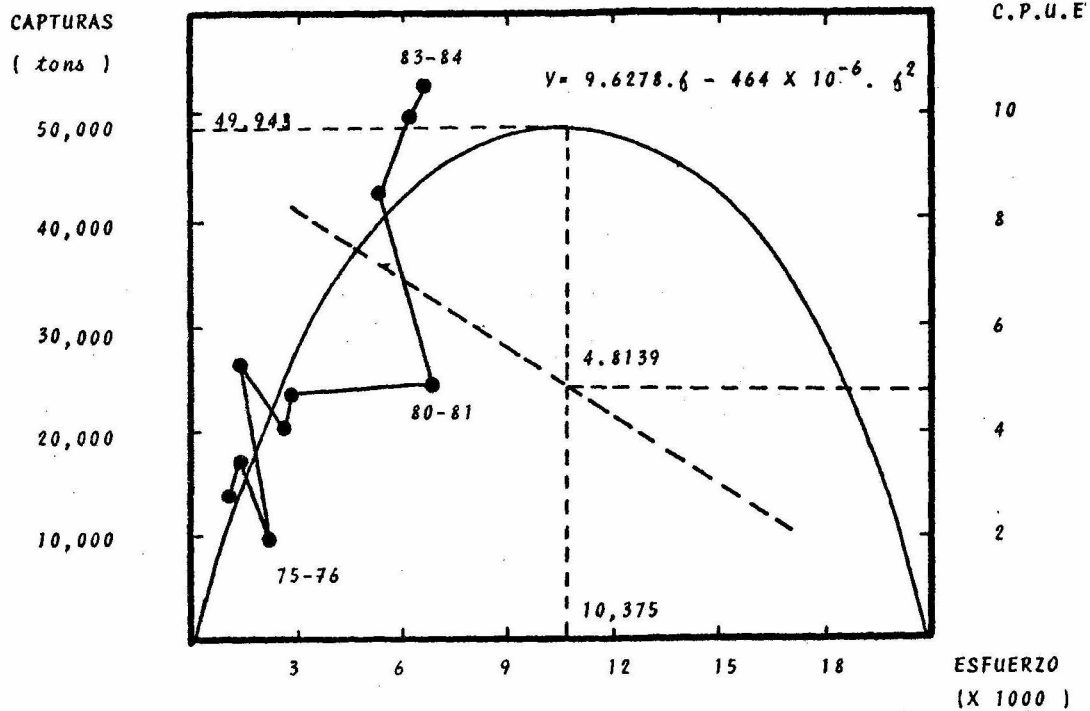


FIGURA No. 5 Estimación del rendimiento máximo sostenible como unidad de esfuerzo utilizada, número de viajes

MODELO DE SCHAEFER MODIFICADO POR WALTER GILBERT G.
 Curva de rendimiento máximo sostenible para la sardina
 crinuda *Opisthonema libertate*, de la región de Guaymas,
 Sonora, durante el período 1973 - 1984.

