

00361 25



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ANÁLISIS BIOLÓGICO-PESQUERO Y EVALUACIÓN DE
LA PESQUERÍA DE CHARAL *Anchoa hepsetus* (Linnaeus,
1758, PISCES: ENGRAULIDIDAE) EN LA COMUNIDAD
PESQUERA DE SEYBAPLAYA, CAMPECHE, MÉXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS (BIOLOGÍA)
P R E S E N T A N :
JOSEFINA DEL CARMEN SANTOS VALENCIA

DIRECTORA DE TESIS:
M. EN C. MARÍA ELENA GUADALUPE GONZÁLEZ Y DE LA ROSA

MÉXICO, D. F.

DICIEMBRE 2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
OBJETIVOS	5
ANTECEDENTES	6
AREA DE ESTUDIO	8
MATERIAL Y MÉTODO	10
Análisis taxonómico	10
La muestra	10
Aspectos reproductivos	13
Relación peso-longitud	14
Estimación del crecimiento	14
Composición de tallas en la captura	16
Estimación de la mortalidad	17
Análisis de población virtual	19
Patrón de reclutamiento	20
Evaluación del recurso	21
Análisis de la captura y el esfuerzo pesquero.....	22
RESULTADOS	22
COMPOSICIÓN ESPECÍFICA	22
Especies que componen la captura de charal	22

Variación en la composición de especies	25
Posición sistemática de <i>Anchoa hepsetus</i>	27
CARACTERÍSTICAS DE LA REPRODUCCIÓN DE <i>Anchoa hepsetus</i>	28
Talla mínima de diferenciación sexual y madurez	28
Proporción de sexos	29
Fecundidad	29
Composición de células en los estadios sexuales.....	31
Época de reproducción y pico de mayor intensidad reproductiva.....	37
DINÁMICA Y EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN.....	38
Relación peso-longitud.....	38
Edad y crecimiento	39
Mortalidad	45
Análisis de población virtual	46
Patrón de reclutamiento.....	49
Evaluación de la pesquería	50
LA PESQUERIA	51
Importancia de la pesquería de charal en el estado de Campeche	51
Captura histórica (captura oficial)	54
Captura reportada en los avisos de arribo	55
Unidad de Pesca	59
Características y operación del arte de pesca	59
Estrategia de pesca	62
Esfuerzo pesquero	64

Captura por unidad de esfuerzo (C.P.U.E)	65
DISCUSIÓN	66
CONCLUSIONES	80
BIBLIOGRAFIA	82

RECOMENDACIONES

Se recomienda reducir la temporada de captura a fin de proteger parte del reclutamiento de juveniles a la zona costera.

Realizar estudios sobre reproducción y dinámica pesquera a las otras dos especies de anchoas importantes en cuanto a captura y que constituyen la pesquería de charal en Seybaplaya: *Anchoa lyolepis* y *Anchoa mitchilli*.

Realizar estudios de tecnología de capturas a fin de contar con un arte de pesca para la captura de charal menos agresivo al medio

No permitir la captura en los meses de abril, mayo y junio debido a que es el periodo en que se encuentra el mayor número de organismos en reproducción.

La captura máxima permitida deberá fluctuar entre 2,000 y 2,300 toneladas.

El número de equipos de pesca que proporciona los mejores rendimientos deberá oscilar entre 35 y 41 artes.

ANÁLISIS BIOLÓGICO-PESQUERO Y EVALUACIÓN DE LA PESQUERÍA DE
CHARAL *Anchoa hepsetus* (Linnaeus, 1758, PISCES: ENGRAULIDAE) EN LA
COMUNIDAD PESQUERA DE SEYBAPLAYA, CAMPECHE, MÉXICO.

RESUMEN

El charal es uno de los recursos pesqueros de mayor importancia económica y social en el estado de Campeche. Se identificaron cuatro especies de engraulidos que componen la captura de charal, de estas *Anchoa hepsetus* constituye entre el 73 y 98% del total. Esta especie presenta vitelogénesis asincrónica y desove multiporcional, se diferencia sexualmente a los 28 mm de longitud total (LT) en machos y 30 mm en hembras, la proporción media entre sexos es de 1.2 machos por 1 hembra, la talla mínima a la madurez sexual es de 43 mm y 48 mm de LT para machos y hembras respectivamente, la mayor fecundidad fue de 5738 huevos en una hembra de 105 mm de longitud total. Se estableció una escala de madurez gonadal con seis fases de desarrollo y la época de reproducción se extiende casi todo el año con un período de mayor intensidad hacia los meses de abril, mayo y junio. Se estimó el crecimiento ($L_{\infty} = 120$ mm, $k = 1.3$ y $t_0 = -2.5$), la mortalidad total (5.08), natural (2.83) y por pesca (2.25), la tasa de explotación (0.44), la sobrevivencia y captura en número de individuos. El patrón de reclutamiento que se extiende de enero a mayo y el rendimiento máximo sostenido entre 2,000 y 2,300 toneladas con rendimiento óptimo entre 35 y 41 artes de pesca. La captura se realiza con chinchorro confeccionado de tela de mosquitero con luz de malla de 1 mm. Los registros de captura inician desde 1973 y la captura ha variado entre 801 y 2934 toneladas, el esfuerzo medido en número de artes de pesca se duplicó y la captura por unidad de esfuerzo medida en el número de toneladas obtenidas por arte de pesca presenta una tendencia descendente.

INTRODUCCION

La Sonda de Campeche situada al sur este del Golfo de México tiene un área aproximada de 129,500 km². En su amplio litoral y extensa plataforma continental de 51,000 km² de superficie existen grandes zonas de baja profundidad donde se desarrolla la pesca ribereña en estrecha relación con la costa a una profundidad máxima de once o doce brazas (22 o 24 m) incluyendo zonas con influencia de aguas continentales, con gran diversidad de especies en esta zona.

La bahía de Campeche es una zona altamente dinámica y decididamente influenciada por factores propios de la zona costera y los que acompañan a los aportes de las aguas epicontinentales, con tres sistemas importantes de flujo: El Río Champotón, el Río Grijalva a través de la boca del Zacatal en Laguna de Términos y el Sistema Grijalva-Frontera que deja sentir su influencia hasta muy lejos de la zona nerítica.

En la zona costera norte del estado de Campeche hay de norte a sur, cuatro comunidades pesqueras: Isla Arena, Campeche, Seybaplaya y Champotón. Los registros de captura indican que en las capturas se encuentran más de 100 especies de importancia comercial que por su valor y abundancia son objeto de pesca dirigida y/o multiespecífica por pescadores ribereños, el mayor componente de la captura lo constituyen los peces, registrándose oficialmente más de 70 nombres comunes, muchos de los cuales agrupan a más de una especie (González y Santos, 2000). Las especies de escama que proporcionan los mayores volúmenes de captura a la producción estatal son: carito, sierra, armado, boquinete, chac chi, corvina, robalo, cojinuda, rubia, pargo, posthá, esmedregal, bandera, palometa, charal, huachinango y cochinita. (Fuente: Oficinas de pesca de la antes Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca SEMARNAP hoy SAGARPA en el Estado de Campeche).

La pesquería artesanal tiene gran importancia social en el Estado debido al número de familias que se sostienen de ella. En los datos del censo de 1997 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) se registran 4429 embarcaciones menores. En promedio llevan dos pescadores por lancha, lo que significa que genera casi 9,000 empleos directos, estos pescadores se dedican a la captura de las especies costeras a lo largo del año

según su disponibilidad (González y Santos, 2000).

La captura de charal en Seybaplaya, Campeche, está compuesta por cuatro especies de la familia Engraulidae. Los engraulidos, son de aguas tropicales, templadas, neríticas y estuarinas, comúnmente viven cerca de costas y manglares formando cardúmenes que pueden alcanzar una biomasa considerable, a pesar del pequeño tamaño de los individuos que la conforman, toleran grandes cambios de salinidad y temperatura, se alimentan de muy pequeños organismos planctónicos y se reproducen más de una vez al año, para lo cual realizan movimientos migratorios hacia áreas de mar abierto, donde desovan (Rodríguez y Valdés, 1987).

Por sus diversas especies y abundancia los engraulidos son considerados como un recurso potencial en el Golfo de México. El Banco de Campeche ofrece alternativas de explotación a mayor escala en alta mar, ya que actualmente sólo se explota en la costa de Seybaplaya y básicamente incide sobre juveniles de las especies que conforman la captura (Hernández, 1990).

Juárez (1975), Houde (1976) y Reintjes (1979), indican que varias especies de anchovetas y sardinas son muy abundantes en el Golfo de México y Mar Caribe y confirman a través de sus investigaciones que la región del Banco de Campeche es una de las más productivas en especies pelágicas menores, en esta región están consideradas como recursos potenciales subutilizados y de hecho son las mismas que soportan grandes pesquerías en la costa Noreste del Golfo de México, cuyas estimaciones de biomasa son del orden de las 156 a 237 mil toneladas métricas (Houde, 1976).

Las especies de engraulidos registradas para el Golfo de México por diversos autores entre ellos Hoese y Moore, (1977), Castro-Aguirre (1978), Yañez Arancibia *et al.* (1985 a y b), Olvera-Limas y Cid del Prado (1983) y Hernández-Cordero (1990) son: *Anchoa hepsetus* (Linnaeus, 1758), *A. mitchilli* (Valenciennes, 1848), *A. lamprotaenia* (Hildebrand, 1943), *A. cubana* (Poey, 1868), *A. lyolepis* (Evermann & Marsh, 1902), *Anchoviella perfasciata* (Poey, 1860) y *Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1829).

Los primeros registros de captura de charal en el estado de Campeche datan de 1973 en las comunidades pesqueras de: Isla Arena, Puerto de Campeche, Seybaplaya, Costa Blanca, Champotón, Sabancuy y Nuevo Campechito. Actualmente sólo se registran importantes volúmenes de captura en Seybaplaya debido a que el permiso de pesca se le otorgó a la Sociedad de Solidaridad Social "Charaleros de Seybaplaya", misma que registra la pesca en la comunidad pesquera del mismo nombre.

La importancia que tiene este recurso radica en los altos volúmenes de captura que se obtienen en cada temporada de pesca. El manejo del recurso es muy complicado si se toma en cuenta por un lado que estos organismos son ecológicamente importantes en la trofodinámica del ecosistema porque son una fuente importante de alimento para otras especies comerciales y por otro lado, la captura de estas especies beneficia alrededor de 424 familias en la comunidad pesquera de Seybaplaya. Por su importancia social y económica, ésta pesquería se ha mantenido durante los últimos años como su principal actividad pesquera.

Estudios previos realizados con la pesquería de charal indicaban que la captura se constituía por una sola especie, sin embargo, no se había comprobado, por lo que se planteó la hipótesis de que la pesquería se conformaba por más de una especie. Para comprobarlo se propuso un estudio taxonómico del recurso así como la determinación de las características reproductivas, la dinámica poblacional y evaluación de la especie que sustenta la captura de charal en Seybaplaya, Campeche. Lo anterior con el fin de contar con estudios que sirvan como base para optimizar su aprovechamiento de forma sustentable, dada la importancia social y económica que la pesquería representa en la entidad.

Reglamentación

La pesquería se encuentra reglamentada a través de un acuerdo estatal desde 1989, debido a que la captura de charal sólo se realiza en la zona norte de Campeche, con un período de veda del 1 de abril al 14 de octubre de cada año y una zona de pesca protegida desde Puente Chencan hasta Punta Morro. Además se regula la captura por medio de una cuota de captura que se establece para cada temporada de pesca.

OBJETIVOS

General.

Diagnosticar y evaluar la pesquería de charal en Seybaplaya, Campeche, México

Particulares.

Identificar las especies de engraulidos que componen la captura de charal y confirmar que *Anchoa hepsetus* es la que sustenta la pesquería.

Determinar para *Anchoa hepsetus* la talla mínima de diferenciación y de madurez sexual, la proporción de sexos, la fecundidad, las fases de desarrollo gonádico en ambos sexos y las características del desove y época de reproducción.

Determinar para *Anchoa hepsetus* los siguientes parámetros poblacionales: crecimiento, mortalidad total, natural y por pesca, tasa de explotación, captura en número de individuos, reclutamiento a la pesquería y rendimiento máximo sostenido.

Realizar el análisis histórico de la captura, esfuerzo de la pesquería y captura por unidad de esfuerzo.

Analizar la importancia que tiene la pesquería de charal para el estado de Campeche.

ANTECEDENTES

La mayoría de los trabajos realizados con *Anchoa hepsetus* están enfocados básicamente hacia aspectos biológicos, morfológicos y taxonómicos del recurso: Bigelow, (1963), Hilderbrand y Schroeder (1972), Hoese y Moore (1977), Castro-Aguirre (1978), Whitehead *et al.* (1988), proporcionan claves de identificación y las áreas de distribución para *A. hepsetus*.

Diversos trabajos sobre variación, distribución y abundancia de huevos de *Anchoa mitchilli*, *Anchoa hepsetus* y *Cetengraulis edentulus* principalmente, se han realizado en la Laguna de Términos, Campeche, entre los que se cuentan los de Ocaña-Luna *et al.* (1987), Zavala-García *et al.* (1988) y Flores-Coto *et al.* (1988).

Hernández-Cordero *et al.* (1986), identifican larvas de *Anchoa lamprotaenia*, *Anchoa hepsetus* y *Anchoa mitchilli* colectadas en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México durante la primavera y verano de 1986, y estiman el coeficiente de mortalidad instantáneo, el rendimiento potencial y la biomasa de *A. lamprotaenia*.

Hernández-Cordero (1990) presenta la distribución, abundancia y rendimiento potencial de *Anchoa hepsetus*, en el Golfo de México y Caribe mexicano estimando que las mayores abundancias se encuentran en el talud y en el borde de la plataforma correspondiente a la Bahía de Campeche.

En el área de Celestún, Yucatán, Olvera y Cid del Prado (1983), identifican larvas y juveniles de las familias Engraulidae y Clupeidae en la pesquería del denominado "Nylon". Mexicano-Cíntora *et al.* (1994) en la misma zona, analizan la pesquería de sardina (*Opisthonema oglinum* y *Harengula jaguana*) con sus implicaciones socioeconómicas y ecológicas.

blanca, pargo, palometa, lisa y otras especies cuyos adultos se capturan comercialmente. Nuñez-Moreno (1987), determina las relaciones biométricas peso-longitud, la tasa de crecimiento, la estructura y composición de la población así como el coeficiente de mortalidad y la tasa de explotación del recurso y consideró que la captura total de charal se constituía por una sola especie: *Anchoa hepsetus*.

El primer trabajo sobre evaluación de la pesquería lo realizan Solís-Celada *et al.* (1989) y como resultado del análisis recomiendan ampliar la temporada de veda para proteger a la mayoría de los organismos que se encuentran en reproducción.

Navarrete, *et al.* (1991) realizan una evaluación de la pesquería con información de captura y esfuerzo durante los últimos doce años y recomiendan un rendimiento máximo sostenido de 2,000 t con un esfuerzo óptimo de 35 embarcaciones y C.P.U.E. óptima de 56 t en peso fresco por equipo de pesca.

Diversos trabajos sobre análisis, evaluación y diagnóstico de la pesquería así como de aspectos reproductivos de las especies que componen la pesquería de charal se han realizado en el Centro de Investigación Pesquera de Campeche (Santos *et al.*, 1995; Santos y Seca, 1996; Santos, 1996; Santos, *et al.*, 1997; Santos y González, 1997; Santos y González, 1998) como respuesta a la demanda de solicitudes de apertura y ampliación de temporadas de pesca por parte del sector pesquero involucrado.

Mendoza-Lewis (1999) analiza la ictiofauna que compone la pesquería de charal y establece que se conforma por al menos 85 especies de peces, de los cuales: tres de la familia Engraulidae constituyen la pesca objetivo y al menos 33 son de interés comercial en diversas pesquerías de la costa oeste de la península de Yucatán y la captura de estos organismos en su mayoría son juveniles. La comunidad de peces capturada además presentaba altos índices de diversidad y riqueza de especies.

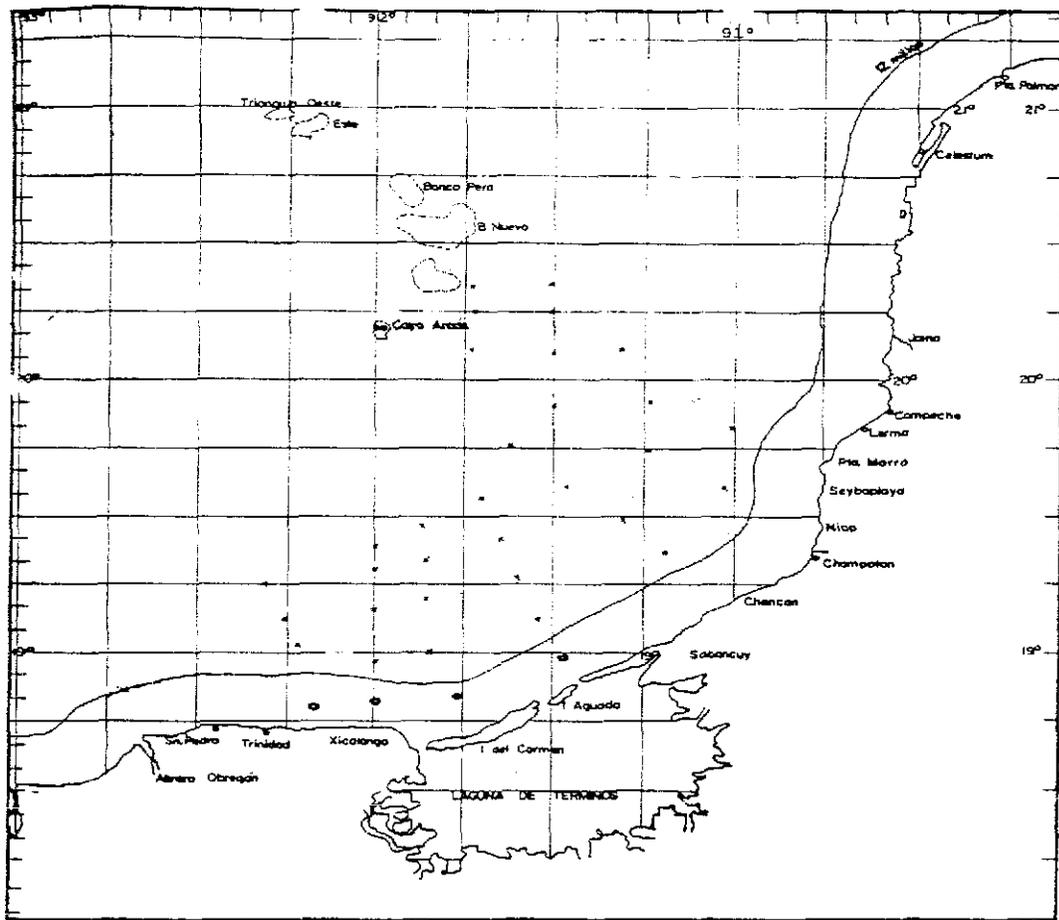
AREA DE ESTUDIO.

El área de estudio se localiza en el litoral de la bahía de Campeche, zona costera de Champotón, costa Oeste de la Península de Yucatán en el Sudeste del Golfo de México (Fig.-1), esta zona se caracteriza por presentar un tipo de clima sub-húmedo, con tres estaciones climáticas: seca (febrero a marzo), lluvias (junio a septiembre) y nortes (octubre a enero). La temperatura varía de 19 °C a 41 °C, con un promedio anual de 26 °C. El valor de precipitación anual oscila entre los 1200 y 2000 mm. La salinidad es de 35 a 44 ‰, en tanto que la concentración de oxígeno disuelto varía entre 4 y 10 mg/l (Mendoza-Lewis, 1999).

Predominan vientos E-SE con una variación máxima anual de velocidad de 8 nudos, excepto en temporadas de "Nortes" en invierno cuando los vientos fluyen en dirección N-NW a velocidad de 50-72 nudos.

El estudio se realizó particularmente en el área litoral costera cercana a la comunidad pesquera de Seybaplaya, entre las coordenadas geográficas 18°58'36" y 19°14' 52" de latitud norte y los 90°51'42" y 91°13'32" de longitud oeste, principalmente en las zonas de pesca conocidas como Payucan, Si Ho, San Lorenzo, Ensenada y Mar Azul, Acapulquito, La Joya, Champotón, Punta Xen y Chencan. (Fig. 1).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ANEXOS

Fig 1. Ubicación de la zona de captura de charal en Seybaplaya, Campeche.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MATERIAL Y MÉTODO.

Análisis taxonómico

Para el análisis taxonómico 60 ejemplares tomados de las capturas comerciales de charal en 1994, fueron sometidos a técnicas de clareo y tinción con alizarina roja. Las características diagnósticas que se utilizaron en la identificación de los Engraulidos a nivel de especie son: Longitud estándar, longitud del maxilar (preopérculo, subopérculo y/o abertura de las branquias), forma del extremo terminal del maxilar, altura del cuerpo, longitud del hocico, diámetro del ojo, número de branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial, inserción de la aleta anal con respecto a la base de la aleta dorsal, posición del ano con respecto a aletas pélvicas y anal, ancho de la línea lateral con respecto al diámetro del ojo o pupila, radios en las aletas: pectorales, pélvicas, dorsales, anal y caudal, número de vértebras y posición de la espina y arco hemal. (Hoese y Moore, 1977; Castro-Aguirre, 1978; Whitehead *et al.*, 1988).

La muestra

Durante la temporada de captura que comprende de octubre de 1994 a abril de 1995, se realizaron 13 salidas de pesca, con la finalidad de construir el programa de muestreo basándose en la naturaleza de la población objeto, esto es, para determinar si la captura provenía de una sola población homogénea de peces o de varias poblaciones. Se realizaron análisis de varianza entre las zonas de pesca y las tallas obtenidas en ellas con el paquete STATGRAPHICS, el nivel de significación (α) fue menor a 0.05.

Una vez construido el programa de muestreo el siguiente paso fue determinar el tipo de muestreo con el propósito de obtener datos de la composición por tallas. Para la mayoría de las pesquerías el lugar más conveniente para el muestreo de los peces es el lugar en el que desembarcan después de la captura. En esta pesquería en particular, dado que la mayoría de las embarcaciones atracan en un mismo lugar de desembarque, fue posible examinar y medir muestras de varias lanchas en corto tiempo de forma aleatoria.

Los muestreos se realizaron de forma mensual de enero de 1995 a abril 1996, incluyendo en este periodo dos periodos de captura (del 15 de octubre al 31 de marzo de ambos años) y un periodo de veda (del 1 de abril al 14 octubre de 1995). El método de muestreo durante la temporada de captura consistió en dividir un lote de la captura en un número deseado de lotes más pequeños, se seleccionó un lote más pequeño al azar y se midieron todos los peces contenidos en él. Durante la veda las muestras se colectaron con ayuda de los pescadores con los mismos métodos y arte de pesca.

Para decidir sobre el tamaño de muestra o el número de peces a medir, la estimación se basó en la amplitud de la distribución por tallas de los peces descargados. Los tamaños de los peces de un solo desembarque no pueden variar mucho, especialmente si la pesca fue hecha en un solo lance y si tienden a formar cardúmenes de casi la misma talla como sucede con los engraulidos, pero los tamaños varían en diversos desembarques, por lo que se seleccionó un numero de embarcaciones tal que representó no menos del 10% del total en cada muestreo.

El cálculo del tamaño de muestra, con un 95% de confianza, se realizó con la siguiente formula:

$$n = \frac{s^2 \cdot t^2}{c^2 \cdot x^2}$$

donde:

n = tamaño de muestra

s = desviación media

t = porcentaje de la distribución normal (t de Student)

c = nivel de error en decimales

x = media aritmética de la población muestreada.

Las muestras se separaron por especie y se determinaron los porcentajes de cada una de ellas mensualmente. Se analizó la variación mensual de la composición específica durante el periodo enero de 1995 a abril de 1996 y la composición por especies en las muestras colectadas en las capturas de charal durante el periodo de 1995 a 2000.

Tomando en consideración que el mayor porcentaje de los engraulidos presentes en la captura de charal (más del 80%) lo constituye la especie *Anchoa hepsetus*, el análisis de la dinámica poblacional y los aspectos reproductivos se realizaron con base en esta especie.

A un total de 5834 individuos de la especie *A. hepsetus* se les tomó: longitud total (LT), longitud estándar (LS), peso total (PT), sexo y madurez gonádica dependiendo del volumen que ocupa la gónada dentro de la cavidad abdominal. Para determinar el grado de madurez de las gónadas se establecieron seis etapas o estadios de madurez tomando como referencia la Escala Internacional de Maduración Sexual de los Peces, citado por Wong (1974) y adaptándola a las observaciones macroscópicas realizadas con esta especie, como sigue:

Estadio I (Indefinida).- Peces jóvenes que no han alcanzado la madurez, con gónadas inactivas de muy reducido volumen y sin diferenciación. No es posible distinguir los machos de las hembras en observación a simple vista.

