

BIOMASA REPRODUCTORA Y RENDIMIENTO POTENCIAL DE TRES ESPECIES DE TUNIDOS, MORTALIDAD Y SOBREVIVENCIA LARVAL EN LA Z.E.E. MEXICANA DEL GOLFO DE MEXICO.

Juan Antonio García-Borbón *
Rosa Ma. Olvera Limas *
José Luis Cerecedo Escudero *

RESUMEN

Este trabajo es parte de las investigaciones ictioplanctónicas que el Instituto Nacional de la Pesca inició en 1982, para cuantificar los recursos atuneros del Golfo de México y presenta la información cuantitativa sobre la magnitud de la biomasa de la población desovante de tres especies de escómbridos: barrilete (*Katsuwonus pelamis*), melva (*Auxis thazard*) y bacoreta (*Euthynnus alleteratus*), registrada durante abril-agosto de 1986.

A partir de la abundancia larval, se estimó el coeficiente de mortalidad y sobrevivencia para cada uno de ellos, y se concluye que la biomasa desovante estimada para la temporada fue de 22,536, 46,266 y 1,751 toneladas métricas (ton mé), con un rendimiento potencial de 18,506, 10,476 y 506 toneladas métricas, respectivamente. Los resultados obtenidos, permiten confirmar que la región sur occidental es una de las zonas de desove más importante para el barrilete en el Golfo de México.

ABSTRACT

The National Fisheries Institute has a project since 1982, on ictioplanktonological subjects. This paper belongs to this main project; it deals on the quantity of tuna's resources, as well as the quantitative information on the biomass of three scombrids species spawning population, the skipjack (*Katsuwonus pelamis*), frigate mackerel (*Auxis thazard*) and little tuna (*Euthynnus alleteratus*), which had been registered during April-August, 1986. It had been calculated the abundance and from it, we had the mortality and survival to each one of them. We had conclude that: the spawning biomass estimated to the above mentioned period had the following figures: 22,536, 46,266 and 1,751 metric ton a potential yield on 18,506, 10,476 and 506 t/m, respected. From our results, we may confirm that the Southwest region of the Gulf of Mexico, is one of most important spawning zones to the skipjack.

INTRODUCCION

Los atunes, especies oceánicas epipelágicas, altamente migratorias y con una amplia distribución en las aguas tropicales y subtropicales del mundo, constituyen uno de los recursos pesqueros más importantes del Océano Atlántico.

La pesquería nacional de túnidos más desarrollada e importante está compuesta principalmente por el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), barrilete (*Katsuwonus pelamis*), el grupo de los bonitos (*Sarda spp*, *Auxis spp* y *Euthynnus spp*) y el atún aleta azul (*Thunnus thynnus*). No obstante, cuando se hace referencia a esta pesquería, se trata del recurso locali-

zado en el Océano Pacífico Oriental, el cual representa aproximadamente el 98.6 por ciento de la captura total nacional, constituyendo el atún aleta amarilla y el barrilete, las principales especies de soporte.

En 1987, México se perfila ya como el onceavo país a nivel mundial respecto a sus capturas; sobresaliendo entre los 20 países cuyos desembarques superaron el millón de toneladas. En este mismo año, las cifras registradas para el atún (116,000 ton mé) superaron a las obtenidas por los Estados Unidos de Norteamérica en el Pacífico Oriental. Asimismo, las tasas de captura de la flota atunera mexicana son de las más altas del mundo, ocupando en 1986 el segundo lugar mundial en los récords de captura.

* Laboratorio de Plancton. Dirección de Análisis de Pesquerías. México, D.F.

Sin embargo, el desarrollo de esta pesquería en el Pacífico ha propiciado que el desarrollo de la pesca comercial de atunes, en la región del Golfo de México, reciba poco impulso al existir, en la primera, una alta rentabilidad en la extracción; producto a su vez, del surgimiento de una nueva pesquería de atún mexicano, a raíz de las políticas aplicadas por el gobierno, en relación a la soberanía que ejerce sobre todos sus recursos naturales en la ZEE.

La pesquería nacional contemporánea se establece a partir de 1982, teniendo como punto principal de descarga y procesamiento el puerto de Alvarado, Veracruz, cuyo origen está vinculado a la información generada por el Programa de Pesca Exploratoria del Instituto Nacional de la Pesca. Esta pesquería opera en la región suroccidental del Golfo de México durante abril-septiembre; sin embargo, las estadísticas muestran que los volúmenes más altos se registran durante los meses de junio a agosto (González y Zárate, 1987).

La captura se compone, ante todo, por atún aleta amarilla y otras especies como tiburones y picudos (Grande *et al.*, 1987). Por otro lado, sólo Cuba opera en el Caribe una pesquería de atún de superficie que se localiza en la zona aledaña a la isla, cerca de la costa, la cual incide, principalmente, sobre el atún aleta negra y el barrilete y, en menor grado, en los bonitos (Carles, 1978).