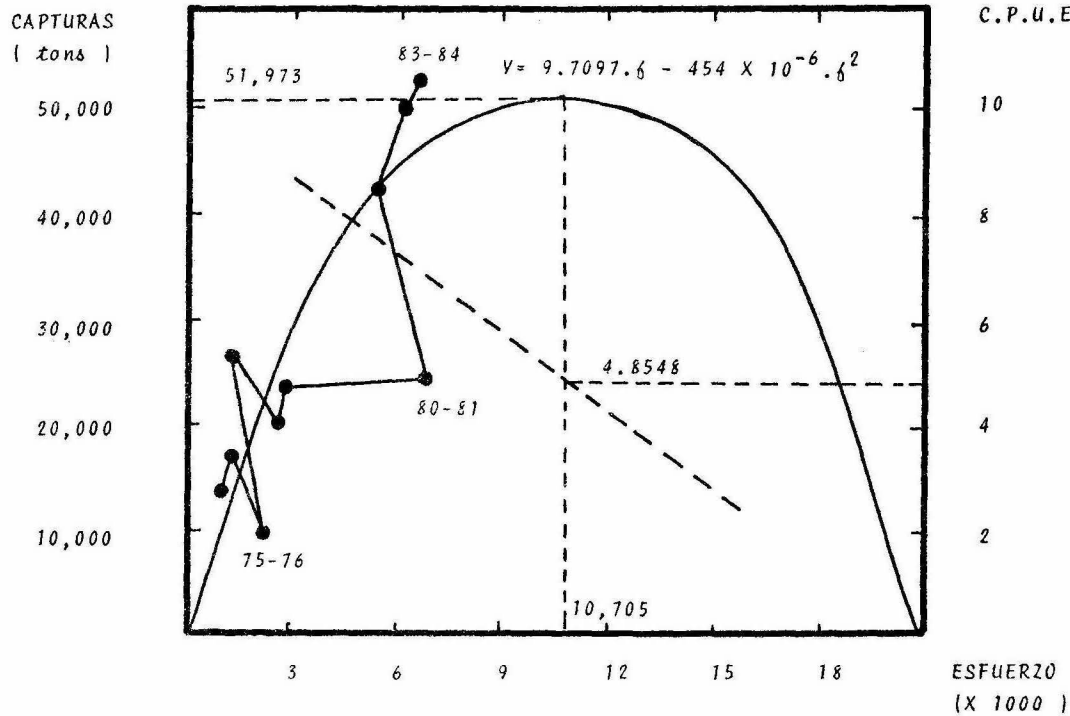


FIGURA No. 6 Estimación del rendimiento máximo sostenible como unidad de esfuerzo utilizada, el número de viajes

MÓDELO DE SCHAEFER

Curva de rendimiento máximo sostenible para la sardina crinuda *Opisthonema libertate*, de la región de Guaymas, Sonora, durante el periodo 1973 - 1984 .

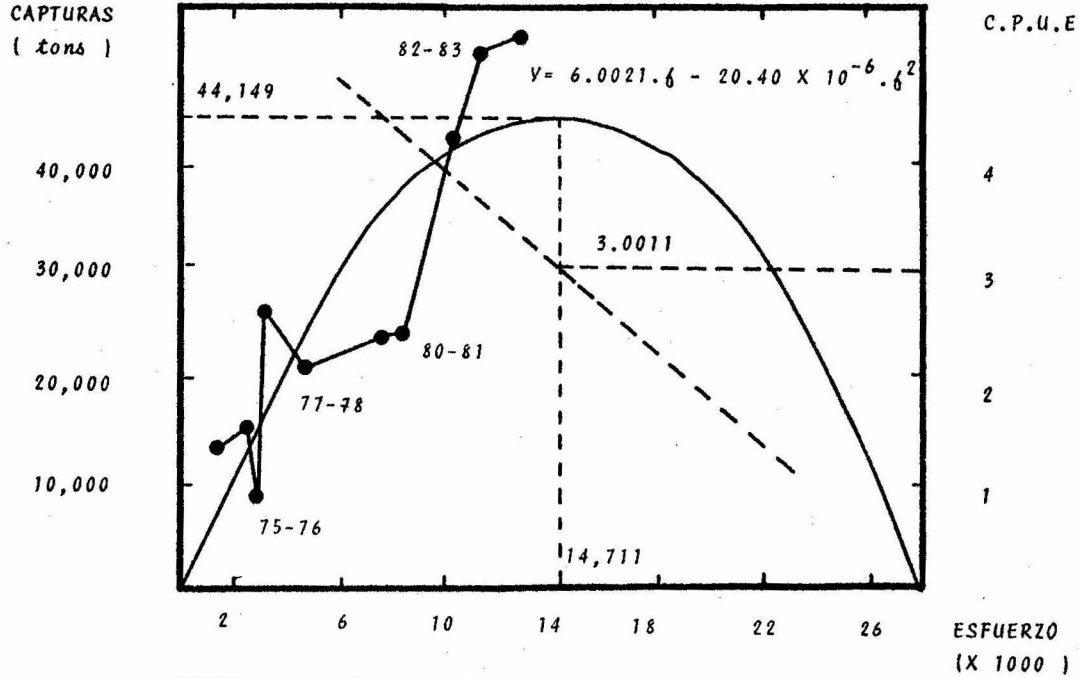


FIGURA No. 7 Estimación del rendimiento máximo sostenible como unidad de esfuerzo utilizada, el tonelaje neto.

MODELO DE SCHAEFER CON LA MODIFICACION DE WALTER G. G
 Curva de rendimiento máximo sostenible para la sardina
 crinuda *Opisthonema libertate*, de la región de Guaymas,
 Sonora, durante el periodo de 1973 - 1984.