Estadio II (En desarrollo).- Pueden distinguirse los ovarios de los testículos, las gónadas aún delgadas, ocupan aproximadamente la mitad de la extensión de la cavidad visceral. El sexo por lo tanto puede ser determinado mediante análisis macroscópico.

Estadio III (Próxima madurez).- Marcado aumento de volumen en las gónadas. Es común que las gónadas tengan color blanquecino ocupando aproximadamente dos tercios de la cavidad abdominal.

Estadio IV (Madurez total).- Máximo desarrollo de las gónadas, que han crecido en longitud y volumen, ocupan casi toda la extensión de la cavidad abdominal y si se presiona suavemente el abdomen no hay desprendimiento de semen u óvulos.

Estadio V (Desovando).- Con gónadas muy grandes y turgentes abarcando casi la totalidad de la cavidad abdominal. Los óvulos pueden dibujar su silueta en la cubierta ovárica generalmente se vuelven translúcidos y son expulsados fácilmente al presionar el vientre del animal. Los testículos también sueltan fácilmente el contenido a la menor presión.

Estadio VI (Post desove).- Peces que ya efectuaron la puesta. Las gónadas están flácidas debido a que han expulsado su contenido.

Aspectos reproductivos

Con la información obtenida se determinó la talla a la que se diferencian sexualmente, la proporción de sexos en la captura, la talla mínima de madurez sexual y se calculó la fecundidad por conteo directo del total de óvulos en las gónadas de hembras maduras, así como la época de reproducción y el periodo de mayor intensidad reproductiva.

El análisis histológico de las gónadas se hizo según el método incluido en Tapia (1984), que consiste en la deshidratación parcial del tejido e inclusión en parafina para hacer cortes y teñirlos con la técnica de hematoxilina contrastada con Eosina de Harris.

Se midieron los ovocitos en las diferentes fases de desarrollo gonádico con ayuda de un microscopio American Optical triocular modelo One Twenty con adaptador para fotografías.

Con base en las observaciones microscópicas se estableció una escala de madurez gonadal con seis fases o estadios de desarrollo.

Relación peso-longitud

La relación peso-longitud se determinó con la ecuación de Ricker (1958) que expresa la relación:

$$W = a L^b$$

Donde:

W = peso

L = longitud

a = constante de proporcionalidad

b = exponente que expresa las características del tipo de incremento

En este trabajo se usaron los métodos de estimación de stocks aplicables a pesquerías tropicales basados en frecuencias de tallas, contenidos en el paquete para evaluación de recursos pesqueros denominado FISAT (Gayanilo, *et al.* 1989; Gayanilo, *et al.* 1995).

Estimación del crecimiento

Para la determinación del crecimiento se utilizó primeramente el método de predicción de valores extremos para tener una primera aproximación del valor de L infinita (∞).

Se estimó la composición por edades utilizando el método de Bhattacharya (1967), el cual consiste en separar una distribución compuesta en distribuciones normales separadas, es decir, cuando la muestra incluye varios grupos de edad, cada una representa una cohorte de peces. Con la información obtenida se realizó un análisis de progresión modal, bajo el considerando de que la longitud media de una cohorte determinada corresponderá a alguna longitud promedio más grande en una muestra que sea tomada algunos meses más tarde y que varias cohortes permanecen en el mar por algún tiempo siendo muestreadas a diferentes

estados de crecimiento desde el momento en que se reclutan al área de pesca hasta su extinción. De esta manera al dibujar las longitudes promedio de una serie de muestras se obtiene la curva de crecimiento, donde las longitudes medias se cree corresponden a las mismas cohortes, creando un archivo de incrementos de crecimiento.

Con los incrementos de crecimiento, se realizaron estimaciones preliminares de los parámetros de crecimiento de *A. hepsetus*, a partir de Gulland y Holt (1959) y con el método de Fabens (1965).

Así mismo, a los datos de frecuencia de longitud, se aplicó el método computarizado ELEFAN I (Electronic Length Frequency Analysis: Análisis Electrónico de Frecuencias de Tallas, Pauly and David, 1981; Pauly, 1988), el cual tiene los mismos principios básicos de los métodos de frecuencias de longitudes iniciados por Petersen desde 1892, en los que se sigue la progresión modal. Este programa se basa en el cálculo de una serie de muestras de frecuencia de longitud, seleccionando la curva que pasa por el mayor número de picos (grupos de edad supuestos).

El programa ELEFAN I tiene como supuestos básicos los siguientes: 1) que las muestras son representativas de la población estudiada; 2) que el patrón de crecimiento de la población no cambia año con año; 3) que la curva de von Bertalanffy describe el crecimiento promedio de la población investigada y 4) que todos los peces de la muestra tienen igual longitud a la misma edad y por lo tanto las diferencias en longitud pueden ser atribuidas a diferencias en edad (González, 1988)

Se utilizó el modelo de von Bertalanffy (Ricker, 1975) para relacionar el tamaño individual con el tiempo. Para el crecimiento en longitud, el modelo se representa por la siguiente ecuación:

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

Donde:

t = edad

L_t = longitud del pez a la edad t

L_∞ = constante, que es la longitud asintótica o la longitud máxima que el pez puede alcanzar cuando $t \rightarrow \infty$

k = constante, tasa de crecimiento proporcional a la tasa de catabolismo

t_0 = constante, parámetro teórico de ajuste que representa la edad a la cual la longitud es cero

e = base del logaritmo neperiano ($e = 2.71828$)

La relación de la edad con el peso se expresa matemáticamente por el siguiente modelo:

$$W_t = W_\infty \left(1 - e^{-k(t-t_0)} \right)^b$$

Donde:

W_t = peso medio a la edad t

W_∞ = peso máximo promedio o asintótico

b = parámetro de ajuste (exponente de la relación peso longitud)

Composición de tallas en la captura.

Se obtuvo la composición por tallas en la muestra en número de individuos. Con la ecuación de von Bertalanffy de crecimiento en peso se calcularon los pesos promedio para cada longitud lo cual hizo posible relacionar el número de individuos de la muestra con el peso de la captura total anual y así conocer el número de individuos en la captura para el período estudiado. Esta forma de estimar la estructura por edades está basada en la suposición de que se trata de un población estable, que el patrón de crecimiento se mantiene con el tiempo, que la varianza entre los grupos de edad es aproximadamente constante con la edad y que la superposición entre grupos de edad con respecto a su talla no enmascara la presencia de otros y es la base para estimar las tasas de mortalidad.

Estimación de la mortalidad.

Uno de los métodos comúnmente aplicados para estimar la mortalidad total en aguas templadas basado en datos de composición por tallas es el “método de curva de captura linealizada” que es una representación gráfica del logaritmo del número de peces capturados respecto a las correspondientes edades y cuya ecuación es:

$$\ln C (t_1,t_2) = \ln N (Tr) + \ln F/Z + Z * Tr - Z * t_1, + \ln (1- \exp (-Z * (t_2 - t_1,)))$$

Donde:

C = captura en número de individuos

t = tiempo (generalmente en años)

t₁, t₂ = desde el tiempo t₁, hasta el tiempo t₂

Z = mortalidad total

N= número de sobrevivientes

Tr = edad de reclutamiento a la pesquería

El término “ $\ln N(tr) + \ln (F/Z) + Z * Tr$ ” es una constante ya que supone que $N (Tr)$, Tr , F y Z permanecen constantes, para simplificar la notación esta constante se denomina “d”, y la ecuación se convierte en:

$$\ln C (t_1, t_2) = d - Z * t_1, + \ln (1- \exp (-Z * (t_2 - t_1,)))$$

Para los stocks de peces tropicales los métodos se han convertido en versiones que utilizan como datos de entrada las composiciones de tallas y los parámetros de crecimiento de modo que las tallas se pueden convertir a edades usando la ecuación inversa de von Bertalanffy y al insertarla en la ecuación de curva de captura, da como resultado la llamada “*curva de captura linealizada convertida a tallas*”. Este modelo se examina en Pauly (1983 a; Pauly 1984 a y b) y cuya ecuación es:

$$\ln \frac{C (L_1,L_2)}{\Delta (L_1,L_2)} = c - Z * t \left(1 - \frac{L_1 + L_2}{2} \right)$$

Donde:

C = captura en número de individuos

t = tiempo (generalmente en años)

L₁,L₂ = desde la talla L₁ hasta la talla L₂

Z = mortalidad total

c = constante (d + ln Z)

Así a partir de un conjunto de datos de frecuencias de tallas y los parámetros de crecimiento L_∞ y k se obtiene una estimación de la mortalidad total (Z).

Los coeficientes de mortalidad que normalmente se usan en el estudio de la dinámica de poblaciones de peces están relacionados con las dos principales causas de mortalidad a que están expuestos los peces a lo largo de su vida, que son: la mortalidad natural (causada por la depredación, las enfermedades, la senectud y la inanición) cuyo coeficiente o tasa instantánea de cambio se representa por la letra M, y la mortalidad por pesca (causada por acción del hombre) cuyo coeficiente o tasa instantánea de cambio se representa por la letra F.

La mortalidad natural se calculó mediante la fórmula empírica de Pauly (1980b), basada en un análisis de regresión de M (por año), L_∞ (en cm) y T (temperatura promedio anual), el cual utilizó datos de 175 stocks de diferentes peces y estimó la siguiente relación:

$$\ln M = -0.0152 - 0.279 \ln L_{\infty} + 0.6543 \ln k + 0.463 \ln T$$

La mortalidad por pesca se calculó por sustracción de mortalidad natural a la mortalidad total (Ricker, 1975)

$$F = Z - M$$

Aplicando los valores de mortalidad por pesca y mortalidad natural se calculó la fracción de muerte por explotación que es la relación entre el número de peces muertos por la pesca y el número total de peces muertos, según la siguiente expresión:

$$E = \frac{F}{Z}$$

Donde:

E = fracción de muertes por explotación

F = mortalidad por pesca

Z = mortalidad total

Análisis de población virtual

El análisis de población virtual o APV es básicamente el análisis de las capturas logradas por la pesca comercial (registros que se obtienen de las estadísticas pesqueras) y combinada con la información detallada sobre la contribución de cada cohorte a la captura total (muestreo). La idea de este método es analizar lo que se puede ver, en este caso en particular la captura, de modo de calcular la población que debía haber en el mar para producir esa captura (Sparre y Venema, 1995).

Las ecuaciones generales del APV son:

$$\frac{C(y, t, t+1)}{N(y+1, t+1)} = \frac{F(y, t, t+1)}{M + F(y, t, t+1)} * (\exp(F(y, t, t+1) + M) - 1)$$

$$N(y, t) = N(y, t, t+1) * (\exp(F(y, t, t+1) + M)$$

Donde:

C = captura

y = año

t = tiempo (generalmente en años)

F = mortalidad por pesca

M = mortalidad natural

N = número de sobrevivientes

Para realizar el análisis se requirió de información sobre la magnitud de la captura en términos de número de peces. Los desembarques fueron divididos en grupos de tallas. El número total de peces en la captura se obtuvo expandiendo las distribuciones de tallas establecidas a la captura total, empleando para ello información del desembarque expresada en toneladas. Se prepararon tablas con el número de individuos por talla por mes antes de iniciar el análisis.

Este método no presupone que F y Z permanezcan constantes. Cada grupo de talla puede tener un valor de F diferente, por lo que permite un análisis de la población más detallado, el valor de M es el que permanece constante.

Otro requisito para un APV, es asumir un valor de F para el grupo de mayor edad, el cual es llamado "*F terminal*". El valor de F terminal elegido para este grupo fue el que minimizó el cuadrado medio del error a partir de valores arbitrarios.

El análisis de población virtual da como resultado el número de peces capturados durante el año, las mortalidades por pesca y el número de sobrevivientes durante al año.

Patrón de reclutamiento

El reclutamiento corresponde a cierta cantidad de peces jóvenes que entran a formar parte de la población y a partir de ese momento comienzan a tener un efecto decisivo en su dinámica.

En este trabajo se realizó la estimación del Patrón Estacional de Reclutamiento en términos porcentuales, tomando como base los datos de crecimiento en la rutina incluida en el FISAT.

Evaluación del recurso

La evaluación de la pesquería de charal se realizó con el programa denominado CLIMPROD (Fréon *et al.* 1992), que combina variables ambientales con modelos de producción excedente. Requiere de datos anuales de captura y esfuerzo de la pesquería correspondiente a un stock único (por lo menos 12 años) y series de datos anuales sobre las variables ambientales que se conozca influyan en la abundancia o capturabilidad del stock.

Se ingresaron los datos anuales de la captura de charal, el esfuerzo pesquero y la variable ambiental correspondiente a la precipitación pluvial, al programa CLIMPROD. La serie de datos correspondiente a la precipitación del periodo 1978-1997 en el municipio de Champotón, al cual pertenece la comunidad pesquera de Seybaplaya, fueron proporcionados por la Comisión Nacional del Agua Gerencia Estatal Campeche de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

Los datos se ajustaron al modelo de producción generalizado de Pella y Tomlinson (1969) que introduce una variable ambiental. Se seleccionó el siguiente modelo que asume la influencia de la variable ambiental sobre la abundancia del stock:

$$U = a + b * V + c * E$$

Donde:

U = captura por unidad de esfuerzo

E = esfuerzo pesquero

V = variable ambiental

a, b, y c = parámetros de regresión entre la captura, esfuerzo y variable ambiental.

A partir del modelo se construyeron las isopletras de rendimiento en el programa EXEL.

Análisis de la captura y el esfuerzo pesquero

A partir de los avisos de arribo se obtuvo información de las capturas mensuales y el esfuerzo por temporada de pesca de 1978 al 2000, proporcionada por la Oficina Federal de Pesca en Seybaplaya, además se tomaron las estadísticas de captura y esfuerzo en la pesquería de charal del Departamento de Regulación Pesquera de la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) en Campeche. Esta información se utilizó para analizar el comportamiento histórico de la captura, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo.

RESULTADOS

COMPOSICIÓN ESPECÍFICA

Especies que componen la captura de charal.

Con base en el análisis taxonómico realizado a la descarga de las capturas de charal en Seybaplaya, Campeche, se determinó que está compuesta principalmente por cuatro especies de la familia Engraulidae: *Anchoa hepsetus* (Linnaeus, 1758), *Anchoa lyolepis* (Evermann & Marsh, 1902), *Anchoa mitchilli* (Valenciennes, 1848) y *Anchoviella perfasciata* (Poey, 1860) (Fig. 2).

Las especies *Anchoa lyolepis*, *Anchoa mitchilli* y *Anchoviella perfasciata*, fueron separadas de *Anchoa hepsetus* por presentar diferencias en los siguientes caracteres utilizados para el diagnóstico de las especies: la longitud y el tipo de maxilar, la inserción de la aleta anal con respecto a la aleta dorsal, la longitud del hocico con relación al diámetro del ojo, el número de branquiespinas sobre los huesos cefalobranquial y epibranquial del primer arco, el origen del ano y la distancia entre las aletas pectorales y pélvicas, así como el número de vértebras (Tabla 1).

Análisis de la captura y el esfuerzo pesquero

A partir de los avisos de arribo se obtuvo información de las capturas mensuales y el esfuerzo por temporada de pesca de 1978 al 2000, proporcionada por la Oficina Federal de Pesca en Seybaplaya, además se tomaron las estadísticas de captura y esfuerzo en la pesquería de charal del Departamento de Regulación Pesquera de la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) en Campeche. Esta información se utilizó para analizar el comportamiento histórico de la captura, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo.

RESULTADOS

COMPOSICIÓN ESPECÍFICA

Especies que componen la captura de charal.

Con base en el análisis taxonómico realizado a la descarga de las capturas de charal en Seybaplaya, Campeche, se determinó que está compuesta principalmente por cuatro especies de la familia Engraulidae: *Anchoa hepsetus* (Linnaeus, 1758), *Anchoa lyolepis* (Evermann & Marsh, 1902), *Anchoa mitchilli* (Valenciennes, 1848) y *Anchoiella perfasciata* (Poey, 1860) (Fig. 2).

Las especies *Anchoa lyolepis*, *Anchoa mitchilli* y *Anchoiella perfasciata*, fueron separadas de *Anchoa hepsetus* por presentar diferencias en los siguientes caracteres utilizados para el diagnóstico de las especies: la longitud y el tipo de maxilar, la inserción de la aleta anal con respecto a la aleta dorsal, la longitud del hocico con relación al diámetro del ojo, el número de branquiespinas sobre los huesos cefalobranquial y epibranquial del primer arco, el origen del ano y la distancia entre las aletas pectorales y pélvicas, así como el número de vértebras (Tabla 1).

Análisis de la captura y el esfuerzo pesquero

A partir de los avisos de arribo se obtuvo información de las capturas mensuales y el esfuerzo por temporada de pesca de 1978 al 2000, proporcionada por la Oficina Federal de Pesca en Seybaplaya, además se tomaron las estadísticas de captura y esfuerzo en la pesquería de charal del Departamento de Regulación Pesquera de la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) en Campeche. Esta información se utilizó para analizar el comportamiento histórico de la captura, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo.

RESULTADOS

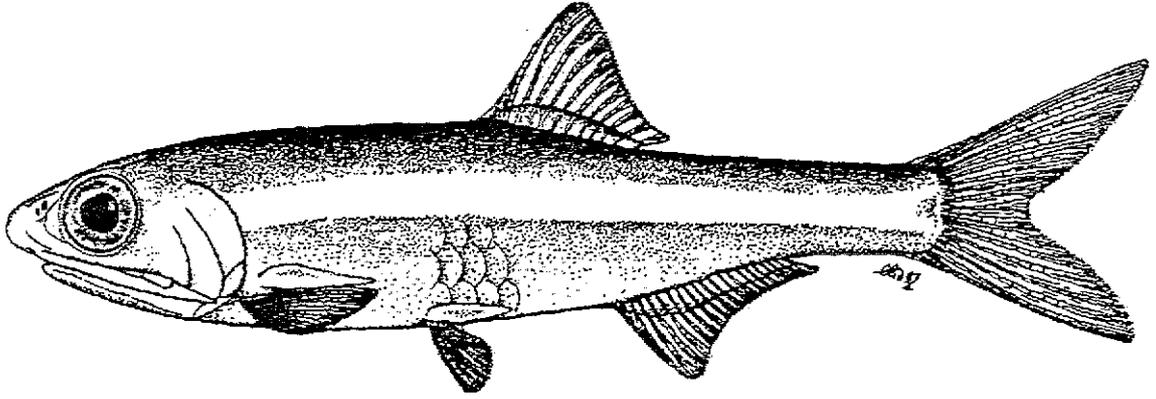
COMPOSICIÓN ESPECÍFICA

Especies que componen la captura de charal.

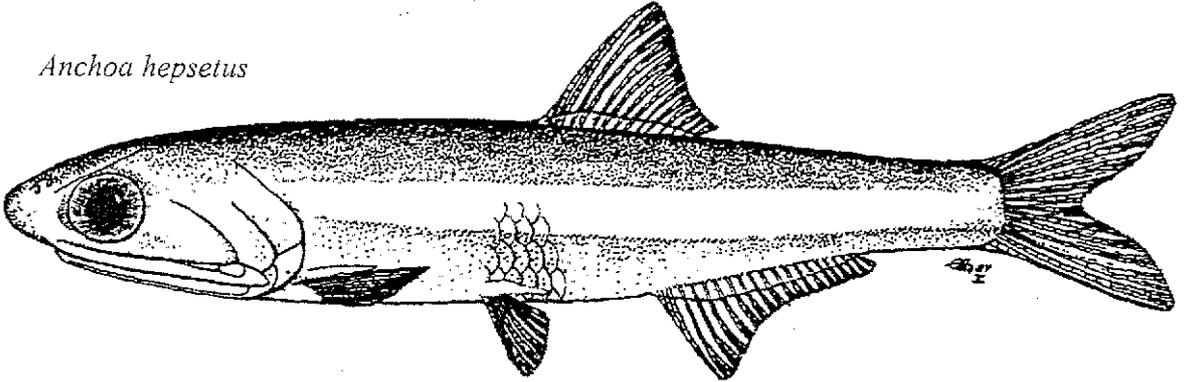
Con base en el análisis taxonómico realizado a la descarga de las capturas de charal en Seybaplaya, Campeche, se determinó que está compuesta principalmente por cuatro especies de la familia Engraulidae: *Anchoa hepsetus* (Linnaeus, 1758), *Anchoa lyolepis* (Evermann & Marsh, 1902), *Anchoa mitchilli* (Valenciennes, 1848) y *Anchoviella perfasciata* (Poey, 1860) (Fig. 2).

Las especies *Anchoa lyolepis*, *Anchoa mitchilli* y *Anchoviella perfasciata*, fueron separadas de *Anchoa hepsetus* por presentar diferencias en los siguientes caracteres utilizados para el diagnóstico de las especies: la longitud y el tipo de maxilar, la inserción de la aleta anal con respecto a la aleta dorsal, la longitud del hocico con relación al diámetro del ojo, el número de branquiespinas sobre los huesos cefalobranquial y epibranquial del primer arco, el origen del ano y la distancia entre las aletas pectorales y pélvicas, así como el número de vértebras (Tabla 1).

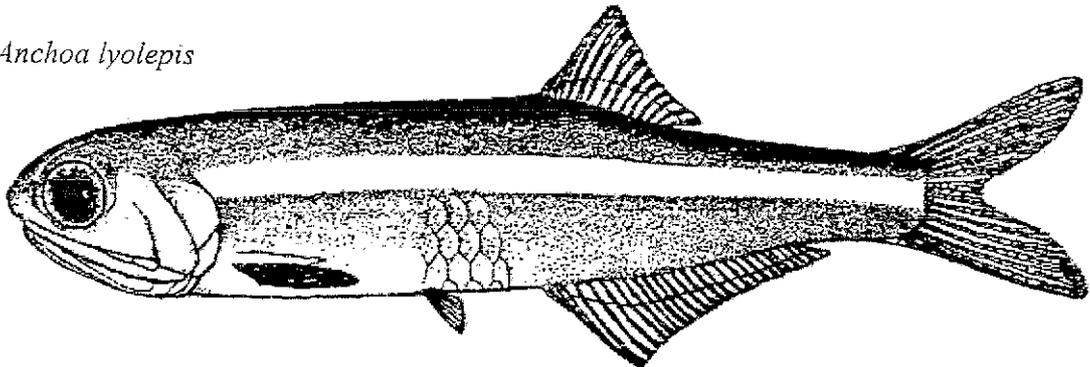
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



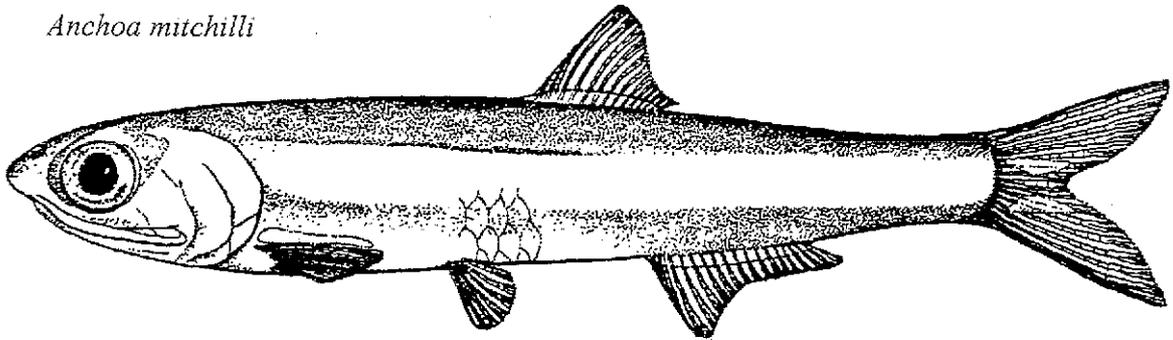
Anchoa hepsetus



Anchoa lyolepis



Anchoa mitchilli



Anchoviella perfasciata

Fig. 2 Especies que componen la captura de charal en Seybaplaya, Campeche (tomado de FAO Fisheries Sinopsis No. 125, Volume 7, Part 2. Whitehead, et al. 1988).