En la actualidad, se considera que existen grandes posibilidades de explotar recursos de superficie como el barrilete, el atún aleta negra y otros, pero ello dependerá del desarrollo tecnológico pesquero para el aprovechamiento racional de los recursos atuneros del Golfo de México.

Bajo la perspectiva de lograr una explotación óptima y racional de los recursos pesqueros en el Golfo de México y, en particular, de los atunes y especies afines, el presente trabajo pretende contribuir al conocimiento actual de la magnitud de estos recursos, evaluando la biomasa reproductora y el rendimiento potencial del barrilete, la melva y la bacoreta en el Golfo de México, durante las temporadas de abril-mayo y agosto de 1986.

MATERIALES Y METODOS

El material para el presente trabajo proviene del análisis de 114 muestras de ictioplancton, colectadas en dos campañas oceanográficas realizadas en la Zona Económica Exclusiva Mexicana del Golfo de México, durante abril-mayo y agosto de 1986. La primera, cubrió un total de 76 estaciones dentro de un área de $3.7957 \times 10^{11} \text{ m}^2$, comprendida entre los $18^\circ 30'$ y $25^\circ 00'$ de latitud norte y de los $86^\circ 30'$ a los $97^\circ 00'$ de

longitud oeste. El segundo crucero, abarcó 38 estaciones de muestreo y un área de $1.3085 \times 10^{11} \text{ m}^2$, ubicadas entre los $20^\circ 30'$ y $25^\circ 00'$ de latitud norte, y los $95^\circ 30'$ y $97^\circ 30'$ de longitud oeste (Figs. 1 y 2). La metodología seguida en el muestreo fue la internacionalmente estandarizada de Smith y Richardson (1977), misma que se describe en detalle en Olvera *et al.* (1987a).

Para la determinación de la abundancia larval, población larval, varianza asociada a la abundancia, biomasa reproductora y rendimiento potencial, se utilizaron los métodos de Sette y Ahlstrom (1948), Ahlstrom (1968), Taft (1960), Alverson y Pereyra (1969), Gulland (1971) y Richards (1976), y son las análogas reportadas en detalle para el Round Herring *Etrumeus teres* de Houde (1977) y Olvera *et al.* (1987b) para el Proyecto de Investigaciones Ictioplanctónicas para evaluar la biomasa reproductora de especies pelágico costeras y oceánicas en la ZEE Mexicana del Golfo de México.

Con el propósito de estimar la abundancia larval ($\text{Pa} \times 10^9$), se asumió una edad promedio de las larvas de: $\text{di} = 7$ días para el barrilete y la bacoreta, y para la melva, $\text{di} = 5$ días, valores usados para efectos de comparabilidad con las estimaciones de biomasa de Montolio y Juárez (1976) y Olvera *et al.* (1988), considerando que esta edad, no se aleja de la calculada por Houde y Richards (1969) para una longitud promedio larvaria de 5.1 mm de longitud estándar (LE).

La fecundidad relativa y proporción de sexos utilizada en el modelo de biomasa para el barrilete (*Katsuwonus pelamis*), fue la calculada por Montolio y Juárez (1976) de 62.28 huevos por gramo de hembra adulta y una proporción de sexos de 0.517. Respecto a la melva (*Auxis thazard*) y la bacoreta (*Euthynnus alleteratus*), ésta se basó en los datos obtenidos por Ramírez y Ornelas (1984) y Rao (1964) de 93 y 147 huevos por gramo de hembra adulta y una proporción de sexos de 1:1, respectivamente.

Para la obtención rápida del rendimiento potencial de recursos vírgenes o poco explotados, como es el caso de los pequeños atunes en la ZEE Mexicana del Golfo de México, Gulland (1971) propuso un estimador, el cual es el más simple y comúnmente utilizado:

$$P_y = M \cdot 0.5 \cdot B_v$$

donde:

P_y = rendimiento potencial de la especie de referencia

B_v = biomasa virgen del recurso

M = tasa instantánea de mortalidad natural de las especies de referencia

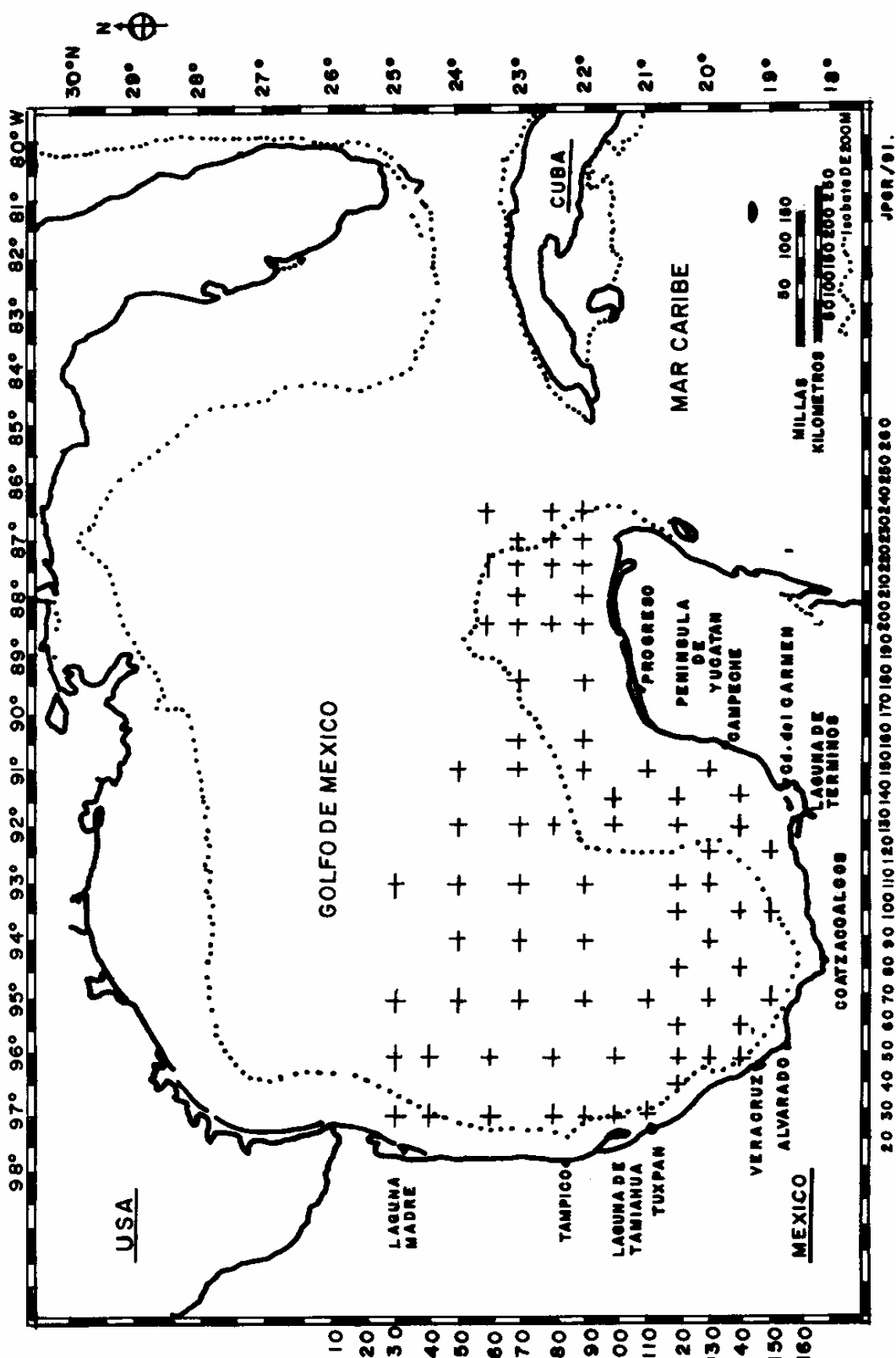


FIG. 1. PATRON DE ESTACIONES CUBIERTAS DURANTE LA PROSPECCION ICTIOPLANCTONICA DE ABRIL-MAYO DE 1986. (CRUCERO JS-8601).