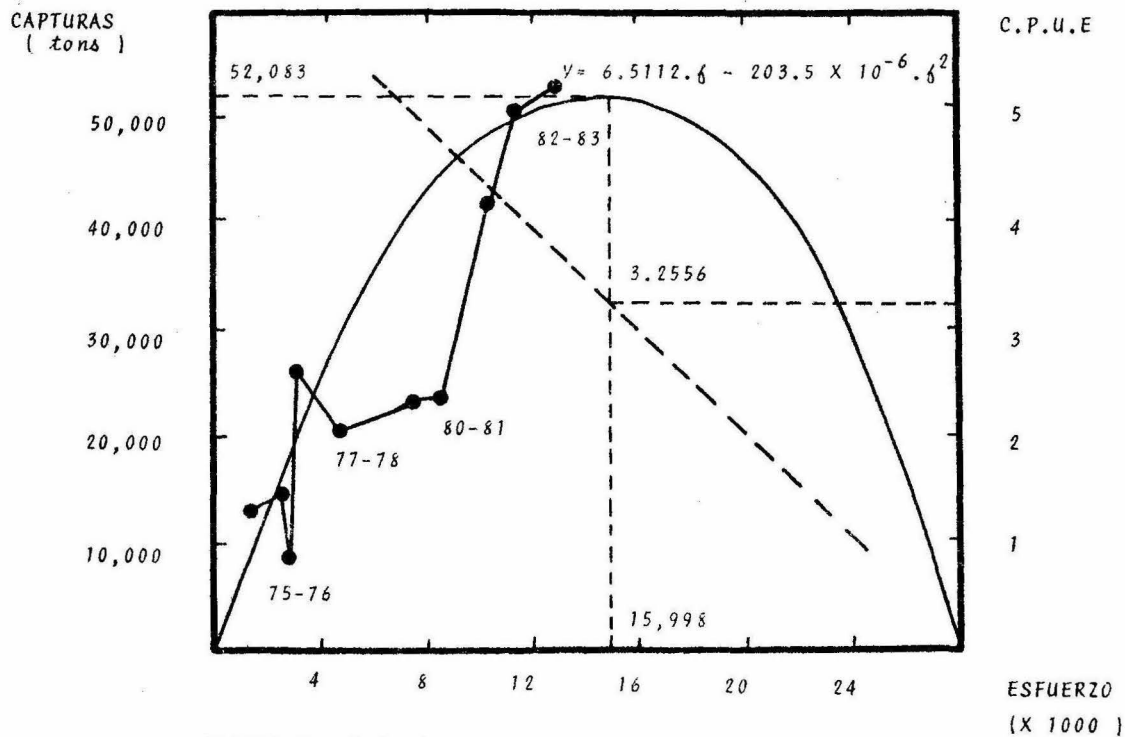


FIGURA No. 8 Estimación del rendimiento máximo sostenible como unidad de esfuerzo utilizada, el tonelaje neto.

Gráfica de reclutamiento utilizando la edad de reclutamiento y la frecuencia relativa acumulada, según Allen, período 1983 - 1984.