Tabla 1
**CARACTERÍSTICAS DIAGNÓSTICAS DIFERENCIALES DE *Anchoa hepsetus*, CON RESPECTO A *Anchoa hepsetus*,
Anchoa mitchilli y *Anchoa hepsetus***

ESPECIE	VERTEBRAS	HOCICO	MAXILAR	BRANQUIES- PINA RAMA INFERIOR 1er ARCO	RADIOS ALETA ANAL	ORIGEN ALETA ANAL	ORIGEN ANO	DISTANCIA PECTORAL/PELVICAS
<i>Anchoa hepsetus</i>	40-41	Puntagudo 0.75 por ciento el diámetro del ojo	Largo, terminado en punta, alcanza el hueso interopercular y llega hasta la abertura de las branquias	22-25	20	Por debajo de los últimos cuatro radios dorsales	Más cerca de la aleta anal	Pectorales en sus extremos en un 60 por ciento más cerca de las aletas pélvicas
<i>Anchoa hepsetus</i>	41-42	Puntagudo ligeramente menor que el diámetro del ojo	Largo terminado en punta en forma de media luna, alcanza la abertura de las branquias	22-25	21-22	Por debajo de los últimos tres radios dorsales	Más cerca de la aleta anal	Pectorales con sus extremos alejados de las aletas pélvicas
<i>Anchoa mitchilli</i>	40	Corto, menor en un 50 por ciento el diámetro del ojo	Largo, terminado en punta, alcanza el hueso interopercular	22	25	Por debajo de los tres primeros radios dorsales	Más cerca del extremo terminal de las aletas pélvicas	Pectorales en sus extremos en un 60 por ciento más cerca de las aletas pélvicas
<i>Anchoa hepsetus</i>	42	Corto, menor que el diámetro del ojo	Corto, extremo redondeado, no llega el borde del preoperculo	18	20	Por debajo de los últimos siete radios dorsales	Más cerca del extremo de las aletas pélvicas	Pectorales con sus extremos alejados de las aletas pélvicas

Se identificaron otras tres especies de las familias Engraulidae y Clupeidae que no forman parte de la pesquería, aunque son capturadas en importantes volúmenes junto con el charal a saber: *Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1829), *Harengula jaguana*, Poey, 1865 y *Opisthonema oglinum* (Lesueur, 1818). La primera es conocida comúnmente por los pescadores como “tripon”, esta especie por ser más robusta no se deshidrata totalmente en el tiempo de secado, lo que le produce un sabor desagradable. Las otras dos especies son conocidas comúnmente como “sardinas”, todas estas son desechadas cuando se realiza la selección del producto.

Variación en la composición de especies

En el periodo de enero a agosto de 1995, *Anchoa hepsetus* representó el 96% del total de las muestras, durante septiembre y octubre del mismo año, debido a las constantes perturbaciones climáticas y la presencia de los huracanes Opal y Roxana en la zona, no fue posible contar con información de la composición específica en la pesquería durante este periodo. A partir de noviembre del mismo año, se regularizaron las condiciones ambientales pero se notó un cambio significativo en la composición de las especies en la captura; *A. hepsetus* dejó de ser la más abundante. En el mes de noviembre, predominó *A. lyolepis* y *A. hepsetus* se redujo a un 35% del total. En el mes de diciembre predominó *A. mitchilli* en un 71% y tan sólo el 7% de la captura correspondió a *A. hepsetus*. Cabe mencionar que este mes ha sido el único en los seis años en que se realizó el monitoreo en el que se encontró un porcentaje tan alto de *A. mitchilli* y un porcentaje significativo de *Anchoviella perfasciata*, especie que representó un 7% del total mensual. En los siguientes años su aparición ha sido casi casual siendo tan pocos los ejemplares observados que no alcanzan ni el 1% del total analizado. Cabe mencionar que este fue un período atípico por el al paso de los huracanes en la zona. (Fig 3).

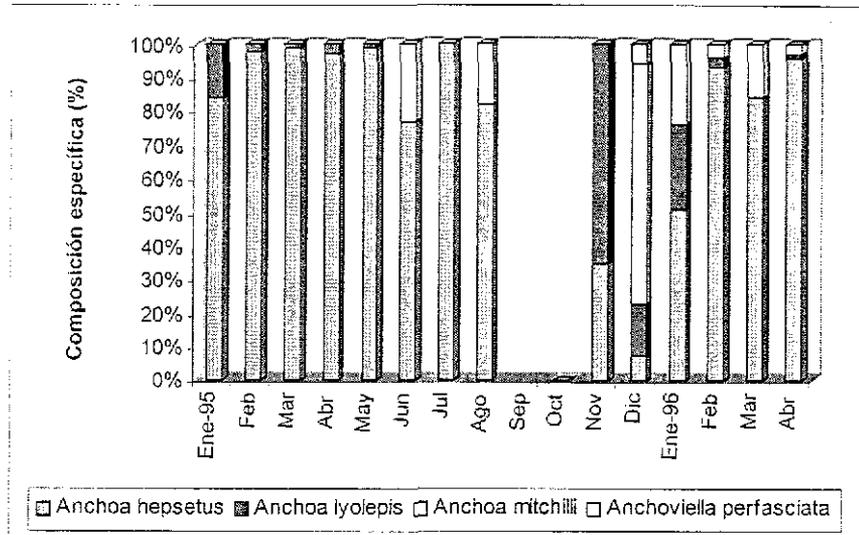


Fig. 3. Variación mensual de la composición específica de la pesquería de charal en Seybaplaya, Campeche de enero de 1995 a abril de 1996.

Comparando el porcentaje promedio de las especies en el año, se observa que *A. hepsetus* representó entre el 73 y 98% del total. Analizando un periodo de seis años se observa que el porcentaje promedio anual más alto para *A. lyolepis* fue de 17% en el año 2000 y 15% para *A. mitchilli* en 1998 (Fig. 4).

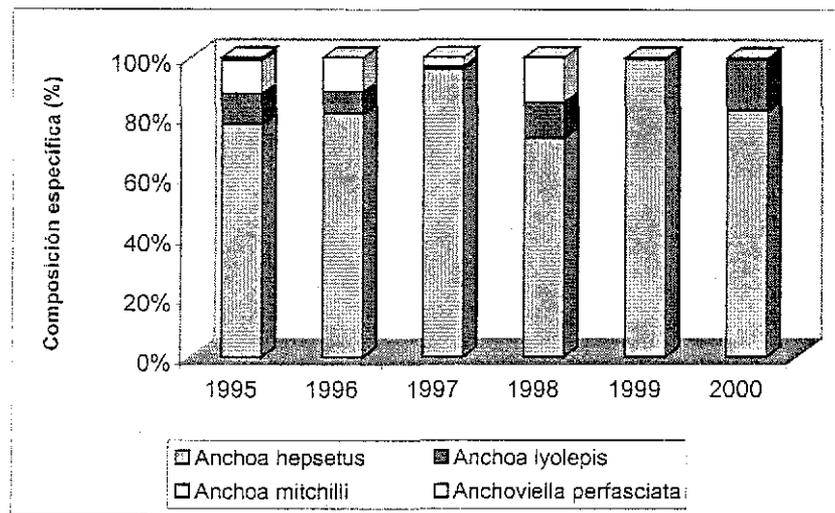


Fig. 4 Variación anual de la composición específica de la pesquería de charal en Seybaplaya, Campeche (1995-2000).

Posición sistemática de *Anchoa hepsetus*.

La siguiente posición sistemática, es de acuerdo a los criterios de Hildebrand (1943) y Hildebrand y Carvalho (1948) para categorías genéricas y específicas y los de Greenwood *et al.* (1966 y 1967), Nelson (1976) y McGowan y Berry (1983), para categorías supragenéricas.

Phyllum:	Chordata
Superclase:	Gnathostomata
Clase:	Osteichthyes
Subclase:	Actinoptergii
Infraclase:	Teleostei
Superorden	Clupeomorpha
Orden:	Clupeiformes
Suborden:	Clupeoidei
Familia:	Engraulidae
Subfamilia:	Engraulinae
Género:	<i>Anchoa</i> (Jordan y Evermann, 1927)
Especie:	<i>Anchoa hepsetus</i> (Linnaeus, 1758)

Descripción: Cuerpo alargado, moderadamente comprimido, vientre redondeado, hocico aproximadamente tres cuartos del diámetro del ojo proyectado mucho más allá del extremo de la mandíbula inferior; su ángulo posterior aproximadamente de 45 grados, maxila con extremo ahusado, adelgazándose bastante hacia la parte cercana al margen del opérculo. El borde inferior de la maxila y premaxila son ligeramente curvados con dientes cónicos; la mandíbula inferior con dientes similares a la superior pero curvados, la primera docena separada del resto por distintos diastemas. Escudo pélvico simple, origen de la dorsal entre la base de la aleta caudal y la parte media del ojo; los radios anteriores de la aleta dorsal deprimida no tocan el borde de los radios posteriores. La aleta anal está por debajo del 8 y 9 radio dorsal ramificado. Los extremos de la aleta pectoral caen por debajo de la aleta pélvica. La aleta pélvica insertada equidistante de la aleta anal y la base de la pectoral. (Jones *et al.*, 1978).

CARACTERÍSTICAS DE LA REPRODUCCIÓN DE *Anchoa hepsetus*

Anchoa hepsetus es heterosexual, sin dimorfismo sexual externo. Internamente se diferencian hasta alcanzar la madurez sexual, las hembras con gónadas de color amarillo rosáceo (ovario) y los machos con gónadas de color blanco perla (testículo). Tanto el ovario como el testículo constan de dos lóbulos, como se puede observar en la figura 5.

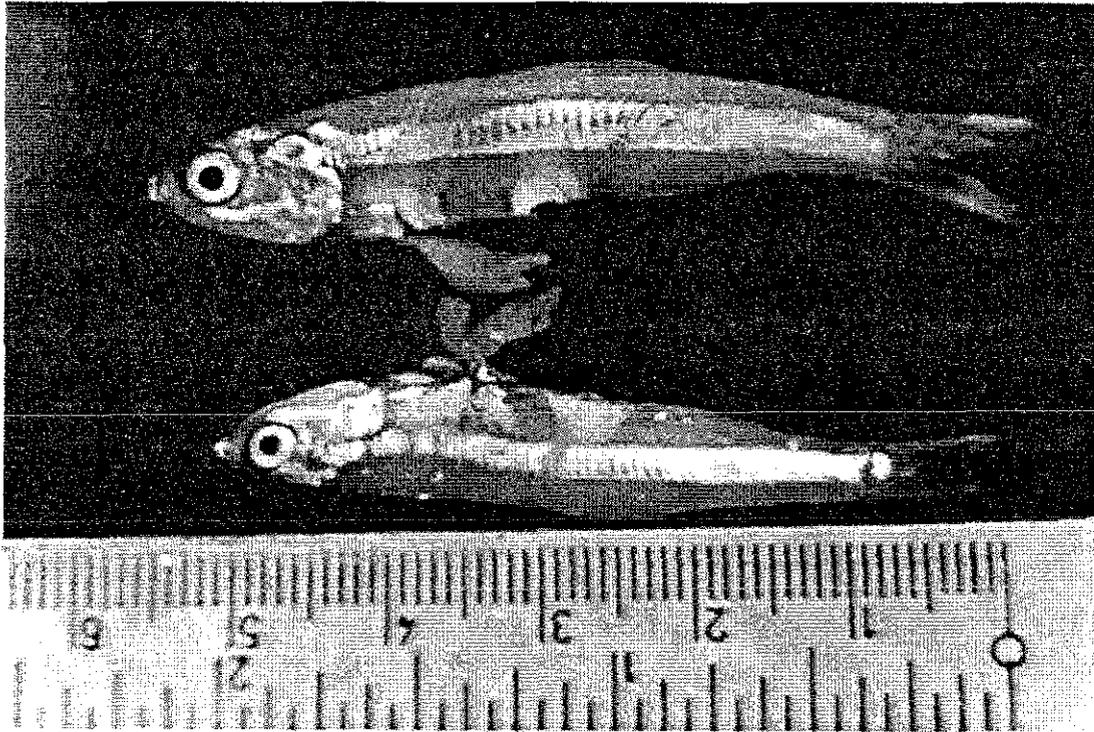


Figura 5 Biometría de *Anchoa hepsetus*. Arriba macho, abajo hembra.

Talla mínima de diferenciación sexual y madurez

A los de 28 mm de longitud total (LT) en machos y 30 mm (LT) en hembras se pueden diferenciar los sexos por observación directa de las gónadas.

La menor talla encontrada de organismos maduros fue de 43 mm de longitud total para hembras y de 48 mm para machos.

Proporción de sexos

En la figura 6 se aprecia el porcentaje de sexos en las capturas de charal. La proporción de sexos fue de 1.2 machos por 1 hembra.

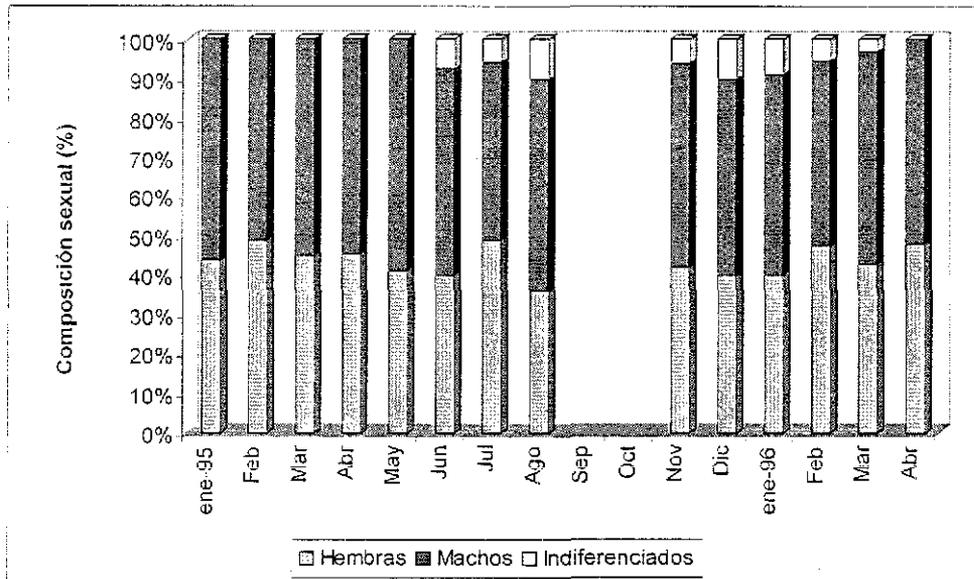


Fig. 6 Variación mensual de la composición de sexos de *Anchoa hepsetus* en Seybaplaya, Campeche.

Fecundidad

La mayor fecundidad se contabilizó en 5738 óvulos en ambos lóbulos del ovario de una hembra de 99 mm de LT y 8.8 g de peso. La hembra madura de menor talla analizada fue de 52 mm de LT y 1.2 g de peso, el número óvulos contados en ella fueron 603 (Fig. 7).

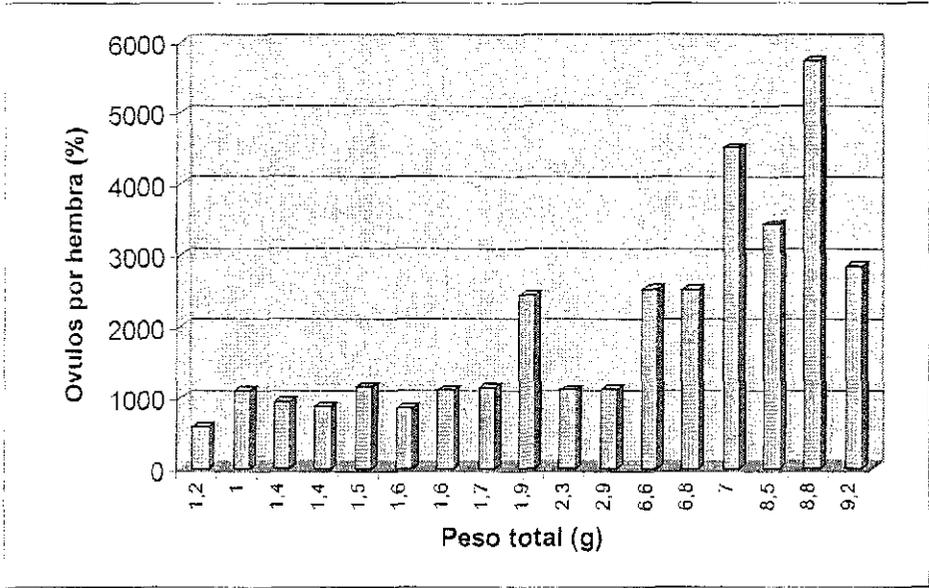


Fig. 7 Número de óvulos con respecto al peso total en hembras maduras de *Anchoa hepsetus* en Seybaplaya, Campeche.

Se determinó el número de óvulos remanentes en una hembra desovada de 9.2 g de peso haciendo un total de 2865 totalmente maduros y listos para otro desove (multiporcional). En general se observó que el número de óvulos maduros presentes en el lóbulo izquierdo de ovario, en todas las hembras analizadas fue siempre mayor que los del lóbulo derecho, en promedio contiene el 32% más ovocitos en el izquierdo (Fig. 8).

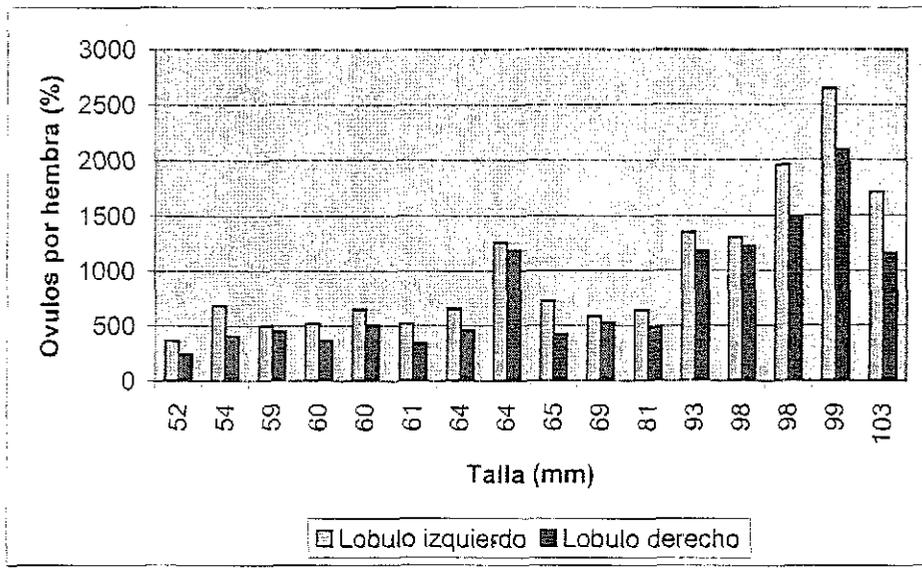


Fig. 8 Óvulos maduros en ambos lóbulos del ovario de *Anchoa hepsetus* en Seybaplaya, Campeche.

Composición de células en los estadios sexuales

Con base en las observaciones y mediciones realizadas a las gónadas de hembras de *Anchoa hepsetus* en los diferentes estadios, la figura 9 muestra la composición por tamaños de las células sexuales tal y como van evolucionando en los organismos, así como la variación en el número de ovogonias, ovocitos y óvulos en cada fase.

En fase II (desarrollo), predominan las ovogonias; en fase III se reducen las ovogonias y aumenta el número de óvulos principalmente de 600 a 800 micras de largo; en la fase IV, predominan los óvulos de 800 micras, en la fase V, se observan óvulos de 800 y 900 micras, con incremento en el número de ovogonias y ovocitos; en la fase VI, casi la totalidad son ovogonias con muy pocos ovocitos y óvulos ya que se encuentra en el periodo denominado reposo.

La escala de madurez sexual con la descripción de las diferentes fases de desarrollo de las gónadas en machos y hembras con base en cortes histológicos se presenta en la Tabla 2.

Se encontró una amplia variación en el tamaño de los huevos de *Anchoa hepsetus*, así como en las formas que van de las esféricas hasta las elípticas. Cuando las hembras se encuentran totalmente maduras son peculiares en la especie los óvulos de forma alargada (Fig. 10).

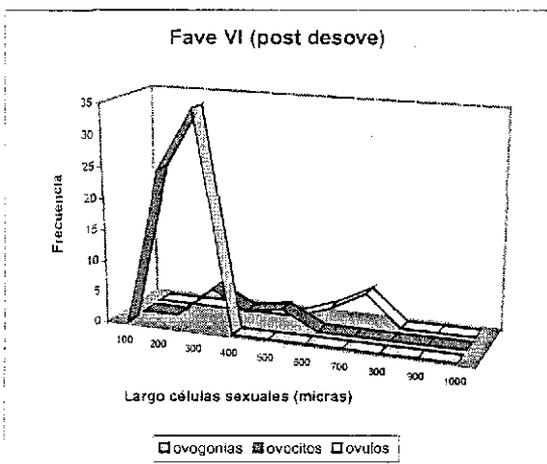
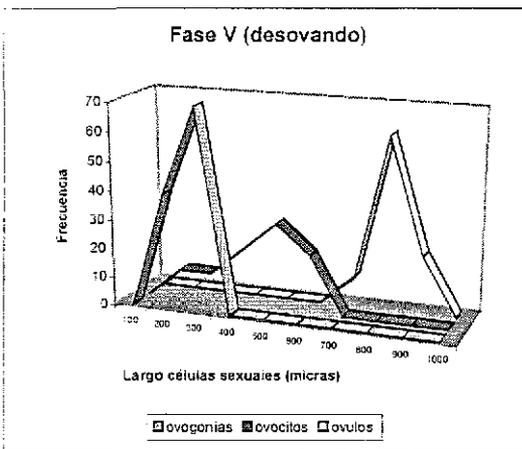
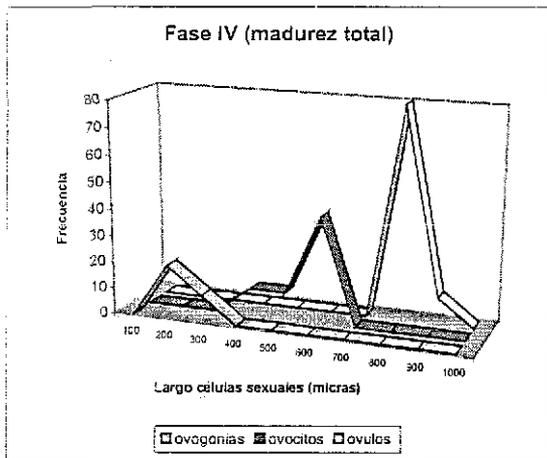
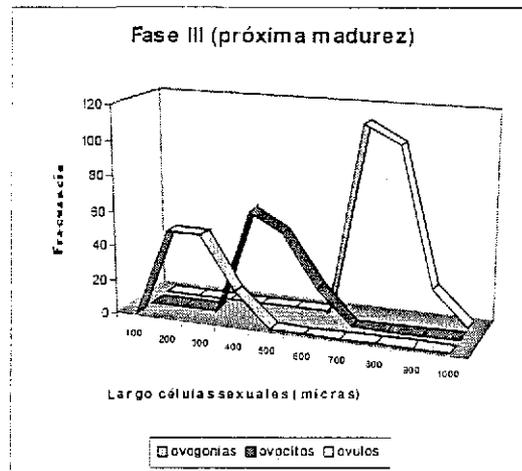
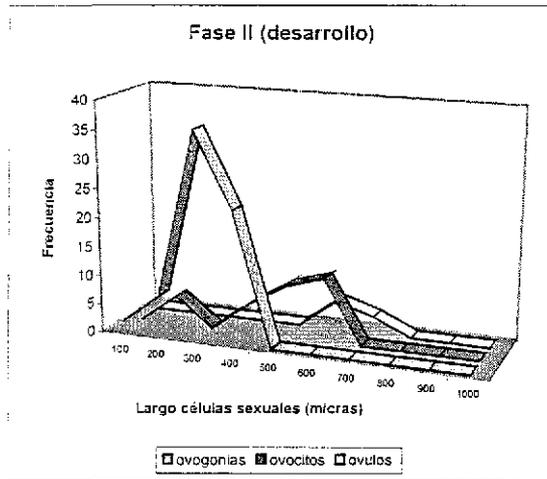


Fig. 9. Composición por tamaños de células sexuales en diferentes fases de desarrollo para *Anchoa hepsetus* en Seybaplaya, Campeche.