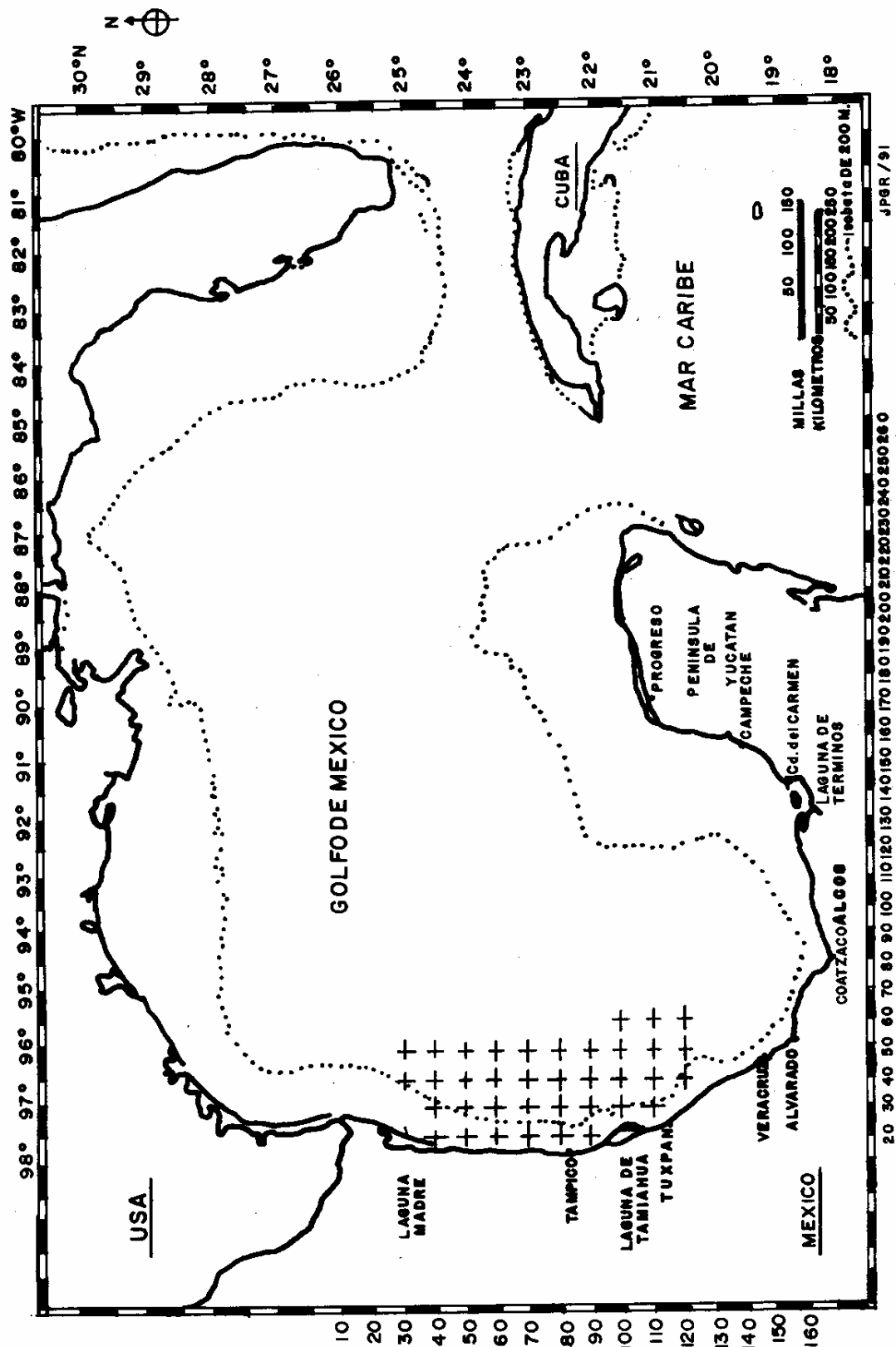


FIG. 2 . PATRON DE ESTACIONES CUBIERTAS DURANTE LA PROSPECCION ICTIOPLANCTONICA DE AGOSTO DE 1986. (CRUCERO BIP-I X-86-03).

Pauly (1983) proporciona otra forma de conocer el rendimiento potencial de una población virgen o poco explotada, estimador obtenido combinando el modelo de Ricker (1975) para conocer el rendimiento máximo sostenible de un stock dado, y otro de Blueweiss *et al.* (1978) para evaluar la tasa intrínseca de crecimiento de la población, el estimador es:

$$Py = 2.3 W^{-0.26} Bv$$

donde:

Py = rendimiento potencial

W = peso medio (en gramos) de los adultos del recurso de referencia

Bv = biomasa virgen

Esta ecuación no requiere de la utilización de un estimador de la mortalidad natural (M), por lo que se utiliza para corroborar el estimado del rendimiento potencial obtenido por Gulland (*op. cit.*).

Para el cálculo de la mortalidad (M) y la sobrevivencia (S) larvaria del barrilete, melva y bacoreta se ajustaron modelos exponenciales entre la abundancia larvaria y la longitud estándar, obteniendo un modelo para cada prospección de la siguiente forma:

$$NL = Na e^{(-ZL)}$$

donde:

NL = número de larvas en la longitud L

Na = intercepto en el eje de la ordenada

Z = Coeficiente instantáneo de mortalidad por unidad de longitud

L = longitud estándar (mm) de las larvas

RESULTADOS Y DISCUSION

De las prospecciones realizadas, se capturó un total de 22,944 larvas de pez, donde las correspondientes a la familia Scombridae representaron sólo un pequeño porcentaje. Las especies registradas son: atún aleta amarilla (*T. albacares*), atún aleta negra (*T. atlanticus*), atún aleta azul (*T. thynnus t.*), barrilete (*K. pelamis*), melva (*A. thazard*), bacoreta (*E. alleteratus*), carito (*S. cavalla*), sierra (*S. maculatus*) y macarela del Atlántico (*S. japonicus*). La distribución y abundancia larvaria de estas especies, así como las temperaturas y biomasa planctónicas asociadas a éstas se encuentran discutidas en Olvera *et al.* (1987c).