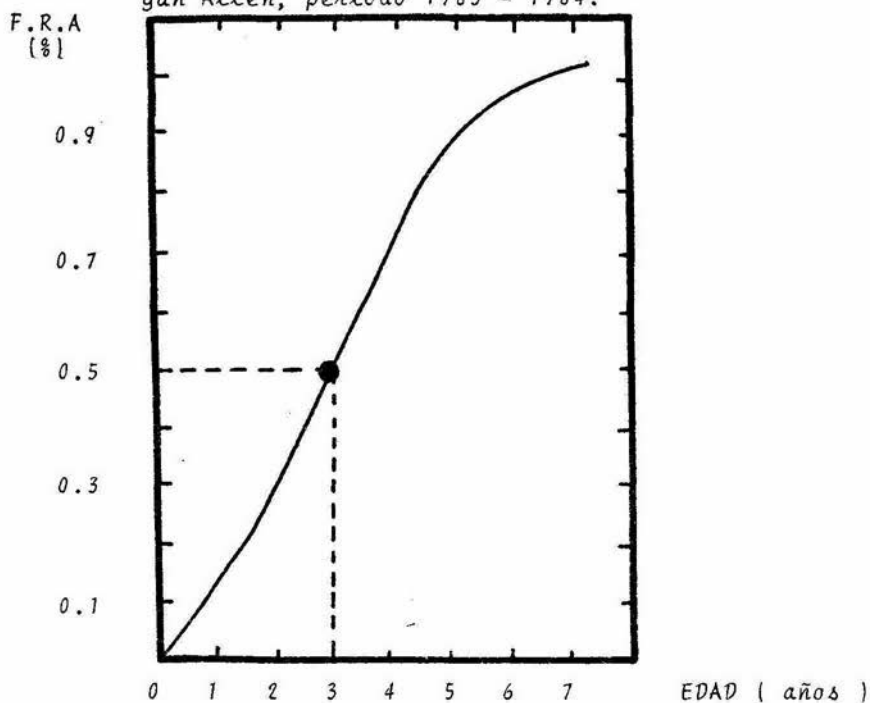


FIGURA No. 9 Curva de reclutamiento de Opisthonema libertate, de la región de Guaymas, Sonora.

Edad media de reclutamiento (\bar{x})
es de tres años

Isopletras de rendimiento para Opisthonema libertate de la región de Guaymas, Sonora, según el modelo de Beverton y Holt para la temporada, 1983 - 1984.

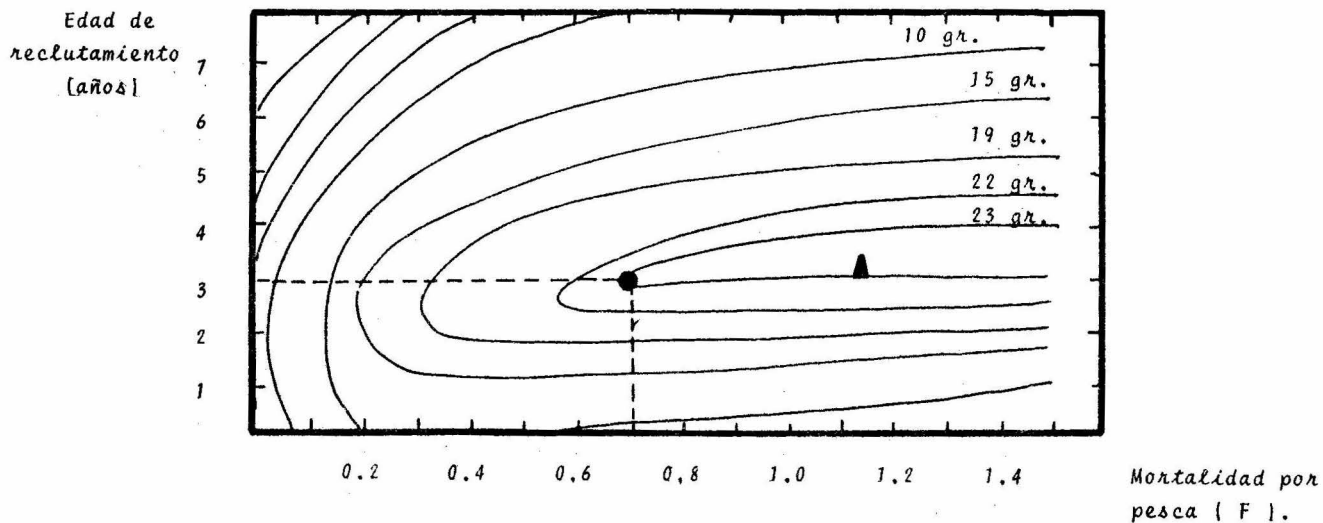


Figura No. 10 Isopletras de rendimiento por recluta (gramos) como unidad de esfuerzo empleado, el número de viajes.

▲ = condiciones actuales

● = condiciones óptimas

Isopletras de rendimiento para la sardina crinuda *Opisthonema libertate*, de la región de Guaymas, Sonora, según el modelo propuesto por Beverton y Holt para la temporada, 1983 - 1984.