Tabla 2
ESCALA DE MADUREZ GONADAL PARA *Anchoa hepsetus* EN SEYBAPLAYA,
CAMPECHE

FASE	ESTADO	SEXO	DESCRIPCIÓN
I	Indefinido	Hembra	Se observa tejido conectivo y epitelio germinal, las zonas de proliferación contienen laminas de células germinales llamadas ovogonias poliedricas o de forma irregular de 50 a 150 micras de diámetro, núcleo muy grande con relación a la célula de poco citoplasma con varios nucleolos peri nucleares, pegados a la membrana interior del núcleo.
		Macho	Zonas con espermatogonias en proliferación que se caracterizan porque su división es mitótica y meiótica por la perdida de la mitad de la cromatina para convertirse en espermatozoides.
II	Desarrollo	Hembra	Ovarios como estructuras pares saculares de aspecto liso, color blanco lechoso de 7 mm de longitud por 2.2 mm de ancho en promedio. Existe gran cantidad de ovogonias y ovocitos con crecimiento asincrónico previtelogénicos y vitelogénicos de 260 a 620 micras de largo por 180 de ancho en promedio, nucleolos perinucleares, el citoplasma con vacuolización fina y clara alrededor del núcleo con algunos gránulos de vitelo. Algunos óvulos pequeños con la zona radiada interna y externa muy visible con teca y epitelio folicular.
		Macho	Testículos triangulares de forma alar blanquecinos, textura blanda y lisa, tubulos seminíferos llenos con espermatogonias y espermatozoides.
III	Próxima madurez	Hembra	Gónada engrosada, forma triangular alar de color amarillo-cremoso, se pueden ver los ovocitos alargados ovales a través de la membrana ondulante y transparente. Predominan los óvulos próximos a madurar de 600-700 micras de largo de dos tipos: los próximos a ser ovopositados y los que van creciendo aceleradamente llenándose de reservas lipídicas y gránulos de vitelo, el óvulo maduro se encuentra rodeado por una membrana de células foliculares, coexisten también ovocitos y ovogonias pero en menor proporción.
		Macho	Gónada blanca nacarada, triangular turgente y lisa al tacto, abundan tubulos seminíferos con numerosos espermatozoides.
IV	Madurez total	Hembra	El citoplasma de los óvulos maduros se encuentra lleno de vacuolas homogéneas y gránulos de vitelo el núcleo central con membrana poco visible. El cambio que se presentan en los óvulos a punto de ser desovados es que las gotas de grasa se agrupan y el vitelo se fusiona. Coexisten en esta fase gran variedad de óvulos de gran tamaño de 800 a 900 μ ovocitos en vitelogenénesis activa, de 400 a 750 micras de longitud por el incremento tanto de el núcleo y del citoplasma, de ahí la distribución en picos de diversos tamaños.
		Macho	Gónada blanca de forma trapezoide aplanada y turgente. Microscópicamente los espermatozoides se presentan en agregaciones radiales muy tupidas y alineadas en el interior de los conductos seminíferos listos para salir.
V	Desovando	Hembra	Gónadas turgentes en ocasiones se observa un ligero color rosa por la ruptura de vasos sanguíneos, contiene remanentes de óvulos parcialmente reabsorbidos y foliculos post ovulatorios. Existe una gran cantidad de óvulos a punto de ser desovados (desove multiporcional). Existe incremento en el número de ovogonias y variada distribución de ovocitos de diversas tallas.
		Macho	Gónada turgente con algunos tubulos semivacios y residuos de espermatozoides alineados hacia el centro del ducto espermático con tejido intersticial abundante.
VI	Post-desove	Hembra	Gónadas flácidas, delgadas de color blanco lechoso opaco bordes rugoso se transparentan los óvulos remanentes a simple vista microscópicamente hay desorganización, se observan células en todas las fases, desde ovogonias hasta óvulos remanentes en reabsorción, como zonas necrosadas.
		Macho	Gónada flácida conductos seminíferos casi vacíos y deformes.

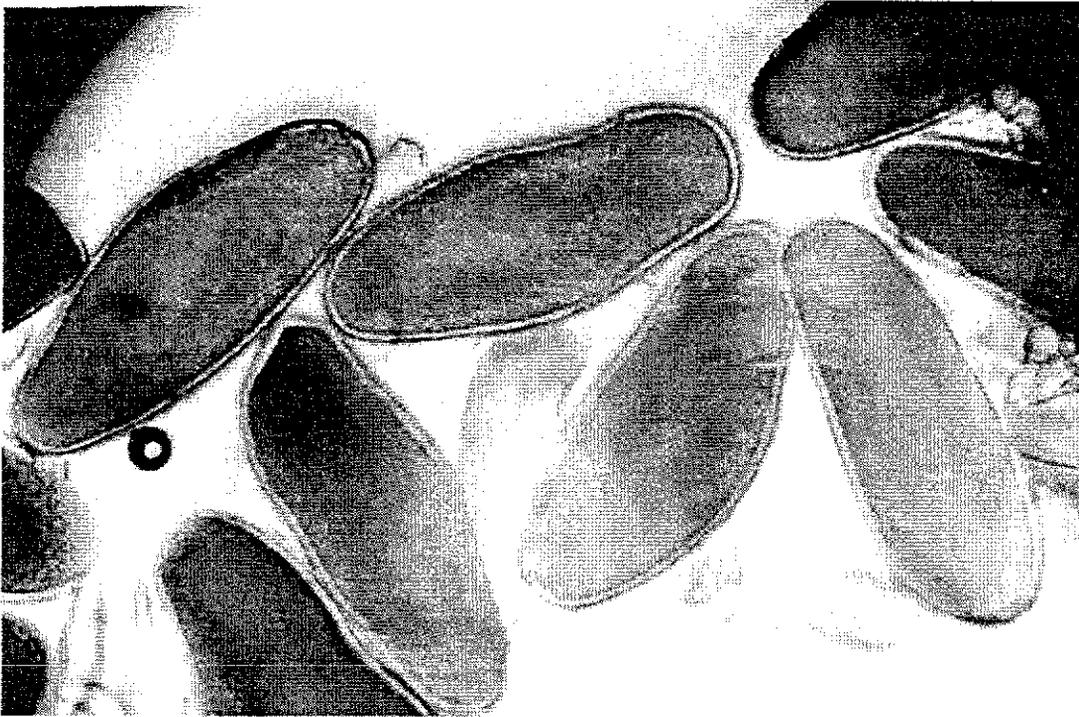


Fig. 10. Óvulos maduros de *A. hepsetus* donde se observa la forma alargada y pared engrasada, teca y vitelo granular abundante y vacuolas lipídicas

La figura 11 muestra las características morfológicas de las diferentes fases de desarrollo de los ovocitos desde el período protoplásmico (A) hasta el post-ovulatorio (fase E) en donde se observa el alargamiento secuencial del ovocito.

En los cortes histológicos de la gónada del macho, en la figura 12 se muestran los cambios en el desarrollo desde la etapa II en la que se observan los conductos espermáticos con abundantes espermátogonias hasta la etapa IV que corresponde a un testículo maduro con abundantes espermatozoos.

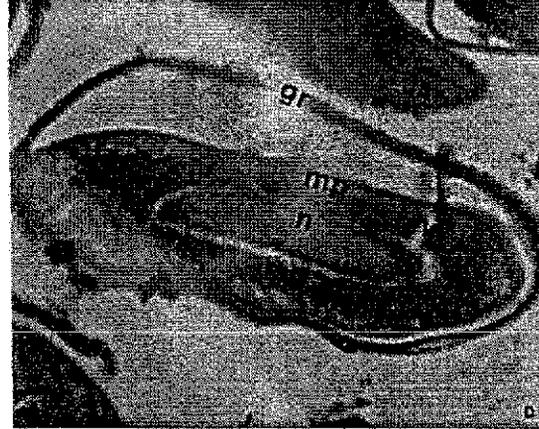
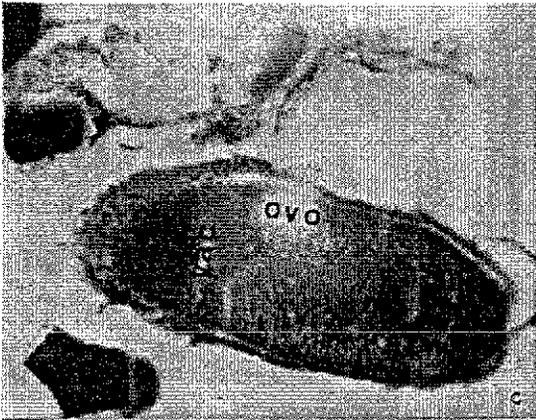
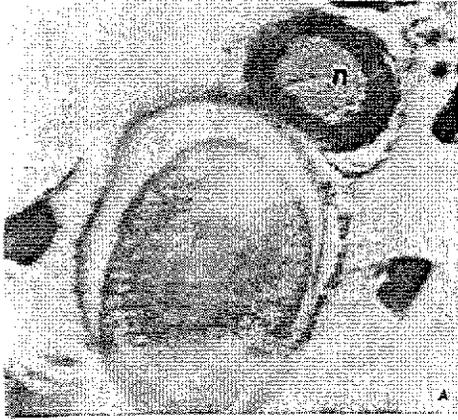


Fig. II Corte Histológico de Ovario de *Imbrina hepsetus*

- A. Ovogenia en estado de maduración I (n) Nucleo
- B. Ovocito en estado de maduración II
- C. Ovocito en estado de maduración III (vac) Vacuolas (ovo) Ovo-vitelo
- D. Ovulo maduro IV alargado e hidratado (gr) Granulosa (mp) Membrana plasmatica
- E. Ovario desorganizado V en desove (fp) Folículo post-ovulatorio (a) Atresia (h) Fagocitos (v) Espacio vacio

Tinc. H-E. Aumento 40x

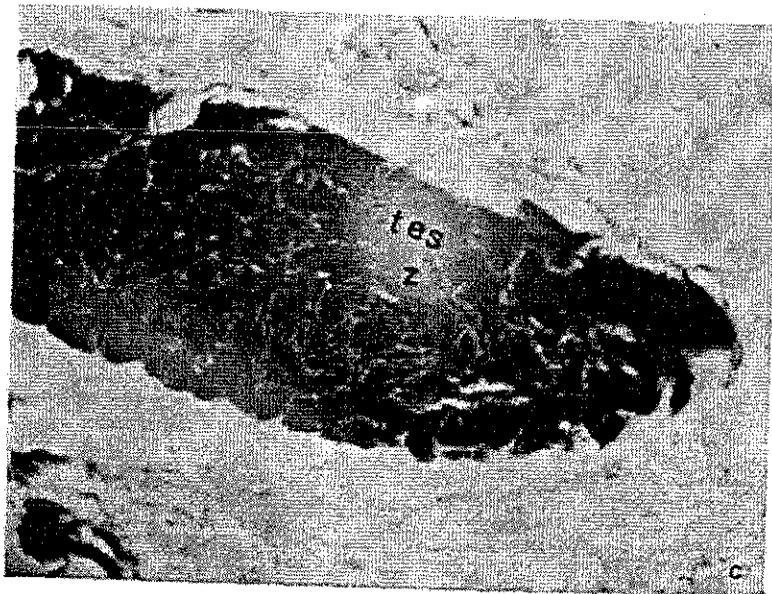


Fig. 12. Corte Histológico de gonada de macho *Anchura la pira*
A. Testículo en etapa II (ec) Conducto espermático con abundantes espermatogonias
B. Macho en gametogenesis avanzada III Conductos espermáticos con teci espermatocitos
C. Lóbulo del testículo derecho maduro (tes), con abundantes espermatozoos (z)
Tinc H-E, Aumento 40x

Época de reproducción y pico de mayor intensidad reproductiva.

Debido a las condiciones climáticas ya mencionadas, se analizaron dos periodos: enero a agosto de 1995 y de noviembre de 1995 a abril de 1996, al inicio del primer período se observa casi un 30% de individuos maduros y más del 60% próximos a madurar, en febrero se determinó que el 75% de los individuos se encontraban próximos a madurar y el 20% totalmente maduros, el porcentaje de maduros se incrementó paulatinamente hasta alcanzar el 74% en mayo. El periodo de desove se dio de mayo a agosto, con un máximo en mayo. En el segundo período, se observó que entre el 15 y 20% de los organismos capturados eran juveniles indiferenciados en los meses de noviembre y diciembre, en los meses de febrero, marzo y abril de 1996, entre el 50 y 60% de los organismos se encontraron próximos a madurar y hacia abril predominaron los totalmente maduros con menos del 5% de los organismos en proceso de desove (Fig. 13).

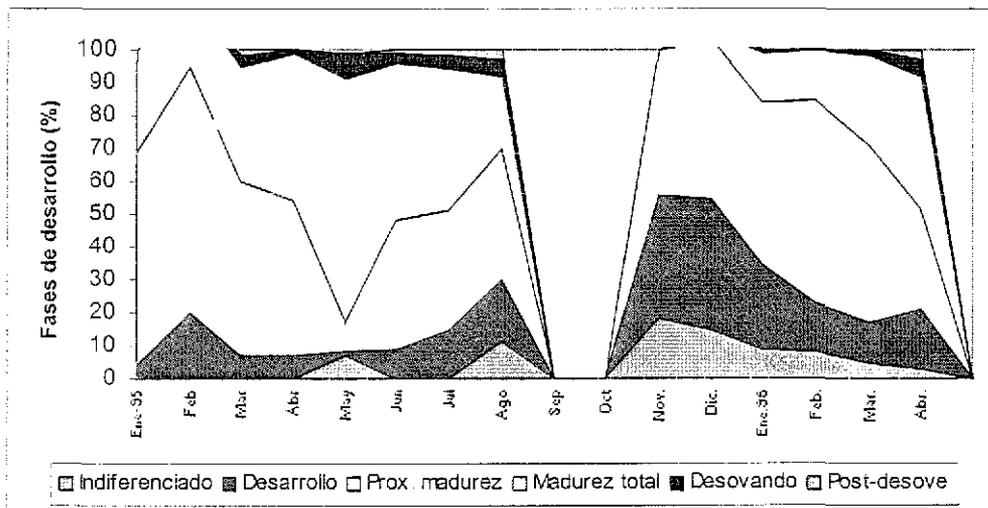


Fig. 13. Fases de desarrollo gonádico de *Anchoa hepsetus* de enero de 1995 a abril de 1996, en Seybaplaya, Campeche.

DINÁMICA Y EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN

A continuación se dan los resultados de los análisis realizados al stock de *Anchoa hepsetus* en el litoral de Campeche.

Relación peso-longitud

De la regresión peso-longitud se obtuvieron los siguientes valores:

$$W = 0.000002 L^{3.3408}$$

En la figura 14 se observa la curva que representa la relación peso-longitud en esta especie a través de la cual es factible relacionar el muestreo de frecuencia de longitudes con el peso de la captura. El coeficiente de regresión o constante de proporcionalidad "a" representa el grado de robustez del pez.

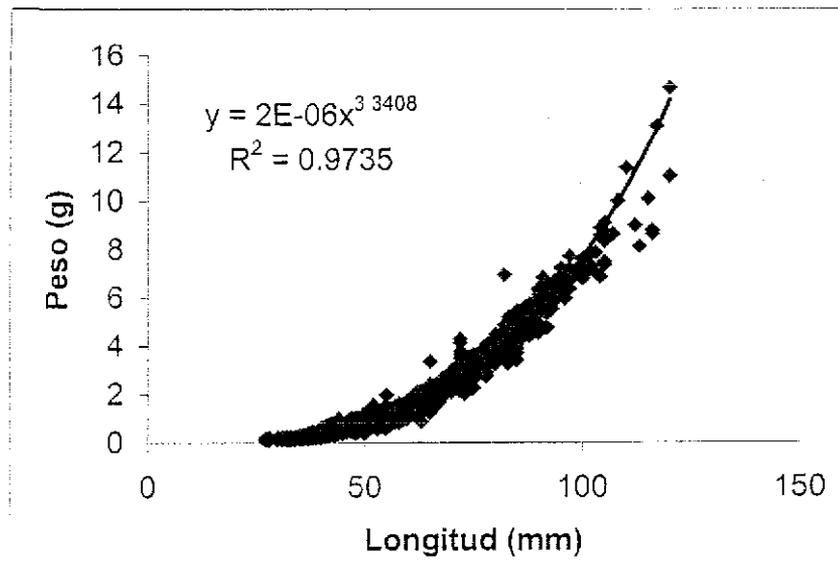


Fig. 14 Relación peso y longitud de *Anchoa hepsetus* en el litoral de Seybaplaya, Campeche

Edad y crecimiento

Con el método predictivo de longitud máxima a partir de valores extremos se determino la longitud máxima esperada de 117.89 mm, con intervalo de confianza (95% de probabilidad de ocurrencia) desde 101.35 hasta 134.43 mm (Fig. 15). Este método se usó para tener una primera aproximación del valor de L_{∞} .

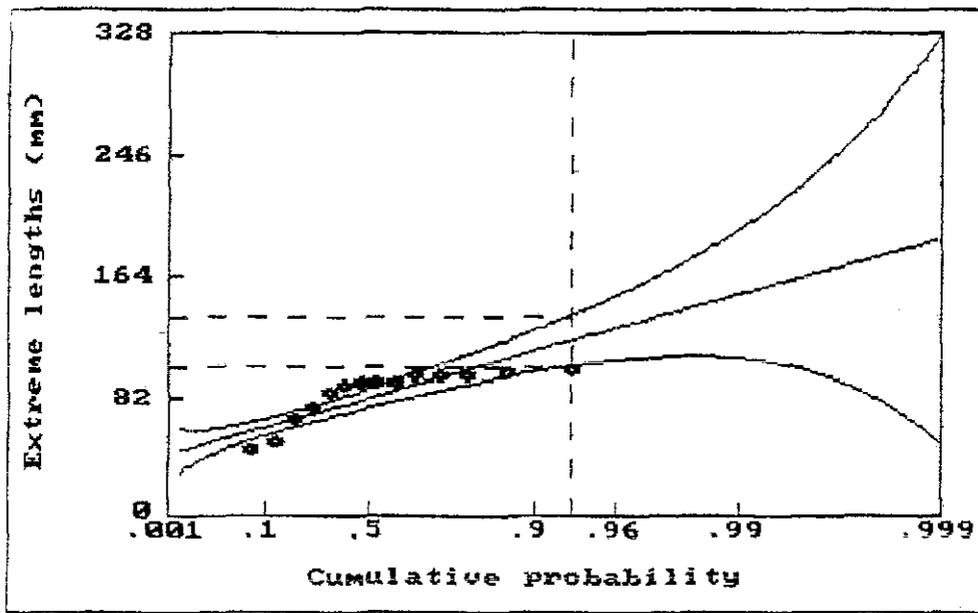


Fig. 15. Primera aproximación al valor de L_{∞} de la especie *Anchoa hepsetus* a partir de la máxima longitud de los valores extremos

Con base en el análisis de progresión modal realizado a partir de los valores de las medias y desviaciones estándares obtenidos con el método de Bhattacharya (1967), se realizo el ligamento de medias para obtener un estimado preliminar de L_{∞} y k , basado en el modelo de Gulland y Holt (1959), los resultados se muestran en la figura 16.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

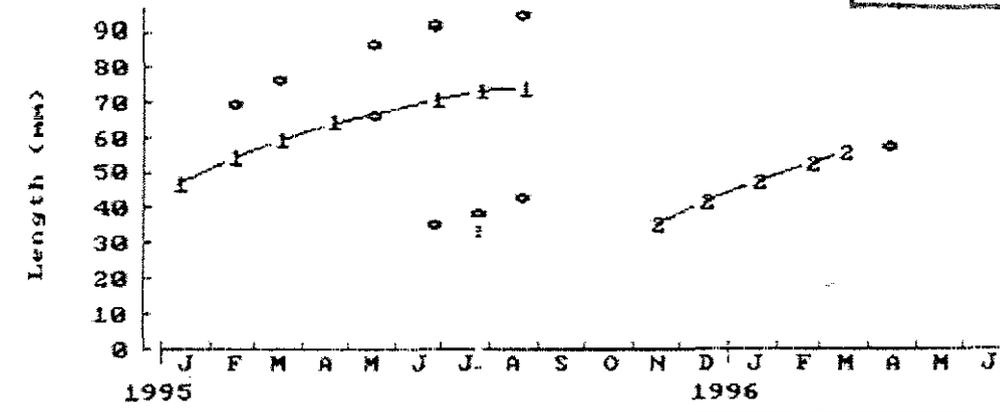


Fig. 16 Análisis de progresión modal para *Anchoa hepseutys* a partir de las medias resultantes del método de Bhattacharya de enero de 1995 a abril de 1996

A partir de los incrementos de crecimiento se realizaron estimaciones preliminares de L_{∞} y k . Con el método de Gulland y Holt (1959), se obtuvo un estimado del “punto de invierno” (winter point), que se relaciona con el tiempo en que los organismos obtienen el menor crecimiento. Para este caso el “punto de invierno” coincidió con el mes de junio, mes en el que el más del 80% de los organismos de la especie se encontraban en reproducción.

Al realizar el análisis computarizado con el programa ELEFAN I, primero se decidió encontrar una aproximación de la constante k por medio de la búsqueda de posibles valores, tomando el valor mas alto de la línea de tendencia que correspondió a $k = 1.6$.

La primera aproximación al valor de L_{∞} y el valor de k previamente estimado se ingresaron a la superficie de respuesta del programa ELEFAN I. Se realizaron diversas combinaciones con los valores de crecimiento para obtener el mejor ajuste y los resultados fueron los siguientes: $L_{\infty} = 120$ mm y $k = 1.3$. (Fig. 17).

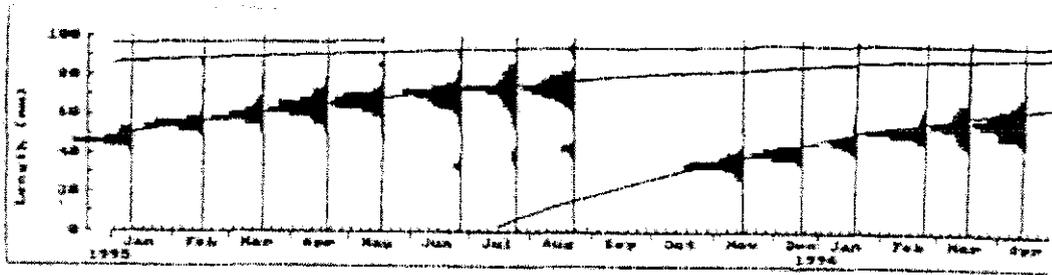


Fig. 17. Curvas de crecimiento ajustadas con el método ELEFAN I para *Anchoa hepsetus* a partir de las frecuencias de longitudes.

En la Tabla 3 se muestran los valores de los parámetros de crecimiento estimados con los diferentes métodos.

Tabla 3
VALORES DE LOS PARÁMETROS DE CRECIMIENTO L_{∞} Y k ESTIMADOS
POR DIFERENTES MÉTODOS PARA *Anchoa hepsetus* EN SEYBAPLAYA,
CAMPECHE

Método	L_{∞}	K
Gulland and Holt (1959)	95.45	1.36
Fabens' method (1965)	93.59	1.38
ELEFAN I (1981)	120.0	1.30

Debido a que con la rutina de ELEFAN I se obtuvo el mejor ajuste del crecimiento en los datos analizados, se continuó el análisis de la dinámica poblacional tomando los valores de crecimiento determinados con este método: $L_{\infty} = 120$ mm, $k = 1.3$ por año y $t_0 = -.25$ año.

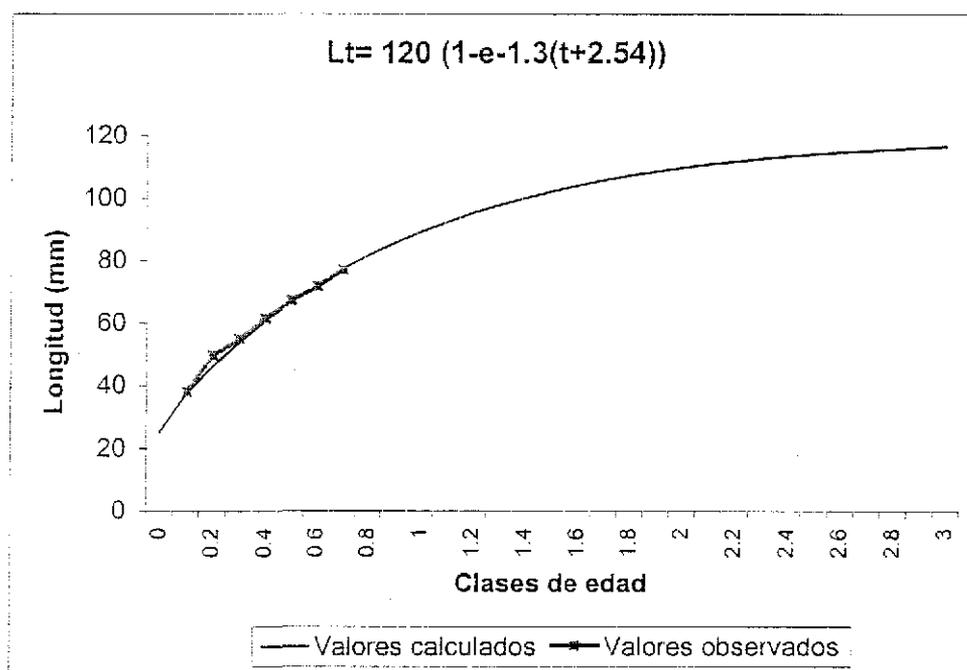
Estos valores se sustituyeron en la ecuación de Von Bertalanffy para el crecimiento en longitud quedando como sigue:

$$L_t = 120 \left(1 - e^{-1.3(t+0.25)} \right)$$

La ecuación que describe el crecimiento en peso es:

$$W_t = 16.03 \left(1 - e^{-1.3(t+0.25)} \right)^{3.3408}$$

En la figura 18 se muestran la curva que representa la relación edad-longitud total para la especie.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Fig. 18. Curva de crecimiento de *Anchoa hepsetus* usando los parámetros k , t_0 y L_∞ calculados a partir del método ELEFAN I.

La longevidad máxima calculada por el método de Pauly (1980), ($t_{max} = 3/k + t_0$) fue de 3 años. La tabla 4 muestra las longitudes y pesos medios de las clases de edad estimados en la población de *Anchoa hepsetus*.