Barrilete (*Katsuwonus pelamis*)

Frecuencias de longitud y tasa noche/día

La abundancia larvaria diurna y nocturna durante las prospecciones de abril-mayo y agosto, se presenta en las tablas 1 y 2. Al analizar la relación entre la longitud estándar de las larvas y su abundancia por área estándar (1×10^9), se observa que fueron colectadas larvas entre 2.1 y 5.5 mm para abril-mayo, y entre 2.1 - 6.0 mm para agosto (Figs. 3 y 4).

Por otro lado, durante abril-mayo no se observó una correspondencia entre la abundancia larvaria y la hora de colecta, siendo la relación de captura entre la noche y el día de 1:1. En agosto, en cambio, la mayor abundancia fue capturada durante la noche, exceptuando la primera y última clase de longitud. Considerando que la evasión es más pronunciada en el día, se calculó la proporción de la abundancia noche/día por unidad de longitud, y se ajustaron los datos a una función exponencial positiva para larvas entre 2.1 y 4.5 mm obteniéndose: $R = 0.09 e^{0.88(x)}$; $r^2 = 0.87$, donde: (R) es la razón de captura noche/día y (x) es la longitud estándar.

TABLA 1. ABUNDANCIA LARVARIA BAJO 10 m^2 DE SUPERFICIE MARINA DE *Katsuwonus pelamis* PARA CLASES DE LONGITUD DE 0.5 mm EN LA ZEE MEXICANA DEL GOLFO DE MEXICO DURANTE ABRIL-MAYO DE 1986.

CLASE DE LONGITUD (mm)	CAPTURA NOCTURNA ($1/10 \text{ m}^2$)	CAPTURA DIURNA ($1/10 \text{ m}^2$)	CAPTURA TOTAL ($1/10 \text{ m}^2$)	PROPORCION NOCHE/DIA DE CAPTURA
2.1-2.5	7.23	8.79	16.02	0.8225
2.6-3.0	34.27	48.24	82.51	0.7104
3.1-3.5	21.93	24.59	46.52	0.8918
3.6-4.0	31.81	10.26	42.07	3.1004
4.1-4.5	19.01	28.15	42.16	0.6753
4.6-5.0	17.69	6.55	24.24	2.7008
5.1-5.5	---	7.53	7.53	---