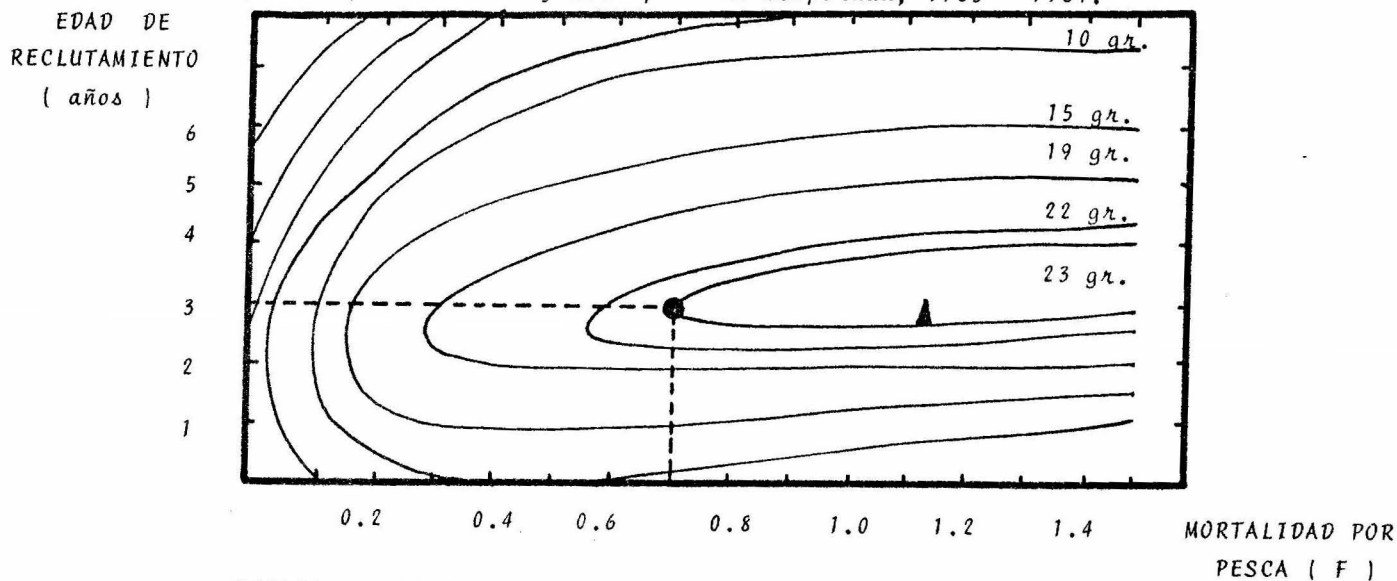


FIGURA No. 11 Isopletras de rendimiento por recluta (gramos) co-
unidad de esfuerzo utilizado, el tonelaje neto.

▲ = condiciones actuales

● = condiciones óptimas

MODELO DE FOX

Curva de rendimiento máximo sostenible para la sardina crinuda --- *Opisithonema Libertate*, de la región de Guaymas, Sonora, durante el periodo de 1973 - 1984.