Conociendo los parámetros del crecimiento, se obtuvo la composición por tallas de la muestra y de la captura así como el número de individuos en la captura (Tabla 5). Estos datos se usaron como base para estimar las tasas de mortalidad.

Tabla 4

LONGITUD Y PESO PROMEDIO DE LOS GRUPOS DE EDAD DE LA POBLACIÓN DE *Anchoa hepsetus* OBTENIDOS CON EL AJUSTE DEL MODELO DE VON BERTALANFFY EN SEYBAPLAYA, CAMPECHE.

Edad	Longitud (mm)	Longitud Incremento	Peso (g)	Peso Incremento
0	25.4		0.09	
0.1	37.5	8.6	0.34	0.25
0.2	46.1	7.7	0.67	0.33
0.3	53.8	6.9	1.12	0.45
0.4	60.7	6.2	1.67	0.55
0.5	66.9	5.5	2.30	0.63
0.6	72.4	5.0	3.00	0.70
0.7	77.4	4.4	3.74	0.74
0.8	81.8	4.0	4.50	0.76
0.9	85.8	3.6	5.27	0.77
1	89.4	3.2	6.03	0.76
1.1	92.5	2.9	6.78	0.75
1.2	95.4	2.6	7.50	0.72
1.3	98.0	2.3	8.19	0.69
1.4	100.3	2.1	8.84	0.65
1.5	102.3	1.8	9.46	0.62
1.6	104.2	1.6	10.03	0.58
1.7	105.8	1.5	10.57	0.54
1.8	107.3	1.3	11.07	0.50
1.9	108.6	1.2	11.53	0.46
2	109.8	1.1	11.95	0.42
2.1	110.9	1.0	12.34	0.39
2.2	111.8	0.9	12.70	0.36
2.3	112.7	0.8	13.02	0.32
2.4	113.4	0.7	13.32	0.30
2.5	114.1	0.6	13.58	0.27
2.6	114.7	0.5	13.83	0.24
2.7	115.3	0.5	14.05	0.22
2.8	115.8	0.4	14.25	0.20
2.9	116.2	0.4	14.43	0.18
3	116.6	0.4	14.59	0.16

Tabla 5
COMPOSICIÓN POR TALLAS Y NUMERO DE INDIVIDUOS DE *Anchoa hepsetus*
EN LA CAPTURA COMERCIAL EN LAS TEMPORADAS DE PESCA 1995 Y 1996
EN SEYBAPLAYA, CAMPECHE.

Longitud (mm)	Peso (g)	No. De individuos en la muestra	Muestra (Kg)	Captura (Kg)	No. de individuos en la captura
25		0			
28	0.16	20	0.0032	7507	46920931
31	0.19	31	0.00589	11636	61244162
34	0.24	101	0.02424	37912	157967134
37	0.29	414	0.12006	155402	535869388
40	0.38	491	0.18658	184305	485014253
43	0.51	287	0.14637	107730	211236190
46	0.67	248	0.16616	93091	138941980
49	0.79	422	0.33338	158405	200512737
52	0.92	426	0.39192	159907	173811448
55	1.07	922	0.98654	346089	323447463
58	1.31	697	0.91307	261631	199718404
61	1.57	511	0.80227	191813	122173736
64	1.76	318	0.55968	119367	67822073
67	2.11	259	0.54649	97220	46075909
70	2.81	34	0.09554	12762	4541813
73	3.13	41	0.12833	15390	4916954
76	3.55	57	0.20235	21396	6027027
79	3.91	47	0.18377	17642	4512090
82	4.40	67	0.2948	25150	5715822
85	4.76	54	0.25704	20270	4258370
88	5.46	34	0.18564	12762	2337453
91	5.88	29	0.17052	10886	1851302
94	6.47	10	0.0647	3754	580166
97	7.02	8	0.05616	3003	427769
100	7.33	7	0.05131	2628	358468
103	8.19	5	0.04095	1877	229162
106	8.58	9	0.07722	3378	393742
109	9.33	2	0.01866	751	80465
112	10.16	2	0.02032	751	73891
115	12.85	2	0.0257	751	58423
118	14.00	3	0.042	1126	80436
121	14.50	2	0.029	751	51775

Mortalidad

Con el método de curva de captura linealizada convertida a longitudes y con la información del crecimiento previa, se estimó el valor de mortalidad total en 5.08.

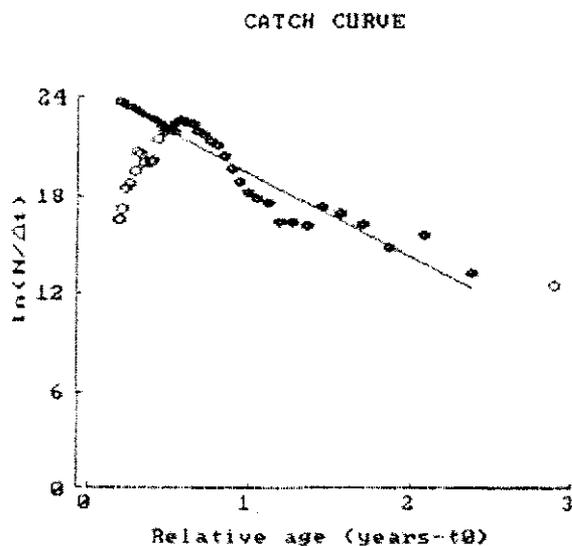
La mortalidad total se separó en sus componentes con los métodos mencionados, quedando de la siguiente manera: con la ecuación empírica de Pauly (1980), basándose en la temperatura promedio anual del agua en la zona de captura de 26° centígrados y sustituyendo este valor en la ecuación se obtuvo el valor de la mortalidad natural de 2.85.

La tasa instantánea de mortalidad por pesca se calculó por sustracción de la mortalidad natural a la mortalidad total:

$$\begin{aligned} Z - M &= F \\ 5.08 - 2.85 &= 2.23 \end{aligned}$$

Se obtuvo la proporción de muertes debidas a la pesca (E) igual a 0.44.

Al analizar la curva de captura (Fig. 19), se observa que la mayoría de los organismos capturados fluctúan entre 1 y dos años y que más del 40% de la población es capturada durante el primer año.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 19. Curva de captura linealizada para *Anchoa hepsetus* en Seybaplaya, Campeche.

Análisis de población virtual

Con los estimados de crecimiento ($L_{\infty} = 120$ mm y $k = 1.3$) y mortalidad ($Z = 5.08$, $M = 2.85$ y $F = 2.23$), se realizó el análisis de población virtual en la pesquería de charal.

El análisis de población virtual o APV es básicamente el análisis de las capturas logradas por la pesca comercial, registros que se obtienen a través de las estadísticas pesqueras, combinada con información detallada sobre la contribución de cada cohorte a la captura total. La idea del método es analizar lo que se puede ver, en este caso particular la captura, a modo de calcular la población que debía haber en el agua para producir esa captura, obteniendo estimados del número de individuos en el mar que produjeron las más de 1,600 toneladas capturadas durante 1995 y graficados en la figura 20, representa un modelo de extinción exponencial con el número de sobrevivientes, el número de ejemplares capturados y el número de muertos por causas naturales derivados del APV, en esta se observa que a partir de los 33 mm los juveniles empiezan a ser afectados por la pesca y se capturan importantes volúmenes de la población en tallas que van de los 45 a los 63 mm.

La tabla 6 proporciona los resultados obtenidos en el análisis de población virtual: la población en número de individuos, la mortalidad por pesca diferencial dependiendo de la talla y la captura en peso (toneladas) en cada intervalo de talla.

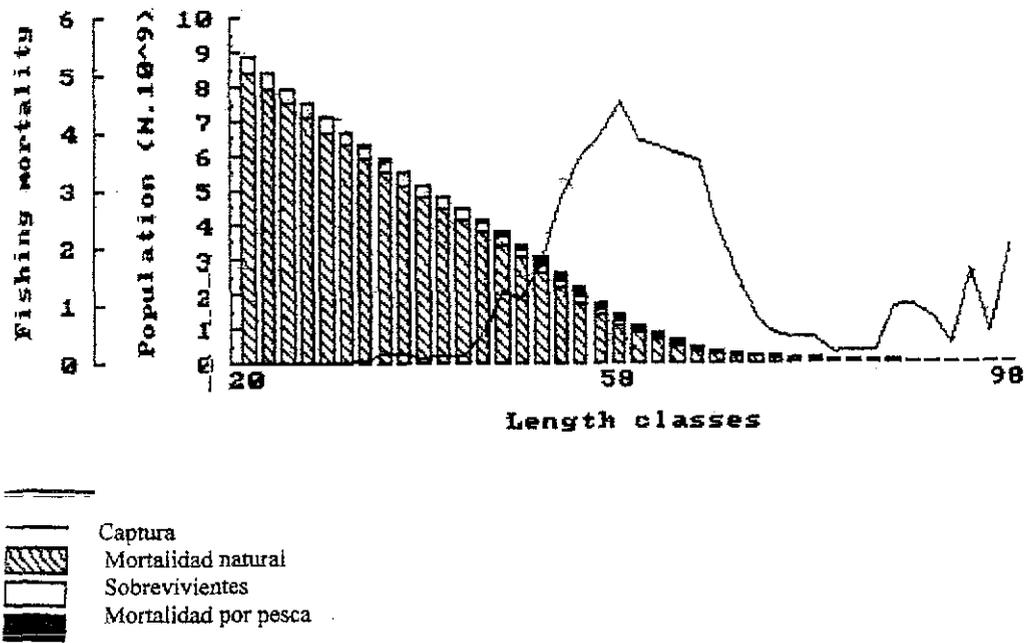


Fig. 20. Extinción exponencial de la población debido a la captura y mortalidad natural a partir del análisis de población virtual.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 6
NUMERO DE PECES EN LA POBLACIÓN, MORTALIDAD DIFERENCIAL Y
CAPTURA EN PESO POR INTERVALO DE TALLA

Clase de longitud (mm)	Población (N*10 ³)	Mortalidad F	Captura (toneladas)
25.0	8853389.00	0.0000	0.00
27.5	8398211.00	0.0021	0.02
30.0	7955365.00	0.0021	0.02
32.5	7525116.50	0.0044	0.05
35.0	7107126.50	0.0181	0.27
37.5	6699816.00	0.0268	0.49
40.0	6304038.50	0.5721	24.80
42.5	5917020.50	0.2734	59.10
45.0	5527778.50	0.1586	56.62
47.5	5153560.00	0.7393	88.19
50.0	4802487.50	2.8514	145.00
52.5	4463414.50	3.5993	176.63
55.0	4135210.75	3.9127	180.14
57.5	3777250.50	4.5129	189.64
60.0	3373184.50	3.8765	146.78
62.5	3009089.75	3.7453	127.88
65.0	2626465.00	3.6570	111.53
67.5	2202614.50	3.4993	94.41
70.0	1789442.25	2.3989	57.95
72.5	1424989.50	1.6204	36.11
75.0	1098998.88	0.8340	17.59
77.5	856602.31	0.5393	10.95
80.0	662346.69	0.4477	8.75
82.5	506711.06	0.4382	8.17
85.0	384214.78	0.1555	2.76
87.5	301303.31	0.1923	3.22
90.0	241597.80	0.2057	3.19
92.5	198794.05	0.9844	13.33
95.0	163866.47	1.0054	10.38
97.5	133669.83	0.8258	6.96
100.0	107103.43	0.1398	5.53
102.5	85410.82	0.1151	4.10
105.0	66708.20	0.1024	3.25
107.5	50250.79	0.1770	4.99
110.0	33467.68	0.1813	4.45
112.5	20769.64	0.0579	1.23
115.0	12026.32	0.3311	2.12
117.5	6651.94	0.6191	6.54
120.0	2183.74	0.5367	1.08
122.5	606.25	0.5000	1.14

Patrón de reclutamiento

La figura 21 muestra el patrón de reclutamiento de organismos a la costa en términos porcentuales. El reclutamiento se presenta de diciembre a mayo, siendo los meses más importantes febrero y marzo en el periodo estudiado.

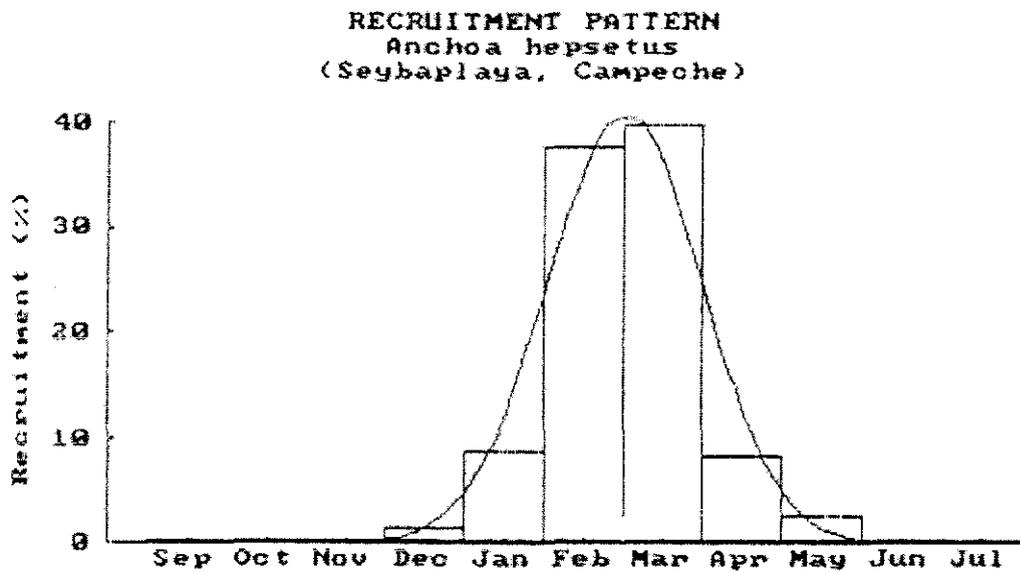


Fig 21. Patrón de reclutamiento de *Anchoa hepsetus* a la zona costera de Seybaplaya, Campeche en porcentajes mensuales

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Evaluación de la pesquería

Con base en el análisis de series de datos ambientales como la temperatura y la precipitación pluvial a modo de conocer si influyen en la abundancia y/o capturabilidad del stock se encontró que las lluvias parecen ser un factor muy importante en estos eventos. En la figura 22, muestra el comportamiento de la captura de charal y el volumen de lluvias ocurridas en el municipio de Campeche durante 10 años.

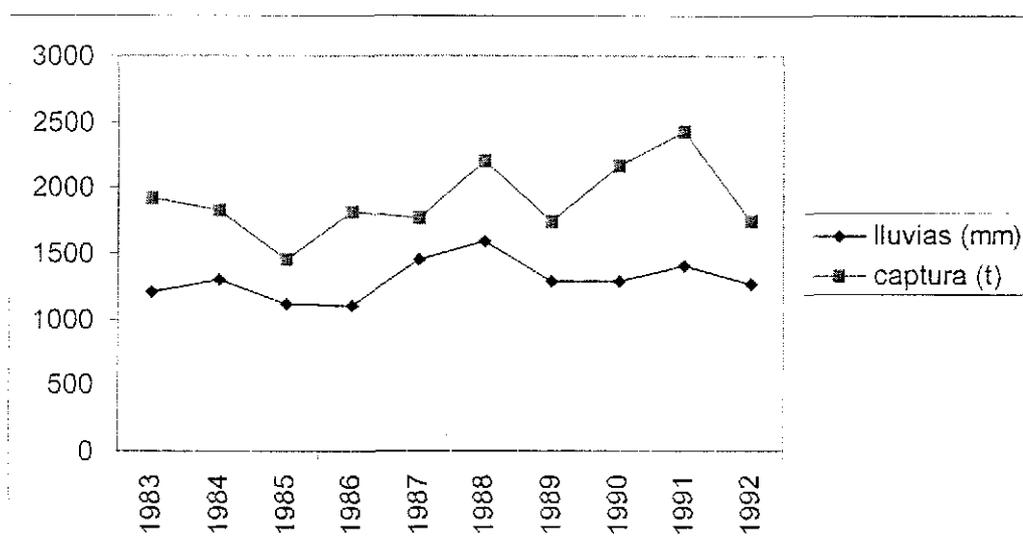


Fig. 22. Captura de charal y precipitación pluvial en Campeche (datos anuales).

Los valores calculados con base en el Programa CLIMPROD fueron: $a = 89.06$; $b = 0.02043117466$; $c = -1.7739$

Al recorrer la isopleta generada por la relación de la captura, el esfuerzo y la variable ambiental generada con el modelo, se observa que la pesquería de charal se puede mantener en el intervalo de 2000 a 2300 toneladas considerando una precipitación promedio de 154 mm que se presenta normalmente en esta entidad y un esfuerzo óptimo entre 35 y 41 artes de pesca respectivamente (Fig. 23).

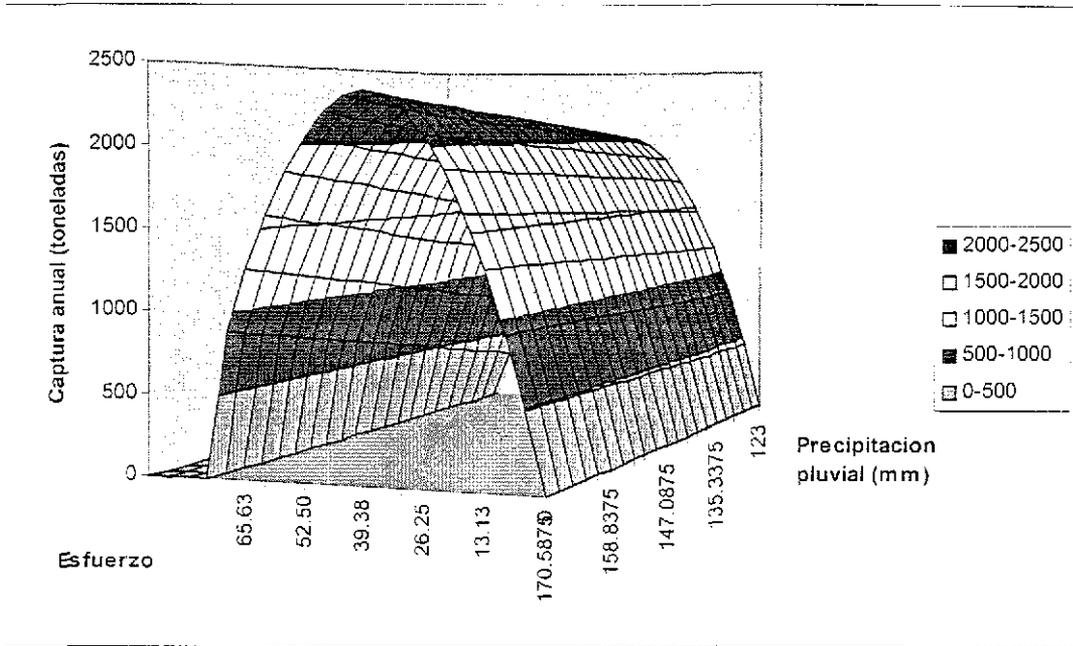


Fig 23. Isopletas de captura y esfuerzo óptimo incluyendo la variable ambiental precipitación pluvial en la pesquería de charal de Seybaplaya, Campeche de 1978 a 1997.

LA PESQUERÍA

Importancia de la pesquería de charal en el estado de Campeche

En la década de los noventa el recurso charal constituyó una de las principales pesquerías en el estado de Campeche con un volumen de captura promedio cercano a las 2,000 t.

En la figura 24 se aprecian las capturas de los 12 recursos pesqueros que proporcionan los volúmenes de captura mayores en el Estado obtenidas de 1991 a 2000. En esta se nota el decremento de las capturas de camarón en casi un 50% en la última década y el incremento de la captura de pulpo en más del 200% en los últimos tres años.

Otros dos recursos pesqueros importantes en el estado de Campeche son la sierra y la jaiba cuyas capturas fluctúan entre 2,000 y 4,000 t, alcanzando ambas su mayor captura en 1996 logrando alrededor de las 5,000 t. Sin embargo es importante resaltar que a pesar de que su captura fue en aumento hasta 1999, en el 2000 ambas tuvieron un decremento de más de 1,000 t.

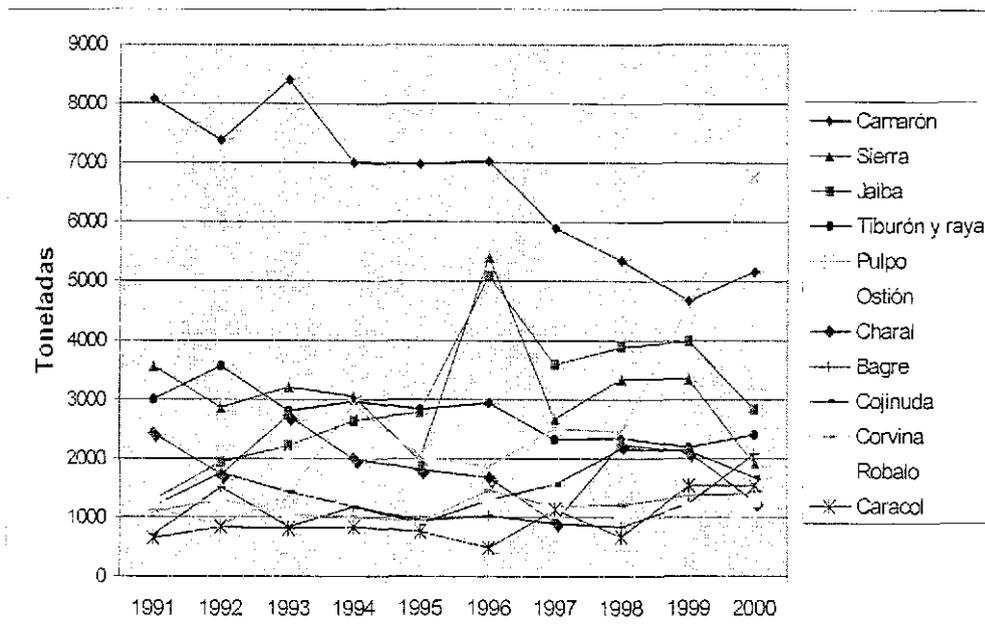


Fig. 24. Recursos pesqueros que proporcionaron los mayores volúmenes de captura (toneladas) en el Estado de Campeche de 1991 a 2000.

Las especies de “escama” como el bagre, la corvina, la cojinuda y el robalo, proporcionan capturas entre las 1,000 y 3,000 t, con fluctuaciones poco notables en sus volúmenes de captura.

La captura de tiburones y rayas fluctuó entre las 2,000 y 3,000 t, sobrepasando la última cifra en 1992, sin embargo se nota un ligero decremento en sus capturas de 1993 a 1999

En cuanto al recurso charal en 1991 ocupó el cuarto lugar en la producción pesquera estatal con 2,427 t; en 1992 el séptimo lugar con 1,741 t; en 1993 el tercer lugar con 2,736 t; de 1994 a 1999 -con excepción de 1997- se ubicó entre el quinto y sexto lugar con captura promedio de 1,966 t. Finalmente en el año 2000 ocupó el onceavo sitio (Fig. 25).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

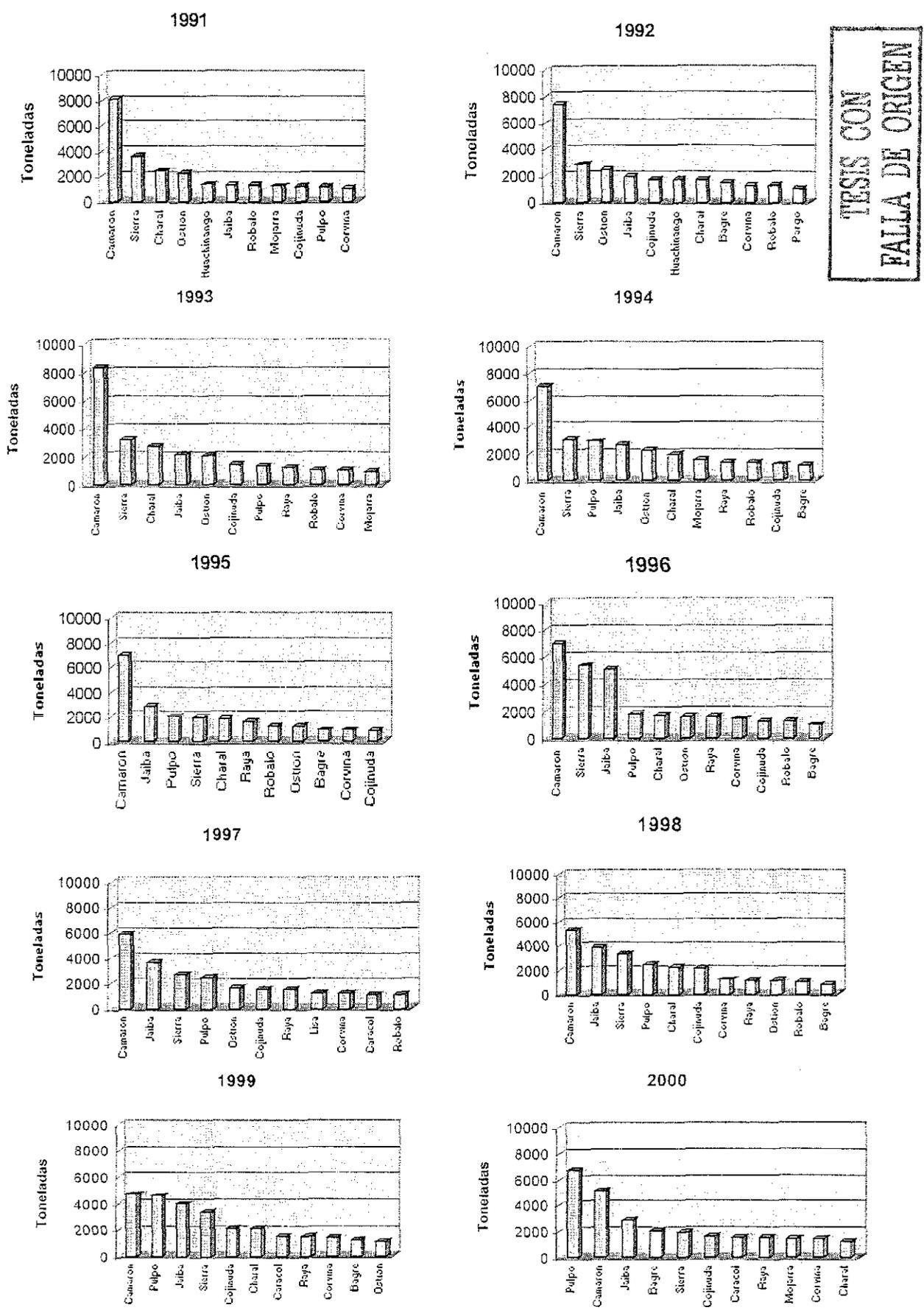


Fig 25 Variación de la composición de capturas (toneladas) de 1991 a 2000 en el Estado de Campeche.