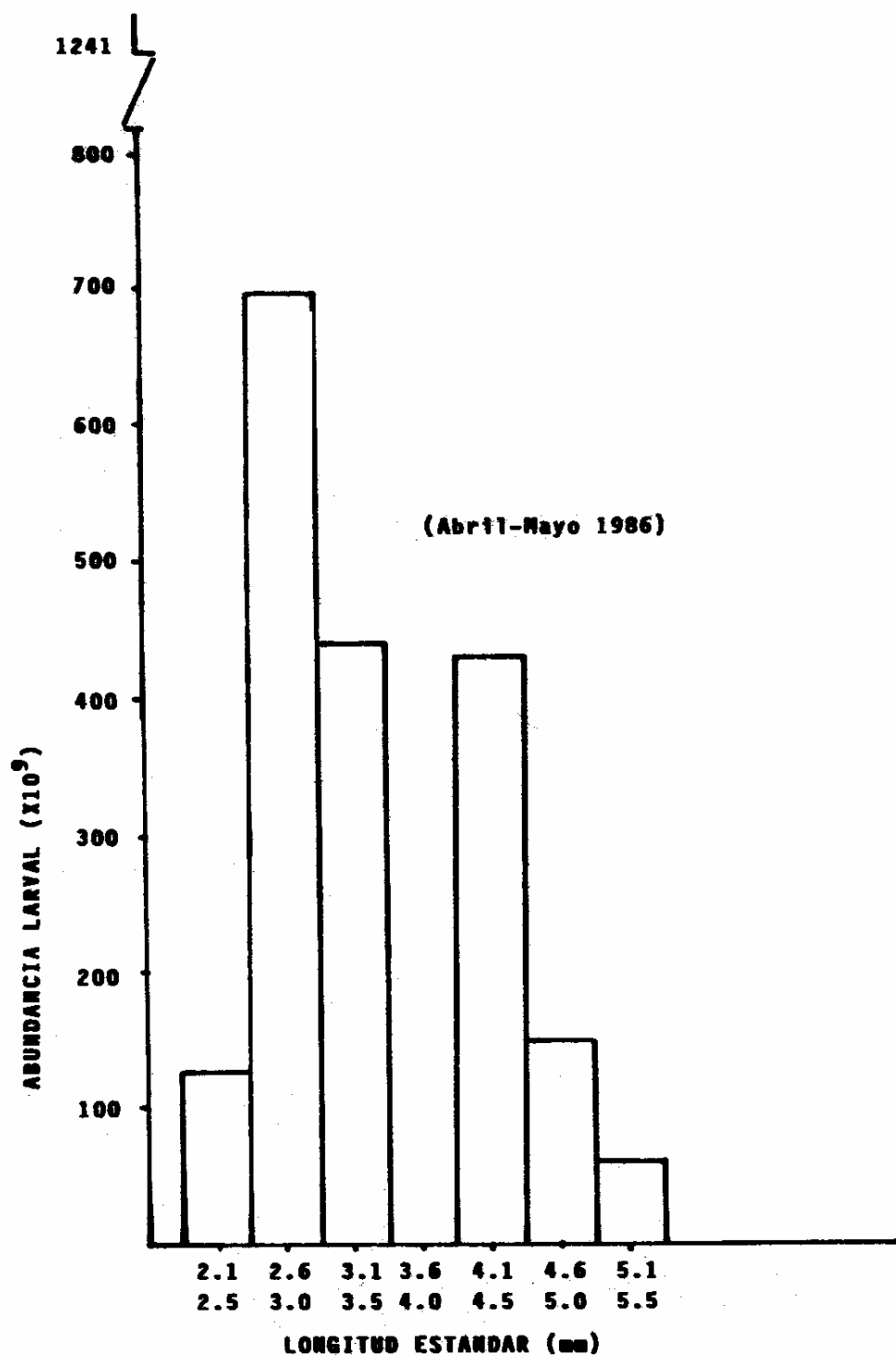


FIG. 3. DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LONGITUD DE LAS LARVAS DE *K. pelamis* PARA CADA 0.5 mm DE CLASE DE LONGITUD EN EL AREA REPRESENTADA POR EL -- CRUCERO.