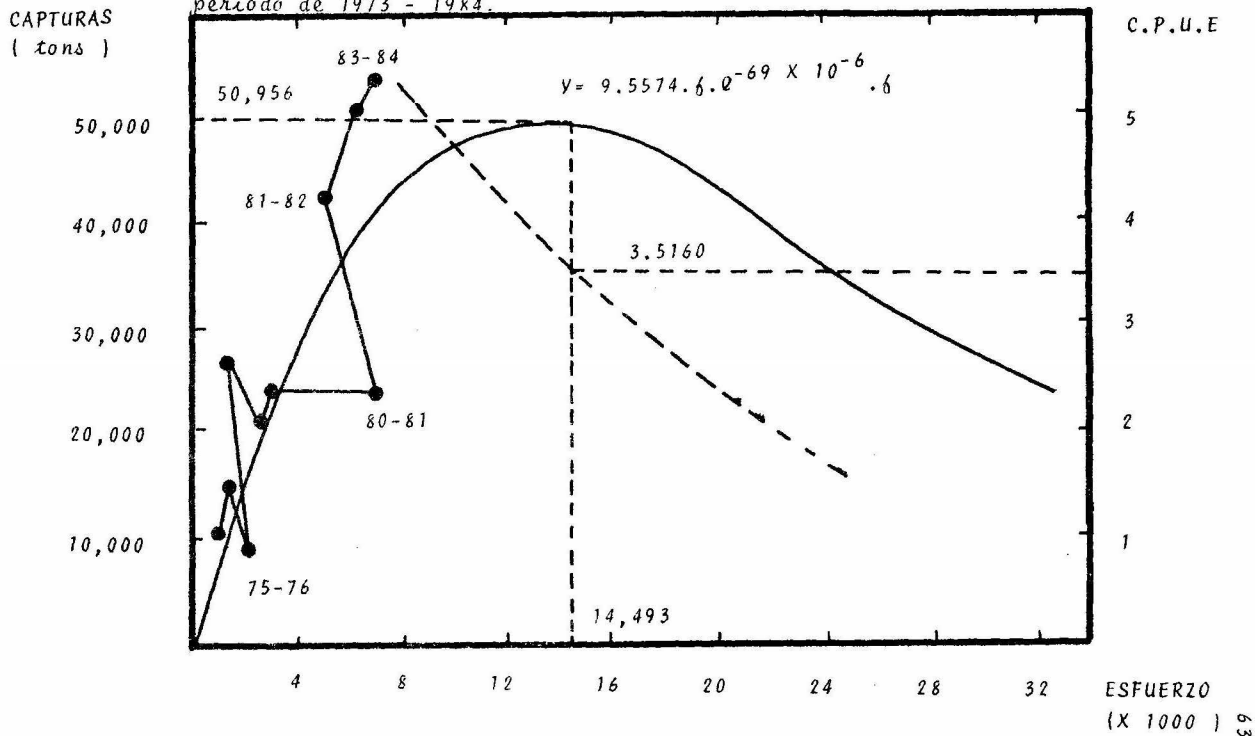


FIGURA No. 12 Estimación del rendimiento máximo sostenible, como unidad de esfuerzo utilizada, el número de viajes.

MODELO DE FOX

Curva de rendimiento máximo sostenible para la sardina crinuda *Opisthonema libertate*, de la región de Guaymas, Sonora, durante el periodo de 1973 - 1984

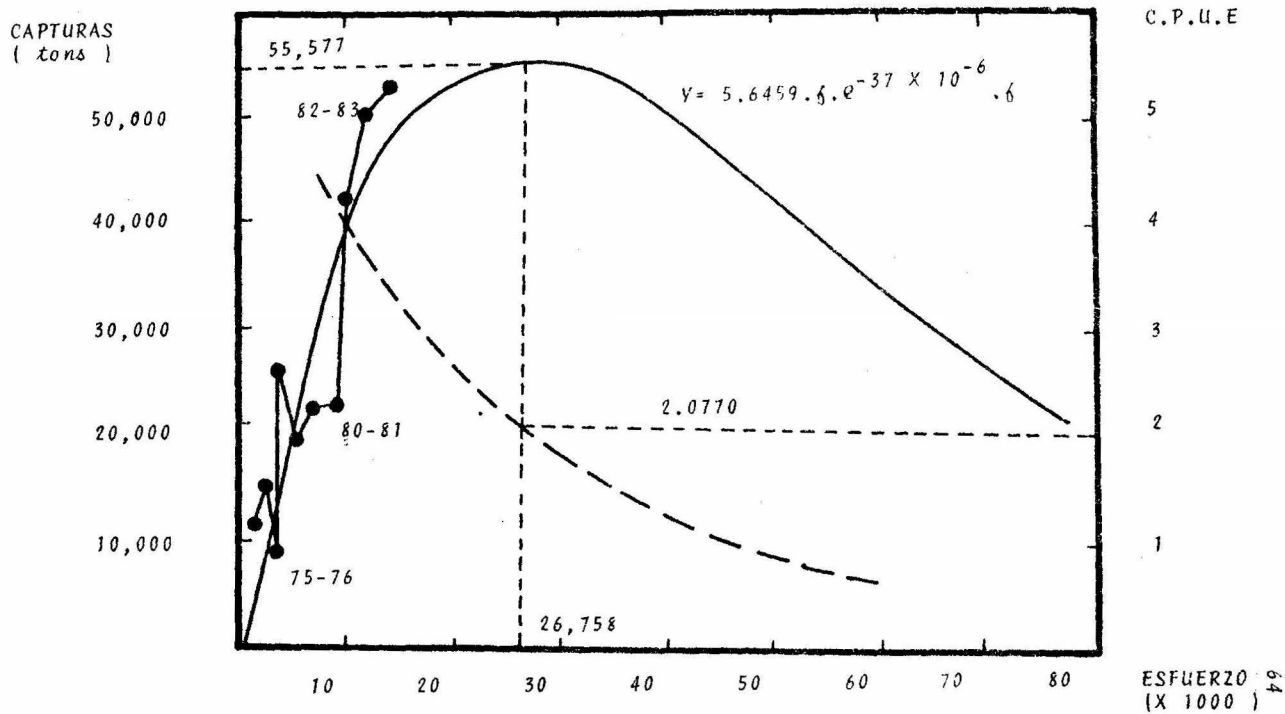


FIGURA No. 13 Estimación del rendimiento máximo sostenible, como unidad de esfuerzo utilizada, el tonelaje neto.