Captura histórica (captura oficial)

La primera cifra de captura de charal en el Estado de Campeche es del año 1973, con un volumen de 14 t. Para los siguientes años se presentó un aumento gradual en la captura, alcanzando 801 t en 1978 y en 1979 la captura se duplicó ya que alcanzó 1646 t.

Entre 1979 y 1981 no existió una diferencia sustancial entre el volumen de la captura alrededor de las 1600 t. Es en 1982 cuando se obtuvo la mayor captura en toda la serie histórica de la pesquería con 2934 t.

De 1983 a 1992 la captura fluctuó entre las 1454 a 2428 t, con un ligero repunte en 1993 cuando alcanzó 2736 t. A partir de 1994 se observó un descenso sostenido en la captura hasta las 906 t en 1997, siendo esta la menor captura reportada en los últimos 20 años, sin embargo en los años siguientes nuevamente se presentó un incremento en la producción de charal por encima de las 2000 t. Finalmente en el año 2000, la captura reportada fue de 1274 t (Fig. 26).

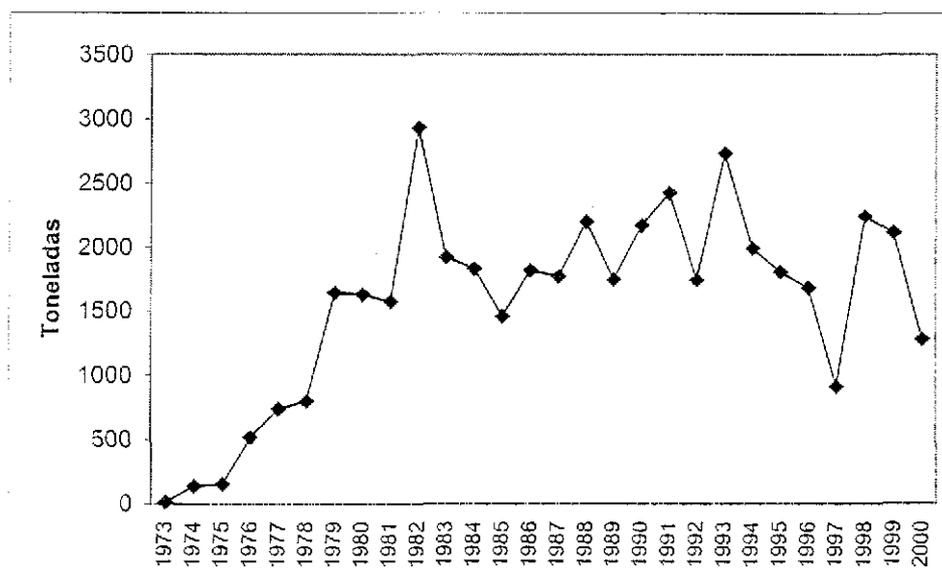


Fig. 26. Serie histórica de la producción de charal de 1973 al 2000

Captura reportada en los avisos de arribo

Al comparar las capturas registradas en los avisos de arribo de la Oficina de Pesca de Seybaplaya y los datos de captura oficial registrados por la Oficina de Regulación Pesquera, se notan diferencias entre ambos.

De 1973 a 1981 no existen diferencias entre el volumen de la captura en ambos registros, sin embargo, en 1982 se notan discrepancias en los volúmenes de captura registrados por ambas fuentes, en este año se registran casi 7000 t por avisos de arribo mientras que en las estadísticas de captura sólo se reportan 2934 t, aún con esta reducción de la cifra, este año es el de más importante en capturas en toda la serie histórica de la pesquería.

Así mismo, también en el año de 1983 se observan diferencias en ambos registros, ya que mientras en los avisos de arribo se dice que se capturaron 1210 t, los registros oficiales establecen 1923 t capturadas. De 1984 a 1987 ambas fuentes reportan la misma captura, pero a partir de 1988 a las capturas de la flota ribereña en general, se le incrementa un 20% por considerarse que este porcentaje representa la captura no registrada, incluida en esta decisión el incremento del 20% a las capturas de charal y de 1855 t capturadas, se reportan 2222 t, estos incrementos en las capturas llegan a ser del 50% a partir de 1990 hasta la presente fecha (Fig. 27).

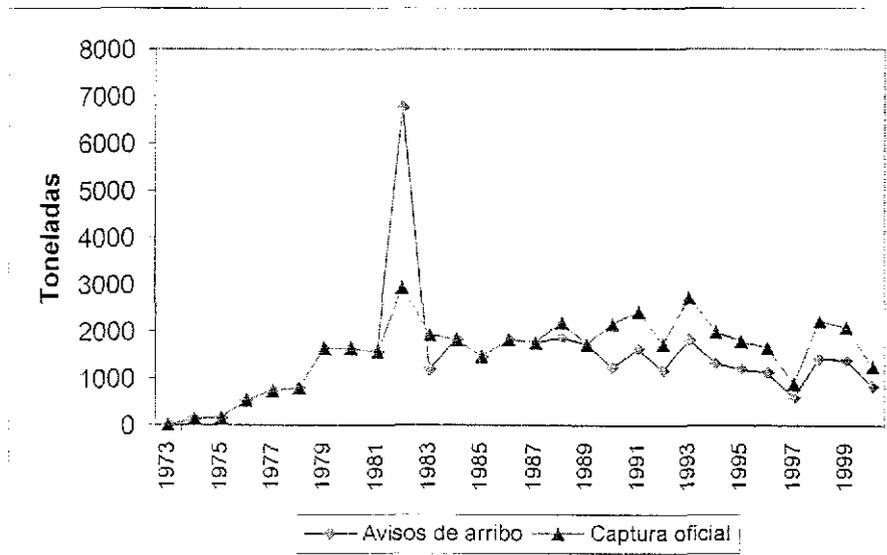
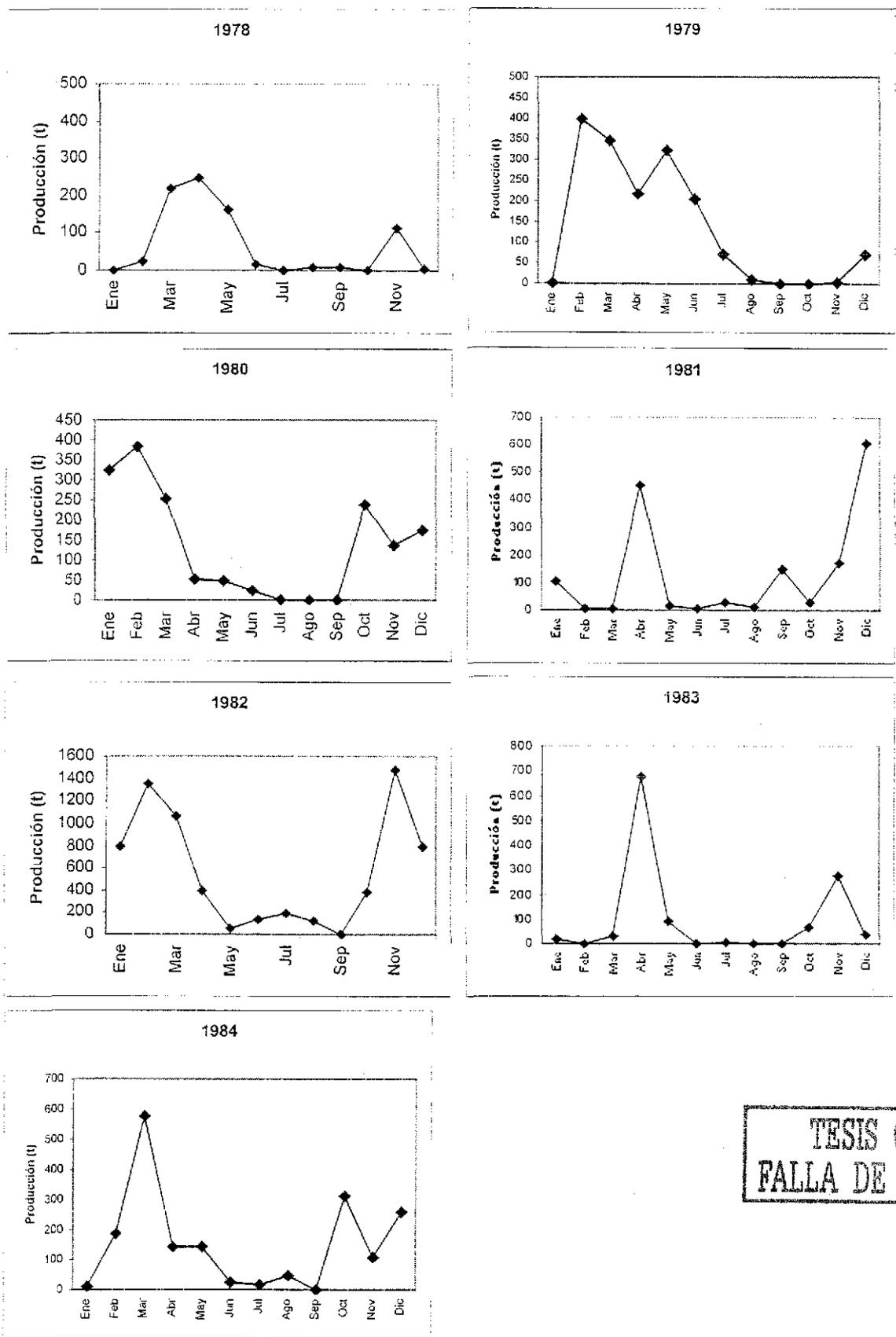


Fig 27. Comparación de los registros de avisos de arribo y oficial de 1973 al 2000 en Seybaplaya, Campeche.

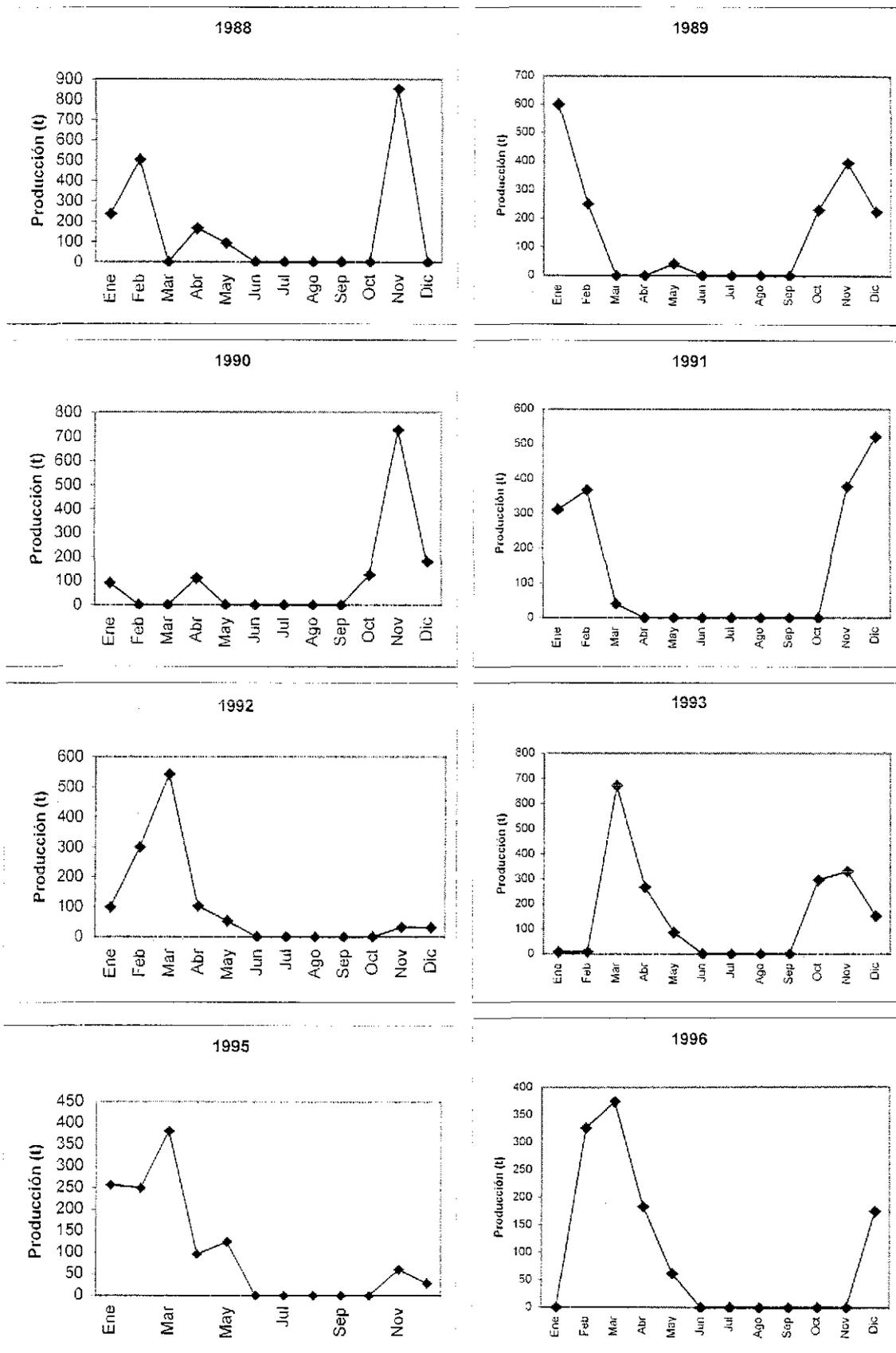
A partir de la información de las capturas mensuales de charal proveniente de los avisos de arribo, se realizó el análisis en dos períodos: de 1978 a 1983 cuando se pescaba todo el año sin restricciones (Fig. 28) y de 1988 a 1995 con veda establecida de seis meses y medio cada año (Fig. 29). En las capturas mensuales del primer periodo -sin reglamentación- se aprecia que son los meses de marzo, abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre los más importantes en cuanto a volumen de captura, así como julio, agosto y septiembre, el periodo en la mayoría de los años analizados en el que se obtuvieron las menores capturas. En el segundo periodo analizado -con veda- se observa el mismo comportamiento de las capturas mensuales.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 28. Captura mensual de charal de 1978 a 1983, antes del establecimiento de la veda.



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Fig 29 Captura mensual de charal de 1988 a 1996, después del establecimiento de la veda.

Unidad de Pesca.

La unidad de pesca consiste en una embarcación generalmente de 22 pies de eslora, un chinchorro charalero y de seis a ocho pescadores que participan en la operación.

Características y operación del arte de pesca

El arte de pesca utilizado en la captura es el chinchorro charalero confeccionado con tela de miriñaque o mosquitero. Consta de dos alas de 50 o 60 m de largo por 2 m de caída y un copo de 8 m de largo y 3 m de ancho en promedio, con luz de malla de 1 mm, cabo de polietileno, boyas R-14 y plomadas de arena y cemento. Las operaciones de pesca se realizan prácticamente pegadas a la costa a profundidades no mayores de 1 m, generalmente se utilizan embarcaciones de 22 pies de eslora con motores fuera de borda para transportar el equipo. Para operar el arte de pesca se requieren de 6 a 8 pescadores, primero se localiza el cardúmen de charal desde la playa, se tira la red por uno de los extremos y lo rodean con la lancha formando un cerco, algunos pescadores mediante golpes asestados al agua, dirigen al cardúmen hacia el copo, una vez que los organismos se encuentran en el copo, se cierra el cerco y se recobra la red.

El producto es depositado en la embarcación para realizar otros lances hasta completar la captura del día que es transportada hacia los secaderos (pisos de cemento al sol) ubicados en la orilla de la playa o cerca de ella. El producto se traslada en cestos de bejuco y es esparcido en los secaderos para deshidratarlo a la intemperie (Fig. 30), esto último se lleva hasta dos días, pasado este tiempo, el charal ya seco es seleccionado, eliminando las sardinas y juveniles de otras especies comerciales, se recobra en sacos de 50 kilos que son temporalmente almacenados para posteriormente distribuir en forma de charal seco en el mercado nacional.



Fig. 30. Disposición de la captura para el proceso de secado

En la Tabla 6 se muestran las dimensiones de 40 artes de pesca en operación cesadas en 1998. De acuerdo a esta, la longitud de la red varia de 60 a 164 m y la longitud del copo se registra de 4.6 a 8.5 m de largo por 1.25 a 3 m de ancho, con caída desde 2 hasta 2.8 m. En la figura 31 se muestra una fotografía del chinchorro charalero confeccionado con miriñaque.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 6
DIMENSIONES DE LAS REDES CHARALERAS POR PESCADOR
CENSO EFECTUADO EN SEYBAPLAYA, CAMPECHE, 1998.

NOMBRE	NO. EQUIPO	LONGITUD RED (ALA) (m)	LONGITUD COPO (m)	CAIDA RED (m)	ANCHO COPO (m)	OBSERVACIONES
RAMON QUINTAL	2	110	5.85	2.8	2.75	* SOLO SE
EDUARDO CRUZ PUCH *	2	121.8	5.5	2.1	1.25	REVISO
MIGUEL VILLARINO HERRERA *	2	91.2	6.1	2.3	2.4	UN EQUIPO
LUIS VILLARINO RODRIGUEZ *	2	110.8	6	2.25	2.6	
JOSE DEL C. JIMENEZ MORENO *	2	133.2	7.5	2.3	2.25	
LAUREANO RAMIREZ M.	1	146	4.7	2.3	2.2	
LAUREANO RAMIREZ M.	1	80	5.4	2.3	2.2	
ANGEL RUTILO RAMIREZ MTZ.	1	112	4.75	2.2	2.2	
JOSE DEL C. SOSA CASTRO	1	134	6	2.2	2.3	
MANUEL SOSA PACHECO	1	134	6	2.2	2.3	
TEODORO ALMEIDA	1	140	4.7	2.2	1.8	
MANUEL MARTINEZ AGUILAR	1	88	7.5	2.2	2.94	
MANUEL MARTINEZ AGUILAR	1	88	7.5	2.2	2.94	
MANUEL MARTINEZ AGUILAR	1	88	7.5	2.2	2.94	
ANTONIO HUICAB EHUAN	1	88	6.5	2.2	2.8	
ANTONIO HUICAB EHUAN	1	90	6.5	2.22	2.8	
OSCAR ALMEIDA	1	147.4	7.55	2.3	2.5	
MAXIMILIANO KUC CRUZ	1	124.6	7.0	2.4	2.5	
FRANCISCO KUC CRUZ	1	164	7.2	2.2	3.1	
ELVIRA TALANGO	1	96.5	5.45	2.15	2.15	
SAN ANTONIO SEGOVIA ALVAREZ	1	122.2	5.5	2.3	1.7	
MANUEL DZIB ROSADO	1	88	5.2	2.3	1.9	
JOSE F. GONGORA DZIB	1	110.2	6	2.4	3	
EMILIO HERRERA OSORIO	1	110	7.1	2.4	2.5	
RUBEN RODRIGUEZ HERRERA	1	70.4	6.85	2.25	2.0	
CARLOS RIVERA MEDINA	1	91	5.2	2.7	3	
LUIS GONGORA DZIB	1	86.6	5.35	2.25	1.9	
BALVINO DZIB ROSADO	1	137.3	7.6	2.6	2	
ISIDRO PACHECO	1	123	6.9	2.4	2.4	
TOMAS KUC CRUZ	1	114	7	2.3	2.6	
JOSE DEL C. PACHECO UC	1	146	8.5	2.5	2.4	
FRANCISCO PACHECO UC	1	118.6	4.6	2.3	3	
JOSE LEON CHAN	1	144	6.3	2.5	2.3	
MARIA SILVA	1	92	6.8	2.6	2.3	
ALVARO SILVA COLLI	1	60.6	5.05	2.3	1.8	
RICARDO BRICEÑO LEON	1	135.3	5.75	2.4	3.1	
MANUEL A. PEREZ TALANGO	1	131	7.75	2.05	2.3	
SEPTIMIO CAAMAL	1	114.8	6.3	2.4	3.3	
ANDRES CAAMAL	1	136.6	5.5	2.35	1.8	
DANIEL BALAM RIOS	1	140.4	6.1	2.3	1.6	



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 31. Arte de pesca utilizado en la captura de charal en Seybaplaya, Campeche.

Estrategia de pesca

La pesquería de charal es una actividad que inicia en octubre, en época de nortes posterior a la de lluvias, con descenso en la temperatura ambiente y del agua. En este periodo los cardúmenes de charal en su mayoría conformados por juveniles de peces, arriban a la zona costera donde encuentran refugio y alimento.

La captura de charal se prolonga generalmente hasta el mes de mayo que es el último mes de la temporada seca. Como se puede apreciar en la figura 32, durante toda la temporada de lluvias no hay captura de este recurso ya que es la temporada de veda.

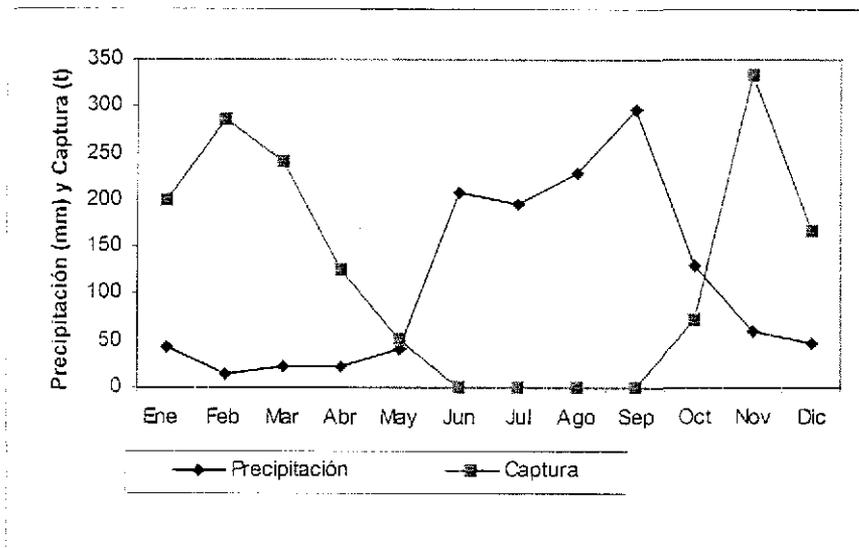


Fig. 32. Captura promedio de charal y precipitación promedio de 1988 a 1996 en Seybaplaya, Campeche

Con base en la experiencia de los pescadores se sabe que las mejores capturas se obtienen después del paso de algún norte o perturbación ambiental, debido a que a los fuertes vientos en la Sonda de Campeche hacen que los cardúmenes busquen protección en la zona costera.

Generalmente cuando empieza la temporada de pesca esta se desarrolla en la zona norte de Seybaplaya, migrando paulatinamente hacia el sur conforme se desplazan los cardúmenes.

La pesca diaria se inicia a las 5 de la mañana, para realizar los primeros lances al amanecer, en promedio se realizan 3 lances por día, empleando de 3 a 7 horas en la captura, dependiendo del tamaño de los cardúmenes ya que si son suficientemente grandes, se realizan menos lances debido a que pronto se llena la embarcación, y por ende se reduce el tiempo de pesca.