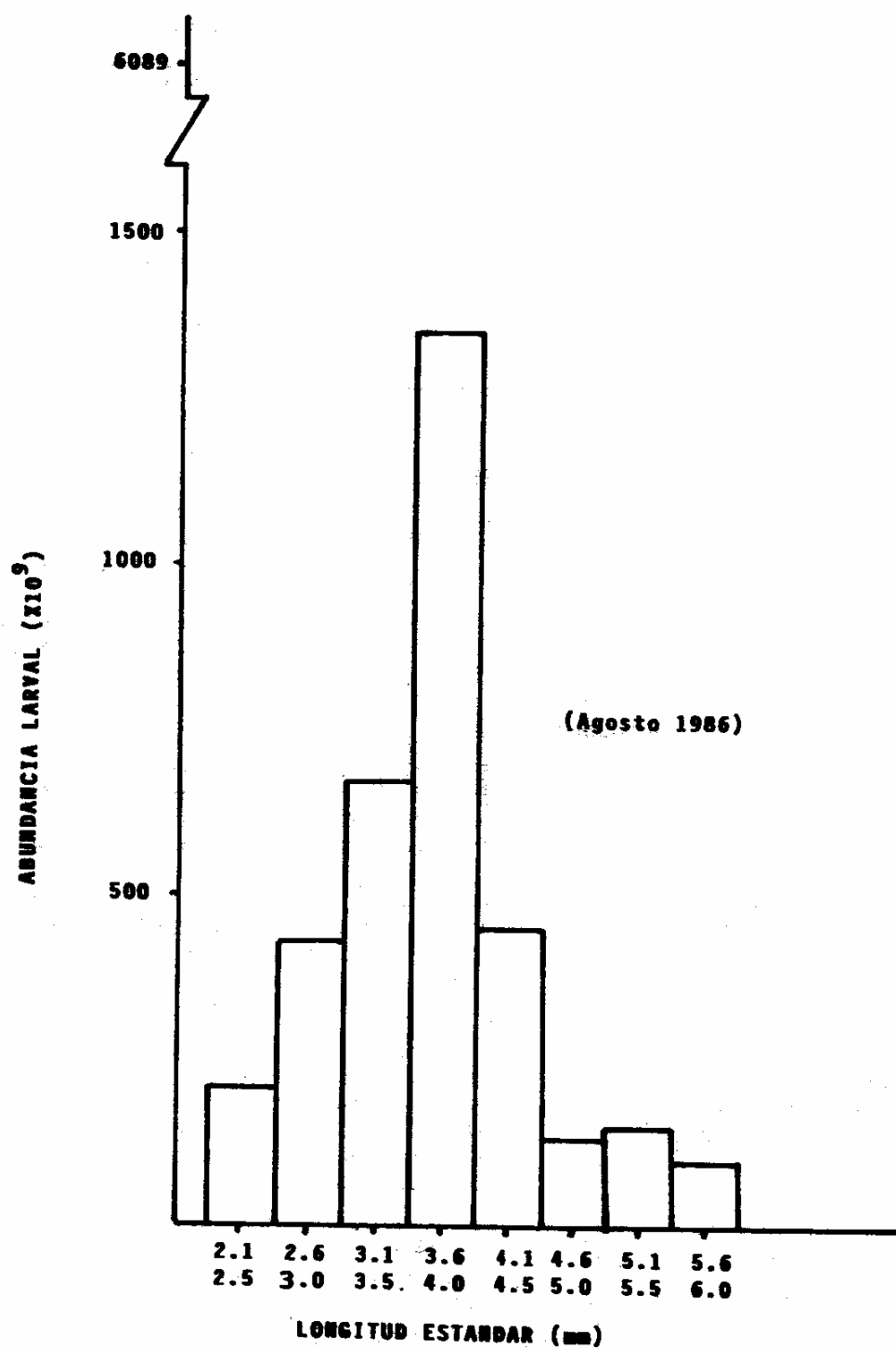


FIG. 4 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LONGITUD DE LAS LARVAS DE *K. pelamis* PARA CADA 0.5 mm DE CLASE DE LONGITUD EN EL AREA REPRESENTADA POR EL CRUCERO.

TABLA 2. ABUNDANCIA LARVAL BAJO 10 m^2 DE SUPERFICIE MARINA DE *Katsuwonus pelamis* PARA CLASES DE LONGITUD DE 0.5 mm EN LA REGION NOROCCIDENTAL DE LA ZEE MEXICANA DEL GOLFO DE MEXICO DURANTE AGOSTO DE 1986.

CLASE DE LONGITUD (mm)	CAPTURA NOCTURNA ($1/10\text{m}^2$)	CAPTURA DIURNA ($1/10\text{m}^2$)	CAPTURA TOTAL ($1/10\text{m}^2$)	PROPORCION NOCHE/DIA DE CAPTURA
2.1-2.5	13.90	15.31	29.61	0.9079
2.6-3.0	27.66	29.01	56.67	0.9535
3.1-3.5	42.95	37.34	80.29	1.1502
3.6-4.0	106.13	42.58	148.71	2.4925
4.1-4.5	36.95	7.27	44.22	5.0825
4.6-5.0	12.22	8.18	20.40	1.4939
5.1-5.5	13.47	7.25	20.72	1.8579
5.6-6.0	13.45	---	13.45	---

Del modelo ajustado de la abundancia larval (Figs. 5 y 6), en relación a la longitud estándar, se calculó el coeficiente instantáneo de declinación en 0.87 para abril-mayo, y de 1.26 para agosto, con una sobrevivencia de 41.90 y 28.37 por ciento, respectivamente.

Abundancia larval y biomasa reproductora

La evaluación cuantitativa de las larvas realizada para la región muestreada para ambas temporadas fue de 94.18×10^9 y de 133.13×10^9 que, al considerar los 24 y 21 días de muestreo efectivo, alcanza el valor de 2260.26×10^9 y 2796.27×10^9 , respectivamente (Tabla 3).

TABLA 3. ESTIMACION DE LA ABUNDANCIA LARVAL DE *Katsuwonus pelamis*. LA ESTIMACION INCLUYE TODAS LAS LARVAS EN LA CLASE DE LONGITUD OBTENIDAS DURANTE ABRIL-MAYO Y AGOSTO DE 1986.

CRUCERO	AREA REPRESENTADA POR EL CRUCERO ($\text{m}^2 \times 10^9$)	AREA POSITIVA ($\text{m}^2 \times 10^9$)	ABUNDANCIA LARVAL EN EL CRUCERO ($\text{Pi} \times 10^9$)
JS8601	130.85	55.92	2260.26
BIPIX8601	70.90	30.92	2796.27

Aplicando el modelo de Sette y Ahlstrom (*op. cit.*), el estimado de producción de larvas en el área y período muestreado para 7 días de desarrollo larvario fue de 322.89×10^9 y 399.41×10^9 larvas, con una varianza (S^2_{pi}) de 5.36×10^{21} para abril-mayo y de 5.02×10^{21} para agosto. De estos resultados, se calculó la biomasa para el barrilete en 22,432 ton métr para el área investigada y en el período de mínima y máxima reproducción de la especie (Tabla 4).

Rendimiento potencial

El rendimiento potencial calculado por el modelo de Gulland (1971), asumiendo tres tasas de mortalidad natural (M) de: $M=0.69$, $M=0.81$ y $M=0.93$, arrojaron para el barrilete un rendimiento entre 7,739 y 10,431 ton métr para abril-agosto y el rendimiento calculado mediante el modelo de Pauly (1983) fue de 6,571 ton métr para un peso promedio (W) del barrilete de 2,768 g (Tabla 5).

Respecto a la fecundidad relativa, es necesario mencionar que la ecuación de fecundidad de la que parte el valor, es la obtenida por Joseph (1963) para el barrilete del Pacífico Oriental. Este aspecto con seguridad afecta los resultados obtenidos; pero, tomando en cuenta que no hay estimados de este parámetro para el Golfo de México, al igual que Montolio y Juárez (1976), se considera aceptable, en virtud de que las estimaciones de fecundidad de atunes del Pacífico, por sub-áreas y regiones, no arrojaron diferencia entre las mismas.