Esfuerzo pesquero

El esfuerzo pesquero se registra a partir del año de 1978, existiendo en ese momento un total de 20 artes de pesca que se mantiene hasta 1981.

Desde 1982 la tendencia del esfuerzo es hacia el incremento, registrándose en ese año 32 equipos en operación, lo que representa en porcentaje un aumento superior al 50% en un año. En 1983 los equipos en operación se incrementaron a 45, manteniéndose este número hasta 1987. En 1988 y 1989 hubo ingreso de nuevas artes de pesca, registrándose en esos años 54 y 57 equipos en operación respectivamente.

Durante 1990 el número de equipos de pesca se reduce a 53. A partir de 1991 con la conformación de la Sociedad de Solidaridad Social "Charaleros de Seybaplaya", los equipos registrados se mantienen en 45 y es hasta 1996 cuando se incrementa a 49 equipos en operación, que se mantienen durante dos temporadas de pesca. Desde 1998 hasta el año 2000 fueron 45 los equipos que capturaron charal (Fig. 33).

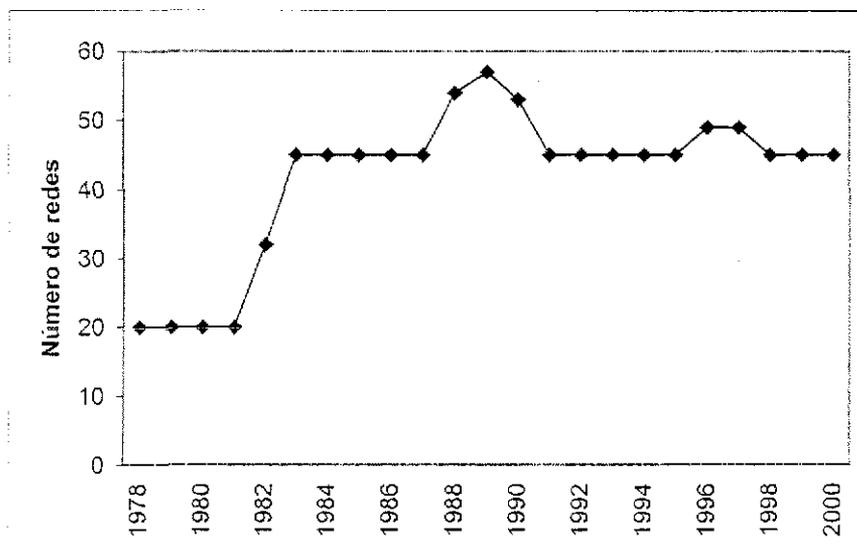


Fig. 33. Esfuerzo pesquero ejercido sobre el charal de 1978 al 2000 en Seybaplaya, Campeche

Captura por unidad de esfuerzo (C.P.U.E).

Los rendimientos calculados con base en la captura reportada en los avisos de arribo y tomando como unidad de esfuerzo el número de artes de pesca con la que se obtuvo esta captura muestran tendencia al decremento.

Para el período de 1979 a 1982 por cada arte de pesca se obtuvieron rendimientos por encima de las 80 t con no más de 32 equipos en operación. Cabe mencionar que sólo para este año se usó el dato de captura oficial para evitar la posibilidad de error en la cifra considerablemente mayor que registran los avisos de arribo.

A partir de 1983 los valores de C.P.U.E. se redujeron de manera notable con el ingreso de 13 equipos más en operación con respecto al período anterior, después de este, los rendimientos se abaten hasta valores como el de 1990, en que se obtienen 23 t por arte (t/arte). Para 1991 y 1992 se aprecian incremento de 13 t/arte en ambos años, esto aparentemente como consecuencia de incremento en la captura y disminución del esfuerzo de pesca, en 1993 casi se duplican los rendimientos obtenidos en 1990 alcanzando las 41 t/arte, a partir de 1994, el descenso ha sido sostenido, obteniendo en 1997 el menor valor de C.P.U.E. en la pesquería: 12 t por equipo de pesca durante la temporada (Fig. 34).

Es importante mencionar que la captura se ha manejado en su peso fresco (húmedo) antes de ser sometida al proceso de secado. Después de la deshidratación el producto merma en más de cuatro veces en peso, ya que por cada 4.7 kilos de charal en peso húmedo se obtiene 1 kilo seco o sea que para calcular el volumen en peso seco se utiliza un factor de conversión de 4.72 a 1.

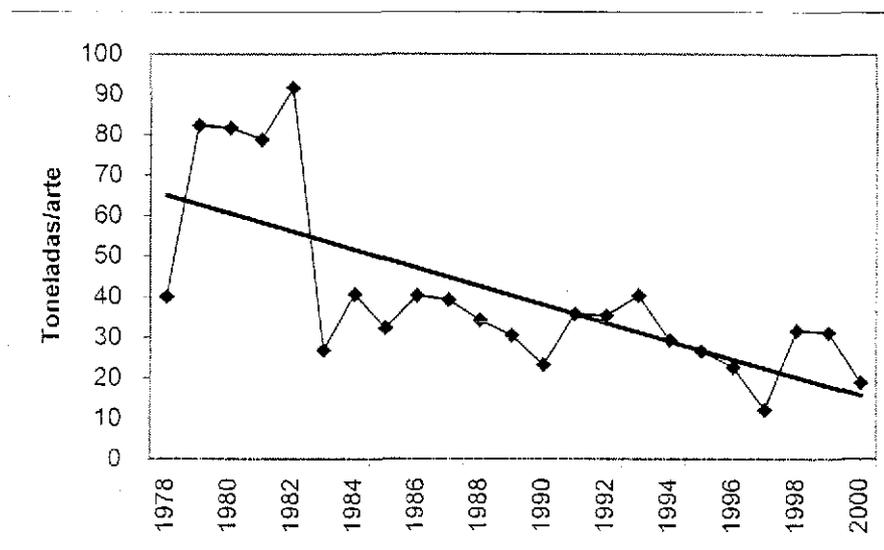


Fig. 34. Captura por unidad de esfuerzo en la pesquería de charal de Seybaplaya, Campeche. Fuente: Avisos de arriba.

DISCUSIÓN

La Sonda de Campeche forma parte de la Plataforma continental que se dispone al norte y oeste de la Península de Yucatán desde el veril de los 200 m hasta la línea de playa, constituyendo una importante zona nerítica, significativa por su enorme potencial pesquero. Villalobos y Zapata (1975) a través de cruceros realizados en la Bahía de Campeche determinaron que en Otoño e Invierno hay un área con valores porcentuales significativos en la abundancia de huevos y larvas de peces, que se extienden en zonas paralelas a la costa desde el Río Frontera hasta el Río Champotón y en la primavera de meroplankton de peces en Boca de Zacatal.

Especies que componen la captura

La pesquería de charal en el estado de Campeche se conforma básicamente de engraulidos. y son acompañados por algunos clupeidos que también forman cardúmenes conformados por dos o más especies, en los cuales una especie es dominante en una localidad (Hernández-Cordero, 1990). En la pesquería de charal de Seybaplaya, Campeche los cardúmenes se constituyen principalmente por cuatro especies de engraulidos: *Anchoa*

hepsetus, *Anchoa lyolepis*, *Anchoa mitchilli* y *Anchoa hepsetus*, en los que predomina la primera especie que constituyó en el periodo 1995-2000, entre el 73 y 98% del total de las muestras colectadas en las capturas. Antes de este trabajo, los trabajos existentes sobre la pesquería de charal hablan de una sola especie en la captura.

De acuerdo a Olvera-Limas y Cid del Prado (1983), en el Banco de Campeche los engráulidos son considerados como uno de los recursos pesqueros potenciales más abundantes, los cuales pueden llegar a constituir pesquerías que ofrezcan posibilidades de diversificar la pesca en la región, ya que a la fecha sólo es explotada a nivel regional e incide sobre larvas y juveniles, vendiéndose el producto seco en forma de charal.

Características de la reproducción

Anchoa hepsetus es heterosexual sin dimorfismo sexual externo, la proporción de sexos estimada 1.2 machos por 1 hembra, coincide con la observada por Castillo-Ramírez (1981): 1: 1 machos y hembras y por Núñez- Moreno (1987): 1:1.01 hembras y machos en el charal de Seybaplaya. Flores-Coto *et al.* (1988), estiman que la proporción de hembras de *Anchoa hepsetus* en Laguna de Términos, Campeche igual a 0.5, o sea que el 50% de los organismos capturados fueron hembras, este dato convertido a proporción es igual a 1:1 machos y hembras.

En este trabajo, la talla de diferenciación sexual se determinó a partir de los 30 mm de longitud total en el primer año de vida. Solís-Celada (1989) establece que *A. hepsetus* alcanza la madurez sexual antes de cumplir los dos años de edad, cuando los organismos alcanzan promedios de 50 mm de longitud patrón y 2.02 g de peso aunque no especifica con exactitud la talla a la que pueden ser diferenciados los sexos.

La talla mínima encontrada en reproductores fue de 43 mm de longitud total para hembras y de 48 mm de longitud total para machos. Flores-Coto *et al.* (1988) en Laguna de Términos estima la talla mínima de madurez gonádica en 85.5 mm. En la costa del Atlántico de Estados Unidos esta especie alcanza su madurez sexual aproximadamente en un año y con 75 mm de longitud estándar. (Hildebrand y Cable, 1930 citado por

Hernández-Cordero, 1990). Evidentemente estos resultados difieren mucho de los encontrados en la Sonda de Campeche, concretamente en el charal de Seybaplaya, ya que se encuentran organismos maduros a tallas muy pequeñas cercanas los 50 mm de longitud total.

Es importante precisar que los cardúmenes de charal que se acercan a la zona litoral de Seybaplaya, Campeche soportan una fuerte presión de pesca, mientras que los engraulidos en Laguna de Términos no son capturados ya que es una zona de reproducción y crianza

Fecundidad

Con respecto a la fecundidad de la especie, Flores-Coto, *et al* (1988) estima la fecundidad relativa en 1298 ovocitos por gramo de hembra. Comparando sus resultados con los de este trabajo se notan coincidencias en el número de ovocitos en hembras hasta cierta talla, ya que se contabilizaron poco más de 2,000 óvulos en ejemplares de 2 gramos con longitud total 65 mm en promedio. Sin embargo, en este trabajo se observó que a mayores tallas la cantidad de óvulos contabilizados no fue proporcional al peso ya que en hembras entre 7 y 9 gramos de peso los óvulos contados varió entre 3,500 y 5,700. La fecundidad de estos peces es muy alta para garantizar la mayor probabilidad de encuentro de los productos sexuales y compensar la alta mortalidad característica de los primeros estadios de vida.

En cuanto a la mayor cantidad de óvulos contabilizados en el lóbulo izquierdo del ovario, no se encontraron trabajos que hablen sobre el particular.

Ocaña-Luna, *et al.* (1987) realizan un trabajo sobre abundancia y distribución de huevos de *Anchoa mitachilli*, *Cetengraulis edentulus* y *Anchoa hepsetus* en la Laguna de Términos, Campeche concluyendo que la abundancia y distribución, tanto en el espacio como en el tiempo, se relacionan con los parámetros abióticos tales como salinidad y temperatura, siendo los huevos de la primera especie los más abundantes, presentes durante todo el año, contrariamente *Anchoa hepsetus* fue la especie que presentó menor abundancia y la mayor restricción en su distribución ocurriendo sólo en aguas polihalinas, preferentemente en aquellas cercanas a la Boca del Paso Real y centro de la laguna.

La gran biomasa de huevos de engraulidos encontrada en lagunas costeras del Golfo de México, confirma el carácter dominante de este grupo y lo muestra como un recurso potencial con alto significado ecológico en la dinámica de los sistemas (Flores-Coto, *et al.*, 1988).

La peculiar forma alargada de los huevos planctónicos de peces marinos y estuarinos, se debe a que requieren de mecanismos que les aseguren una constante presión osmótica y peso específico, lo que consiguen por la presencia de sustancias coloidales ricas en polisacáridos osmóticamente activas en el espacio previtelino, que atrae agua desde afuera del corion hasta alcanzar el equilibrio osmótico entre el agua previtelina y la circundante. (Hempel, 1979 tomado de Zavala-García, *et al.*, 1988). Esta es la razón de que en términos generales el diámetro de los huevos sea mayor en aguas oligohalinas que en aquellas ultrahalinas.

Época de reproducción

Con respecto a la época y pico reproductivo de la especie, se encontró que de enero a agosto de 1995 hubo un alto porcentaje de organismos maduros o próximos a madurar; la época pico de reproducción comprendió los meses de abril, mayo y junio, coincidiendo con los estudios de Castillo-Ramírez (1981) quien determinó los meses de abril y mayo como época de máxima reproducción. Solís-Celada (1987), estimó para el charal de Seybaplaya que la etapa de reproducción se inicia en el mes de marzo, aunque no especificó en sus resultados los meses pico, sin embargo, los tres trabajos realizados en esta zona coinciden que los meses de abril, mayo y junio son importantes en la reproducción de la especie.

Diversos trabajos realizados en aguas de los Estados Unidos de América, establecen que *Anchoa hepsetus* tiene dos períodos de desove al año (Jones *et al.*, 1978; Robinette, 1983), como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7

PERIODOS DE DESOVE DE *Anchoa hepsetus* EN DIVERSAS LOCALIDADES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Localidad	Primer periodo de desove	Segundo periodo de desove
Alabama	Marzo o abril	Julio
Port Aransas, Texas	Marzo	Junio y Julio
Bahía Vizcaína, Florida	Abril	Noviembre
Norte de Carolina	Abril	Junio y julio

En este trabajo se determinó para la población de *Anchoa hepsetus* del sur del Golfo de México que la reproducción se realiza durante primavera y verano con el pico reproductivo durante abril, mayo y junio. Sin embargo, de enero a abril de 1996 se observaron diferencias con respecto a 1995, esto en buena medida pudo ser efecto de los huracanes que al final de 1995 azotaron la zona y se reflejó en la reproducción de esta especie ya que estos organismos no tienen fecundación interna sino que los productos sexuales de hembras y machos se unen directamente en el agua donde se realiza la fecundación, aunado a esto, el desove es mutiporcional por lo que son importantes las condiciones estables y normales del área de reproducción para que esta sea exitosa.

Con base en los cruceros de investigación realizados por el Departamento de Plancton del INP en 1987, para estimar la abundancia de larvas de peces pelagico-costeros y evaluar sus poblaciones en la Zona Económica Exclusiva, se determinó que *Anchoa hepsetus* fue la segunda especie en orden de abundancia, distribuyéndose sobre la Bahía de Campeche, Cuenca Oceánica del Golfo de México, así como en la Plataforma y Talud Continental del Oriente de México. *Anchoa mitchilli* fue la tercera en orden de importancia, distribuyéndose sobre las costas de Tamaulipas y Veracruz, en el Borde y Talud continental del Oriente de México y en la Bahía y Banco de Campeche. La mayor abundancia de larvas de *Anchoa hepsetus* fue durante la primavera a los 19° 00' de Lat. N y 93° 30' de Long. W a profundidades entre 200 y 210 m. Esta zona es muy cercana a la localidad pesquera de Seybaplaya (19° 14' de Lat. N y 92° 51' de Long W).

Hernández-Cordero (1990) realizó un trabajo sobre distribución, abundancia y rendimiento potencial de larvas de *Anchoa hepsetus* con base en colectas realizadas durante primavera y verano de 1982 y 1983 en el Golfo de México y Mar Caribe, concluyendo que las mayores abundancias se encontraron en el talud y borde continental de la plataforma correspondiente a la Bahía de Campeche, en las costas de Tamaulipas frente a la Laguna Madre y frente a las costas de Veracruz. Con respecto al total de larvas de la familia Engraulidae capturadas en este periodo, *Anchoa hepsetus* tuvo un porcentaje de 95.54% en 1982 y 100% en 1993.

Dinámica y evaluación de la población.

Conocer la dinámica de una población de peces implica conocer no sólo el tamaño y la estructura de la población, sino, lo que es más importante, implica conocer la forma y la intensidad en que esta cambia y se renueva (Csirke, 1980).

Al describir la dinámica de un recurso acuático explotado, un concepto fundamental es el de "stock". Un stock es un subconjunto de una especie, considerado generalmente como la unidad taxonómica básica que posee los mismos parámetros de crecimiento y mortalidad, que habita en un área geográfica particular y que es accesible a la pesca.

El concepto de stock está estrechamente relacionado con el concepto "parámetro de la población" como son los parámetros de crecimiento y las tasas de mortalidad, ambos son valores numéricos de ecuaciones por las cuales se puede predecir el tamaño corporal del pez cuando alcanza cierta edad y el ritmo al que mueren los animales, es decir, el número de muertes por unidad de tiempo.

En dinámica de poblaciones se utiliza el concepto de stock para definir a la unidad de población que comparten los mismos parámetros poblacionales.

En biología pesquera hay bastante más documentación sobre las especies de aguas templadas que sobre las especies de aguas tropicales, ello se debe en parte a que los recursos pesqueros tropicales son algo más complejos que los de aguas templadas. Los métodos utilizados para la evaluación de stocks se asemejan a los utilizados en aguas templadas, pero hay características especiales que los distinguen; tal vez la diferencia más

notable entre la evaluación de stocks de aguas tropicales y templadas reside en la naturaleza de los datos básicos de entrada y no en los modelos: los métodos utilizados en aguas tropicales emplean datos basados en las tallas, paralelos a los métodos tradicionales para aguas templadas basados en la edad (Sparre y Venema, 1995). Con estas referencias se usaron los métodos de estimación de stocks aplicables a pesquerías tropicales basados en frecuencias de tallas.

Composición de tallas en la captura

Los organismos colectados de las descargas de charal en Seybaplaya durante las temporadas de pesca 1995 y 1996, variaron desde 25 mm hasta 120 mm de longitud total. Whitehead, *et al.* (1982), indican que la especie alcanza los 125 mm de longitud estándar. Sin embargo, la mayoría de los organismos capturados las tallas fluctuaron entre 30 y 70 mm de longitud total. Las longitudes reportadas por Mendoza-Lewis (1999); Santos *et al.* (1995); Castillo (1981) y Núñez-Moreno (1987) fluctuaron entre 30 y 74 mm para *Anchoa hepsetus* en el área de Seybaplaya, Campeche. Olvera-Limas y Cid del Prado (1983), registran tallas para la misma especie en Celestún, Yucatán de 32 a 59 mm.

La poca presencia de organismos adultos mayores a los 80 mm en las capturas se debe a que a partir del mes de junio, los organismos migran hacia aguas más profundas, lo cual se sustenta en Hernández-Cordero *et al.* (1986) quienes establecen el dominio de engraulidos adultos mayores de 80 mm en aguas marinas más profundas mayores a los 72 m.

Relación Peso Longitud

Se obtuvo un valor de la constante de proporcionalidad "a" menor al estimado en la literatura. Núñez-Moreno (1987) determinó $a = 4.86 \times 10^{-6}$. Chávez y Arreguin-Sanchez (1986) tomado de Yáñez-Arancibia (1994), estimaron $a = 4.45 \times 10^{-6}$, ambas estimaciones basadas en datos de longitud y peso de juveniles charal hasta los 70 mm de longitud patrón sin considerar a organismos de mayor talla (*Anchoa hepsetus* alcanza hasta 125 mm de longitud estándar según Whitehead *et al.* 1988). La diferencia en los rango de talla y peso utilizados en las estimaciones causa diferencia en el valor de "a", sin embargo, el comportamiento de la curva de la relación peso longitud es semejante en todos los casos. De acuerdo con los resultados se considera que el crecimiento es isométrico.

Crecimiento

En cuanto a los valores de crecimiento determinados con base en los incrementos en la longitud y los calculados por medio del análisis computarizado denominado ELEFAN, los valores de L_{∞} variaron entre 93.1 y 120 mm de longitud total y el valor de k entre 1.35 y 1.39. Lo cual indica que son peces de rápido crecimiento con una longevidad que puede variar entre 2 y 3 años y que el mayor porcentaje de la captura la constituyen organismos juveniles.

Castillo-Ramírez (1981), en su trabajo denominado "La pesquería de charal *Anchoa hepsetus* en Seybaplaya, Campeche" realizó lecturas experimentales a otolitos y determinó que los ejemplares se encontraban entre 1 y 3 años de edad, sin embargo, hay que tomar en cuenta que cuando se realizó este trabajo se consideraba que *Anchoa hepsetus* era la única especie que constituía la captura.

Otra estimación del crecimiento con datos de charal de Seybaplaya la realizó Núñez-Moreno (1987) reportando el valor de L_{∞} igual a 71.74 mm, basado en el método gráfico de Ford-Walford, tomando el valor de la pendiente de la regresión como el valor de la constante $k = 0.444$ y determina además con el ajuste al modelo de von Bertalanffy 13 grupos de edad. Chávez y Arreguín-Sánchez (1986), reportan el valor de $L_{\infty} = 72$ mm y el valor de $k = 0.44$, en ambos casos el valor de k que estiman corresponde a organismos que pueden alcanzar más de 6 años de vida, estos resultados difieren considerablemente de los estimados en este trabajo con valor de $L_{\infty} = 120$ mm, de $k = 1.3$ anual y una longevidad de 3 años.

Mortalidad

Los principales parámetros utilizados para describir la muerte se denominan "tasas de mortalidad". La manera más fácil de describir la variación de tamaño de una población de peces consiste en seguir el destino de los peces nacidos aproximadamente al mismo tiempo, es decir, de una cohorte. En el contexto de las tasas de mortalidad, lo que interesa es el

número de sobrevivientes de una cohorte en el tiempo (Sparre y Venema, 1995).

La forma más simple de expresar la mortalidad es en términos de probabilidad o porcentaje, sin embargo, en la práctica resulta más conveniente expresar las tasas totales de mortalidad en función a coeficientes que correspondan a tasas instantáneas de cambio en la población, las cuales brindan cierta ventaja al hacer los cálculos y desarrollar modelos matemáticos más o menos complejos, sin que esto signifique apartarse de los conceptos anteriores de probabilidad y esperanza de vida (Csirke, 1980).

En la estimación de las tasas de mortalidad el concepto de “cohorte” es fundamental y se refiere a un grupo de peces de aproximadamente la misma edad y pertenecientes a la misma población y todos ellos alcanzan la “edad de reclutamiento” al mismo tiempo. En el contexto de las tasas de mortalidad, lo que interesa es el número de sobrevivientes de una cohorte en función del tiempo y en muchas aplicaciones como en este estudio, no es necesario definir la edad de reclutamiento para realizar la estimación de la mortalidad, es la edad mínima en la que los peces pueden entrar a la pesquería, es decir, quedan expuestos a los artes de pesca (Beverton y Holt, 1957).

El valor de la mortalidad total determinado con el método de curva de captura ($Z= 5.08$) representa una tasa de mortalidad alta y está relacionada con la longevidad de la especie: a menor longevidad, mayor valor de Z y cuanto más alto sea el valor de Z , más rápido decrece en el tiempo el número de peces y por ende se hace más pequeña la edad máxima que pueden alcanzar.

La tasa de mortalidad total estimada en este trabajo es mayor a las reportadas en la literatura. Núñez-Moreno (1987) y Chavez y Arreguín-Sánchez (1986), estiman para el charal de Seybaplaya una mortalidad total de 1.63, similar a valores reportados para otros peces de mayor longevidad.

Mortalidad natural

La mortalidad natural ocurre en todas las etapas de la vida de los peces y es generalmente mayor en las primeras etapas (huevo y larvas) reduciéndose en peces adultos conforme el

pez alcanza un mayor tamaño (Pauly, 1984). Las especies tienen adaptaciones que les permiten subsistir con los factores físicos y químicos existentes en su hábitat particular, que suelen ser más fáciles de medir que los biológicos (disponibilidad de alimento, depredación, competencia, ect...), por esto, se han desarrollado estudios que demuestran la influencia de los factores abióticos y se han establecido las respectivas relaciones empíricas (Pitcher y Hart, 1983, tomado de González, 1988). Una de estas relaciones es la planteada por Pauly (1980) en relación con la temperatura y la mortalidad natural. Al aplicar este método el resultado fue $M = 2.85$

La mortalidad por pesca se obtuvo por diferencia de $Z - M = F$. Este valor fue estimado de manera indirecta y por lo tanto, debe considerarse como una primera aproximación al valor de la mortalidad por pesca en la zona

La fracción de muertos por explotación correspondió a 0.44, este dato se asemeja al determinado por Núñez-Moreno (1987) de 0.48 para la misma pesquería. En términos porcentuales representa que más del 40% de las muertes son ocasionadas por la pesca de la población costera.

Análisis de población virtual y Patrón de reclutamiento

Con base en el análisis de población virtual la talla a la cual empiezan a ser más afectados por la pesca es a partir de los 30 mm que coincide con el tamaño mínimo descrito en que alcanza el estadio juvenil (Jones, 1978) y se observa que las tallas más capturas van de los 45 a los 63 mm.

La tasa de variación del número de individuos, depende del número de sobrevivientes, mientras más sobrevivientes hayan, mayor será el número de los que mueran .

El ingreso de nuevos peces, que en la población explotable se manifiesta a través del reclutamiento, es uno de los principales factores que intervienen en la dinámica de poblaciones de peces, llegando a convertirse en la causa de las mayores fluctuaciones experimentadas en muchas de las poblaciones de peces de los cuales se tienen registros en la actualidad. (Csirke, 1980).

La cohorte comienza a ser capturada tan pronto como está disponible a la pesca, por lo que la talla de reclutamiento en este caso igual a la talla de primera captura igual a 25 mm.

El reclutamiento actúa como uno de los principales mecanismos reguladores de la dinámica de poblaciones de peces. El nivel de la población puede aumentar rápidamente con un buen reclutamiento o puede reducirse si el reclutamiento no alcanza a cubrir las pérdidas producidas por la mortalidad (Csirke, 1980). En la mayoría de las poblaciones de peces tropicalés el reclutamiento se prolonga (más o menos) durante todo el año, pero con oscilaciones estacionales (Sparre y Venema, 1995).

En el caso del charal de Seybaplaya, Campeche el reclutamiento se inicia después de la época de lluvias (octubre), aumentando su magnitud en los tres siguientes meses con máximo desde febrero hasta el mes de mayo cuando se incrementa la actividad reproductiva.

Evaluación de la pesquería

Los modelos de producción excedente son “modelos holísticos”, en los cuales se considera el stock como una gran unidad de biomasa y donde no se requieren datos de tallas o edades. Tratan con el stock en su globalidad, el esfuerzo total de pesca y el rendimiento total obtenido de este. El objetivo es determinar el nivel óptimo de esfuerzo o sea el esfuerzo que produce el máximo rendimiento que puede ser sostenible, sin afectar la productividad a largo plazo del stock.

En la Tabla 8 muestra valores de la captura y el esfuerzo óptimo recomendado en diferentes temporadas de pesca, calculados con base en modelos de producción excedente.

Tabla 8
VALORES DE RENDIMIENTO MÁXIMO SOSTENIDO Y ESFUERZO ÓPTIMO
RECOMENDADO PARA DIFERENTES TEMPORADAS DE PESCA DE CHARAL
EN SEYBAPLAYA, CAMPECHE.

Año	Autores	RMS * (mínimo)	RMS * (máximo)	Esfuerzo óptimo
1989	Solís-Celada	1881	2154	54
1991	Navarrete y Santos	1953	2107	35
1992	Santos y Navarrete	2011	2174	39
1993	Santos y Navarrete	1973	2128	37
1997	Santos y González	1200	1500	35
2000	Este trabajo	2000	2300	39

* toneladas en peso fresco

Esta pesquería ha sido una de las más evaluadas con base en modelos de producción excedente debido a las constantes demandas por parte del sector pesquero y para la asignación de cuotas de captura.

El rendimiento máximo sostenido y el esfuerzo óptimo estimados en este trabajo, se encuentran dentro del rango de valores determinados en años anteriores.

Importancia de la Pesquería de charal en el Estado de Campeche

La riqueza biológica de la Bahía de Campeche se manifiesta en los variados recursos pesqueros de diferentes grupos taxonómicos como peces, moluscos, crustáceos y elasmobranquios, siendo el charal uno de los once recursos pesqueros que proporcionan los mayores volúmenes de captura al Estado, de ahí su importancia económica y social por el número de familias que participan en su extracción.

Captura, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo

La serie histórica de la captura oficial de charal muestra que los mejores registros se obtuvieron en los años de 1982 con casi 3,000 t y en 1994 con arriba de las 2,500 t, cifras que no se han logrado de nuevo en los últimos años, sino por el contrario, la serie muestra una tendencia al decremento obteniéndose en el año 2000 poco más de 1,200 t.

En la evolución del esfuerzo se observa que el número de artes de pesca se ha duplicado en relación con las que se tenían al inicio de la pesquería, no así la captura por unidad de esfuerzo que se ha reducido considerablemente de las 80 a 90 toneladas en promedio capturadas por cada arte de pesca a principios de los años 80, a menos de 20 toneladas por arte de pesca capturadas en el año 2000

La captura por unidad de esfuerzo presenta una considerable tendencia a la baja, esto es que los rendimientos obtenidos por cada equipo de pesca han mermado de manera considerable, así de 80 o 90 toneladas que capturaba cada arte de pesca por temporada ha disminuido hasta las 20 o 30 toneladas. Esta disminución esta asociada al incremento del número de artes de pesca y a la intensidad de pesca, empero también parece estar influenciada por los factores ambientales tan cambiantes en los últimos años, que no ha permitido que las operaciones de pesca se realicen de forma regular como se hacían en los durante los años ochentas y principios de los noventas.

Comportamiento del recurso

El charal es un recurso de "corrida" o sea que se acerca a la costa en los últimos tres meses del año y permanece en la zona por 6 u 8 meses, como se puede constatar en las figuras 28 y 29, en las que se observa que el comportamiento del recurso en años sin veda y con veda es similar. Esto se hace evidente al realizar promedios con los datos de la captura oficial del periodo sin veda 1979-1987 y del periodo 1988-2000 con veda, los cuales resultan en 1,843 t y 1,926 t respectivamente, no existiendo gran diferencia en ambos valores.

El recurso se localiza en la zona costera en la temporada posterior a la época de lluvias, cuando en la costa existe alimento suficiente y condiciones que le permiten a las larvas y juveniles crecer y madurar sexualmente. Según Rodríguez y Valdéz (1987), para reproducirse los engraulidos realizan movimientos migratorios hacia áreas de mar abierto donde desovan.

Arte de pesca

El arte de pesca que se usa para la captura de charal no es selectivo. Castillo-Ramírez (1981) determina que el miriñaque atrapa indiscriminadamente todo tipo de especies e inclusive juveniles de otras especies de importancia comercial como son: jurel, cojinuda, corvina, sierra, lisa, palometa, entre otras. Solís-Celada en 1988, estima que además del charal, se capturan entre 20 y 35 diferentes especies de peces en estado juvenil y adulto, que se caracterizan por su talla pequeña y variable abundancia mismas que son descartadas durante la labor de selección debido a que bajan la calidad del producto comercial. Mendoza-Lewis (1999) estima en 85 las especies que componen la ictiofauna presente en la pesquería de charal, que constituye el 30.9% del total de 270 especies reportadas para la Sonda de Campeche y estima valores de diversidad altos en la ictiofauna acompañante de las capturas de charal explicados por la red charalera no selectiva, que afecta homogéneamente a las diferentes especies que habitan la zona y por el área donde se efectúa la pesca que es de alta preferencia por gran variedad de especies en etapas juveniles que la usan como hábitat de crecimiento y por otras especies pequeñas en etapas adultas que la usan como resguardo.

Los pescadores ribereños de escama rechazan la captura de charal por las siguientes razones: Degrada el medio y baja la captura de otros peces de mayor importancia comercial, esto es, por el tipo de arte de pesca no selectiva y porque el charal es alimento de otras especies que al no tener alimento en la zona, se alejan de la costa haciéndolo menos accesible a la pesca y provocando que los rendimientos de los pescadores disminuyan.

Mediante acciones de pesca precautoria se estableció el esquema de manejo actual en ánimo de no dañar el medio. Con la veda establecida se protege parte de la biomasa reproductora al prohibirse la captura a partir del 1 de abril de cada año, sin embargo, es importante mencionar que la veda se estableció coincidente con la época en que el recurso es menos disponible para la pesca y la captura se permite en los meses de mayor abundancia de juveniles en la costa.

La reglamentación que actualmente se aplica protege a los juveniles de otras especies comerciales como el jurel, el pargo, el robalo, la corvina y la lisa; restringe el área de pesca y el número de artes de pesca y protege al charal mediante una cuota de captura.

CONCLUSIONES

Son cuatro las especies que sustentan la captura de charal: *Anchoa hepsetus*, *Anchoa lyolepis*, *Anchoa mitchilli* y *Anchoviella perfasciata*, de estas la primera constituye más del 70% de la captura.

La captura y captura por unidad de esfuerzo presentan tendencia al decremento, contrariamente el esfuerzo pesquero que se duplicó.

La relación Macho-Hembra de la especie *Anchoa hepsetus* es de 1.2 machos por una hembra

El desarrollo de los óvulos es de tipo de vitelogénesis asincrónica y desove multiporcional

Es posible diferenciar sexos a los 30mm de longitud total y la longitud mínima de reproductores maduros es de 48 mm.

La época pico de reproducción comprende los meses de abril, mayo y junio.

La mayor cantidad de huevos contados en una hembra madura de 105 mm de longitud total fueron 5738.

Mediante acciones de pesca precautoria se estableció el esquema de manejo actual en ánimo de no dañar el medio. Con la veda establecida se protege parte de la biomasa reproductora al prohibirse la captura a partir del 1 de abril de cada año, sin embargo, es importante mencionar que la veda se estableció coincidente con la época en que el recurso es menos disponible para la pesca y la captura se permite en los meses de mayor abundancia de juveniles en la costa.

La reglamentación que actualmente se aplica protege a los juveniles de otras especies comerciales como el jurel, el pargo, el robalo, la corvina y la lisa; restringe el área de pesca y el número de artes de pesca y protege al charal mediante una cuota de captura.

CONCLUSIONES

Son cuatro las especies que sustentan la captura de charal: *Anchoa hepsetus*, *Anchoa lyolepis*, *Anchoa mitchilli* y *Anchoviella perfasciata*, de estas la primera constituye más del 70% de la captura.

La captura y captura por unidad de esfuerzo presentan tendencia al decremento, contrariamente el esfuerzo pesquero que se duplicó.

La relación Macho-Hembra de la especie *Anchoa hepsetus* es de 1.2 machos por una hembra

El desarrollo de los óvulos es de tipo de vitelogénesis asincrónica y desove multiporcional

Es posible diferenciar sexos a los 30mm de longitud total y la longitud mínima de reproductores maduros es de 48 mm.

La época pico de reproducción comprende los meses de abril, mayo y junio.

La mayor cantidad de huevos contados en una hembra madura de 105 mm de longitud total fueron 5738.

Los valores de los parámetros de crecimiento determinados son: longitud asintótica igual a 120 mm, tasa de catabolismo igual a 1.3 anual y la edad a la cual la longitud es 0 es igual a -0.25 anual.

La ecuación que describe el crecimiento en longitud es:

$$L_t = 120 \left(1 - e^{-1.3(t + 0.25)} \right)$$

La ecuación que describe el crecimiento en peso es:

$$W_t = 16.03 \left(1 - e^{-1.3(t + 0.25)} \right)^{3.3408}$$

La longevidad máxima calculada por el método de Pauly (1980), ($t_{max} = 3/k + t_0$) fue de 3 años. La Tabla 5 muestra las longitudes y pesos medios de las clases de edad para *Anchoa hepsetus*.

Las tasas de mortalidad estimadas fueron: mortalidad total 5.08, mortalidad natural 2.85 y mortalidad por pesca 2.23

El patrón de reclutamiento de organismos a la costa se presenta de diciembre a mayo, siendo los meses más importantes febrero y marzo en el periodo estudiado

Con base en la evaluación de la pesquería de charal, esta se puede mantener en el intervalo de 2000 a 2300 toneladas y un esfuerzo óptimo entre 35 y 41 artes de pesca respectivamente

El charal es uno de los recursos de mayor importancia económica y social en el estado de Campeche, particularmente en la comunidad pesquera de Seybaplaya.

BIBLIOGRAFIA

- BEVERTON, R.J.H. and S.J. HOLT, 1957. On the dynamics of the exploited fish populations. *U. K. Min. Agric. Fish., Fish. Invest. (Ser 2) 19*: 533 p.
- BHATTACHARYA, G.C., 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 23: 115-135.
- BIGELOW, H.B., 1963. Fishes of the Western North Atlantic. Sears Found. for Mar. Res. Yale University, 3:194-198.
- CASTILLO-RAMIREZ, C., 1981. La pesquería de "charal" *Anchoa hepsetus* en el Estado de Campeche. Informe técnico. CRIP-Lerma, INP. Documento interno (Inédito).
- CASTRO-AGUIRRE, J.L., 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos. *Dir. Gral. Inst. Nal. de la Pesca. Serie Cient.* 19: 298 p.
- CSIRKE, J., 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. *FAO Doc. Téc. Pesca*, (192):82 p.
- FABENS, A. J., 1965. Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curve. *Growth*, 29: 265-289.
- FAO, 1982. Métodos de recolección y análisis de datos de talla y edad para la evaluación de poblaciones de peces. *FAO Circ. Pesca*, (736): 101 p.
- FLORES-COTO C., A. OCAÑA-LUNA., A. LUNA-CALVO y F. ZAVALA-GARCIA., 1988. Abundancia de algunas especies de anchoas en la Laguna de Términos (México), estimada a través de la captura de huevos. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 15 (1): 125-134.
- FRÉON, P. MULLON, C. and PICHON, G., 1993. CLIMPROD: Experimental interactive software for choosing and fitting surplus production models including environmental variables. *FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 5*, 76 p.
- GAYANILO, F.C., Jr., M. SORIANO and D. PAULY, 1989. A draft guide to the Compleat ELEFAN. *ICLARM Software*. 2. 70 p.
- GAYANILO, F.C., Jr., P. SPARRE and D. PAULY, 1995. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide. *FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8*, 126 p.
- GONZALEZ Y DE LA ROSA, M.E.G., 1988. Estudio de la pesquería de huachinango (*Lutjanus campechanus* POEY) del Banco de Campeche. Tesis maestría. Centro de

- GONZALEZ Y DE LA ROSA, M.E.G. y J. SANTOS, M. SECA, M. HUCHIN, D. MURILLO y M. MEDINA, 2000. Análisis de la pesquería ribereña de escama en Campeche, México de 1980 a 1998. Informe de investigación. CRIP-Lerma, INP. Documento interno (Inédito).
- GREENWOOD, P.H., D.E.ROSEN, S.H.WEITZMAN and G.S. MYERS, 1966. Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification on living forms. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 131(4): 341-455.
- GREENWOOD, P.H., G.S. MYERS, D.E.ROSEN and S.H.WEITZMAN, 1967. Named main division of teleostean fishes. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 80: 227-228.
- GULLAND, J.A. and S.J.HOLT, 1959. Estimation of growth parameters for data an unequal time intervals. *J. Cons. CIEM*, 25 (1): 47-49.
- HERNÁNDEZ-CORDERO P., E. RAMÍREZ, M. A. PADILLA, L. RUIZ y L. GUEVARA, 1986. Distribución y abundancia de larvas de las especies de la familia Engraulidae, evaluación del potencial pesquero de *Anchoa lamprotaenia* y su relación con algunos parámetros ambientales en el Golfo de México. Informe de investigación. Inst. Nal. de la Pesca. Documento interno (Inédito).
- HERNÁNDEZ-CORDERO P., (1990). Distribución, abundancia y rendimiento potencial de *Anchoa hepsetus* (Linnaeus, 1758) y su relación con algunos parámetros físico-químicos en el Golfo de México y Caribe Mexicano. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM. 63 p.
- HILDERBRAND, S.F., 1943. A review of the American Anchovies (Family: Engraulidae). *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.*, 8 (2): 1-65.
- HILDERBRAND, S.F. and W.C. SCHROEDER, 1972. Fishes of Chesapeake Bay. For the Smithsonian Institution by *T.F.H. Publications*. Inc. Nep., New Jersey 108-111.
- HILDERBRAND, S.F. and J. de P. CARVALHO. 1948. Notes on some Brazilian Anchovies (Family: Engraulidae) with descriptions of four new species. *Copeia*, 4: 285-296.
- HOESE H.D. and R.H. MOORE, 1977. Fishes of the Gulf of México. Texas, Louisiana and adjacent waters. Texas University Press College Station and London. 327 p.
- HOUDE, E.D., 1976. Abundance and Potential for fisheries development os some Sardine-like fishes in the eastern Gulf of Mexico. *Proc. Gulf and Caribb. Fish Inst.* 28:73-82.
- JONES, P.W., F. D. MARTÍN and J.D. HARDY, 1978. Development of fishes of the Mid-Atlantic Bight An Atlas of egg, larval and juvenile stages, Acipenseridae through Ictaluridae. *Fish. Wild. Ser.* 1: 75:150 p.
- JUAREZ, M., 1975. Distribución cuantitativa y algunos aspectos del ictioplancton del Banco de Campeche. *Cuba Rev. Inv. CIP* (I) 1:27-71.

- MC GOWAN, M.F. and F. H. BERRY, 1983. Clupeiformes: Development and Relationships *In*: Moser, H.G. (Ed). Ontogeny and systematics of fishes. American society of Ichthyologists and Herpetologists. Special Publication (1) 760 p.
- MENDOZA-LEWIS, J. I., 1999. Caracterización de la ictiofauna capturada en la pesquería de charal (Pisces: Engraulidae), en la localidad de Seybaplaya, Campeche en la temporada de pesca 1997-1998. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma de Campeche, México. 67 p.
- MEXICANO-CINTORA, G., S. SALAS, M. A. CABRERA, 1994. La pesquería artesanal de sardina en Celestún, Yucatán. *EPOMEX, Jama* 5 (2): 10-11.
- NAVARRETE DEL PRO, A., J. SANTOS VALENCIA, J.M. SECA, M. HUCHIN y O. PECH, 1991. Evaluación de la pesquería de charal en Seybaplaya de 1979 a 1990. Informe de Investigación. CRIP-Lerma, INP. Documento interno (Inédito).
- NELSON, J.S., 1976. Fishes of the world. Jhon Wiley and Sons. New York.
- NUÑEZ MORENO A., 1987. Contribución al conocimiento de la biología del charal *Anchoa hepsetus* (Linnaeus, 1758) en las costas del estado de Campeche, México. *Dirección General de Oceanografía. Secretaría de Marina*. 50 p.
- OCAÑA-LUNA A., A. LUNA-CALVO, F. ZAVALA-GARCIA y C. FLORES-COTO, 1987. distribución y abundancia de huevos de algunas especies de engraulidos (Pisces) en la Laguna de Términos, Campeche, México *Biotica* 12 (4): 275-290.
- OLVERA-LIMAS. R.M. Y A. CID DEL PRADO VERA, 1983. Identificación de larvas y juveniles de las familias Engraulidae y Clupeidae, de las pesquerías del puerto de Celestún, Yucatán. *Ciencia Pesquera* 5: 1-15.
- PELLA, J.J. and P.K. TOMLINSON, 1969. A generalized stock production model. *IATTC Bull.*, 13 (3): 419-496
- PAULY, D., 1980. A selection of simple methods for assessment of tropical fish stocks. *FAO. Fish. Circ.* (729) FIRM/C: 54 pp.
- PAULY, D., 1980b. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM*, 39 (2): 175-192.
- PAULY, D. and N. DAVID, 1991. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforschung*, 28(4): 205-211.
- PAULY, D., 1983a. Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics (Part I). *ICLARM Fishbyte*, 1 (2): 9-13.
- PAULY, D., 1984a. Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics (Part II) *ICLARM Fishbyte*, 2 (1): 17-19.

- PAULY, D., 1984b. Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics (Part III Conclusión). *ICLARM Fishbyte*, 2 (3): 9-10.
- PAULY, D., 1988. Fisheries research and the demersal fisheries of Southeast Asia. *In: Fish population dynamics: the implications for management*, edited by J.A. Gulland, Chichester, Jhon Wiley and Sons Ltd., 329-348.
- REINTJES, J.W., 1979, Pelagic Clupeid and Carangid Resources for Fishery Development in the Gulf of Mexico and Caribbean. *Gulf and Carib. Fish. Inst.* (31): 38-49.
- RICKER, W.E., 1958. Handbook of computation for biological statistics of fish population. *J Fish. Res. Bd. Canada* 119: 85-204
- RICKER, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Dep Env. Fish. Mar. Serv. Bull.* 191 Ottawa, Canada.
- ROBINETE, H. R., 1983. Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Gulf of Mexico) bay anchovy and striped anchovy U.S. Fish and Wildlife Service, Division of Biological Services, *FWS/OBS-82/11 14 U.S. Army Corps of Engineers*. Tr EL-82-415 p.
- RODRÍGUEZ A. y R. VALDES, 1982. Peces marinos importantes de Cuba. Ministerio de Cultura. Editorial Científico-Técnica 1987: 238 p.
- SANTOS V. J., M.C. RÉ REGIS y J.M. SECA, 1995. Madurez gonadal del charal (*Anchoa hepsetus*, *Anchoa nasuta* y *Anchoa mitchilli*) en Seybaplaya, Campeche al final de la temporada 1994-1995. Informe técnico. C.R.I.P.-Lerma, Camp. Documento Interno. (Inédito).
- SANTOS V. J., 1996. Diagnóstico de la pesquería de charal (Familia Engraulidae) en Seybaplaya, Campeche. Informe técnico. C.R.I.P.-Lerma, Camp. Documento Interno. (Inédito).
- SANTOS V. J. y J. M. SECA, 1996. Madurez gonadal del charal (*Anchoa hepsetus*, *Anchoa nasuta* y *Anchoa mitchilli*) en Seybaplaya, Campeche durante la temporada de pesca 1995-1996.
- SANTOS V. J., M.C. RÉ REGIS, M.E. GONZÁLEZ Y DE LA ROSA y J.M. SECA, 1997. Características de la reproducción de *Anchoa hepsetus* (Linnaeus, 1758), PISES: Engraulidae) en Seybaplaya, Campeche, México.
- SANTOS V. J., y M.E. GONZÁLEZ Y DE LA ROSA, 1997. Análisis de la captura de charal de 1978 a 1996 en la zona de Seybaplaya, Campeche. Informe técnico. C.R.I.P.-Lerma, Camp. Documento Interno. (Inédito).
- SANTOS V. J. y M.E. GONZÁLEZ Y DE LA ROSA, 1998. La pesquería de charal en Seybaplaya, Campeche. Evaluación del periodo 1979-1997. Informe técnico. C.R.I.P.-Lerma, Camp. Documento Interno. (Inédito).

- SORIANO, M.L. and D PAULY, 1989. A method for estimating the parameters of a seasonally oscillating growth curve from growth increment data. *ICLARM Fishbyte*, 7(1): 18-21.
- SPARRE, P. y S.C. VENEMA, 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. *FAO Doc. Téc. Pesca*. No.306 1 Rev. 1., 440 p.
- SOLIS, CELADA, F., 1989. Informe preliminar sobre la pesquería de charal en el estado de Campeche. Informe técnico. CRIP-Lerma, INP. Documento interno (Inédito).
- TAPIA, V. O., 1984. Manual de Técnicas Histológicas Inst. Nal. de la Pesca. Secretaría de Pesca. 32 p.
- VILLALOBOS F. A. y M.E. ZAMORA S., 1975. Importancia Biológica de la bahía de Campeche. Memorias del I Simposio Latinoamericano de Oceanografía Biológica. México, D.F. 25-29 de noviembre de 1974. Secretaría de Marina: 375-391.
- WHITEHEAD, P.J.P., G.J. NELSON and T. WONGRATANA, 1988. FAO Species Catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeiidae). An annotated and illustrated catalogue of herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 2. Engrulidae. *FAO Fish.Synop.*, (125) Pt. 2:305-579.
- WONG, R.M.I., 1974. Algunos aspectos biológicos del "topote" *Dorosoma petenenses* (Gunter) de la Laguna de Catemaco, Veracruz, México. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. U.A.N.L.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., P. SÁNCHEZ-GIL y A. L. LARA- DOMÍNGUEZ, 1985 a. Inventario evaluativo de los recursos de peces marinos del sur del Golfo de México: Los recursos actuales, los potenciales reales y perspectivas. Cap. 6:255-274. En: Yáñez-Arancibia, A. (ed.). Recursos Pesqueros potenciales de México; La pesca acompañante del camarón. Progr. Univ. de Alimentos. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de la Pesca., UNAM. México, D.F. 748 p.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., P. SÁNCHEZ-GIL, G. VILLALOBOS-ZAPATA y R. RODRÍGUEZ-CAPETILLO. 1985 b. Distribución y abundancia de las especies dominantes en las poblaciones demersales de la Plataforma Continental Mexicana del Golfo de México, Cap. 8: 315-398. En: Yáñez-Arancibia, A. (ed.). Recursos Pesqueros potenciales de México; La pesca acompañante del camarón. Progr. Univ. de Alimentos. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de la Pesca., UNAM. México, D.F. 748 p.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A.(Ed.), 1994. Recursos Faunísticos del Litoral de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Campeche. *EPOMEX Serie Científica*, 2:136 p.
- ZAVALA-GARCIA, F, C. FLORES-COTO y A. OCAÑA-LUNA. 1988. Variación del tamaño de los huevos de Anchoa mitachilli (PISES: ENGRAULIDAE), en relación a la salinidad. Laguna de Términos, Campeche. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 15 (2): 279-282.