En lo relativo al rendimiento potencial, éste fue obtenido por el modelo de Gulland (1971), el cual requiere de un estimado de la tasa de mortalidad natural (M). Fink (1965), Joseph y Calkins (1969), y Silliman (1966) reportan para el barrilete valores de (M) = 3.82, 1.68 y 0.30, respectivamente.

Por otro lado, Murphy y Sakasawa (1976) establecen una relación entre (M) y (K), parámetro de la ecuación de von Bertalanffy, para el caso de túnidos cuyos valores de (K) son conocidos, y encuentran que (M) = $1.879 K$, y proponen para el barrilete un rango de (M) entre 0.69 y 0.93 en donde quedan incluidos los tres valores utilizados.

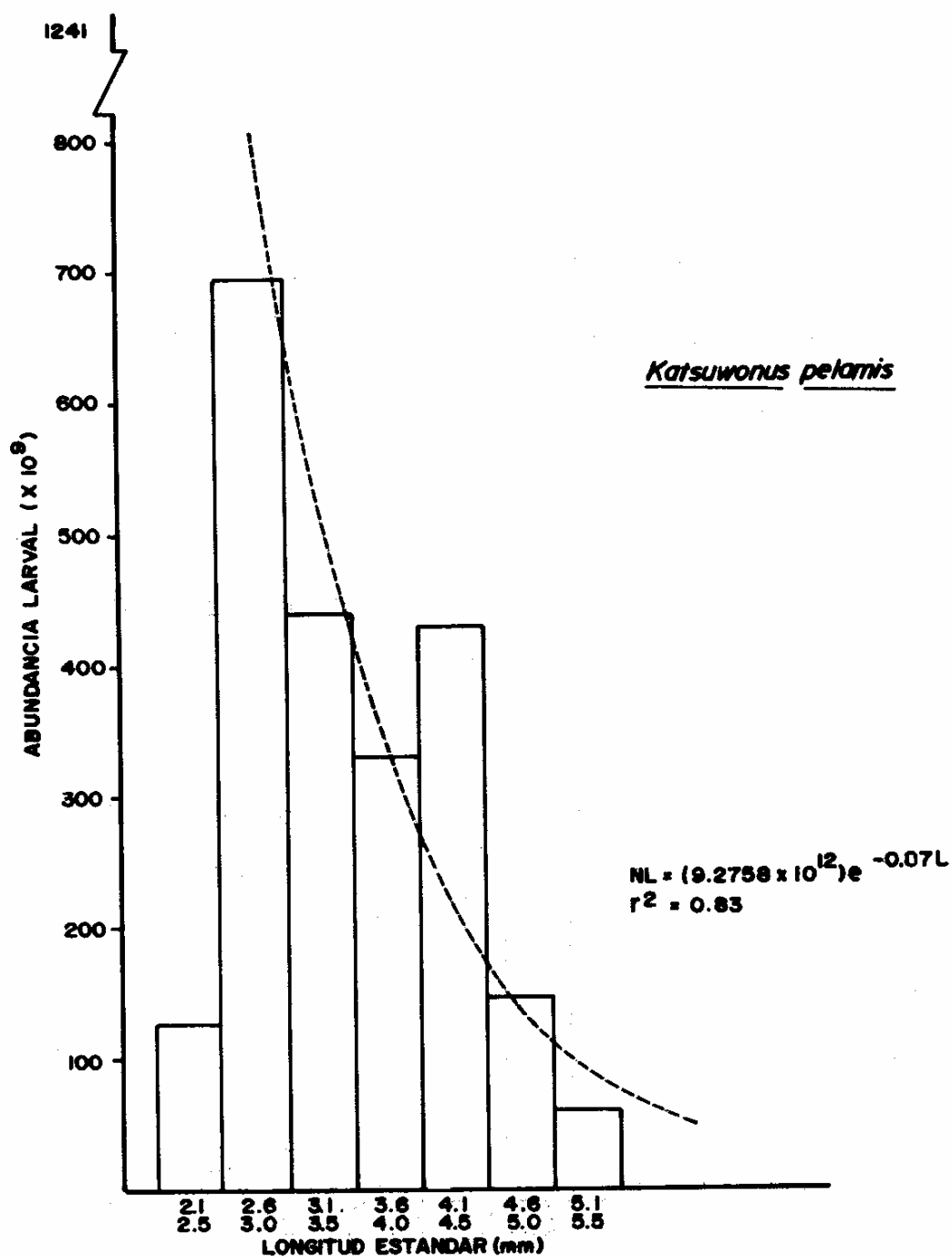


FIG. 5 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LONGITUD Y COEFICIENTE INSTANTANEO DE DECLINACION EN LA ABUNDANCIA POR CLASE DE LONGITUD (ABRIL - MAYO 1986)

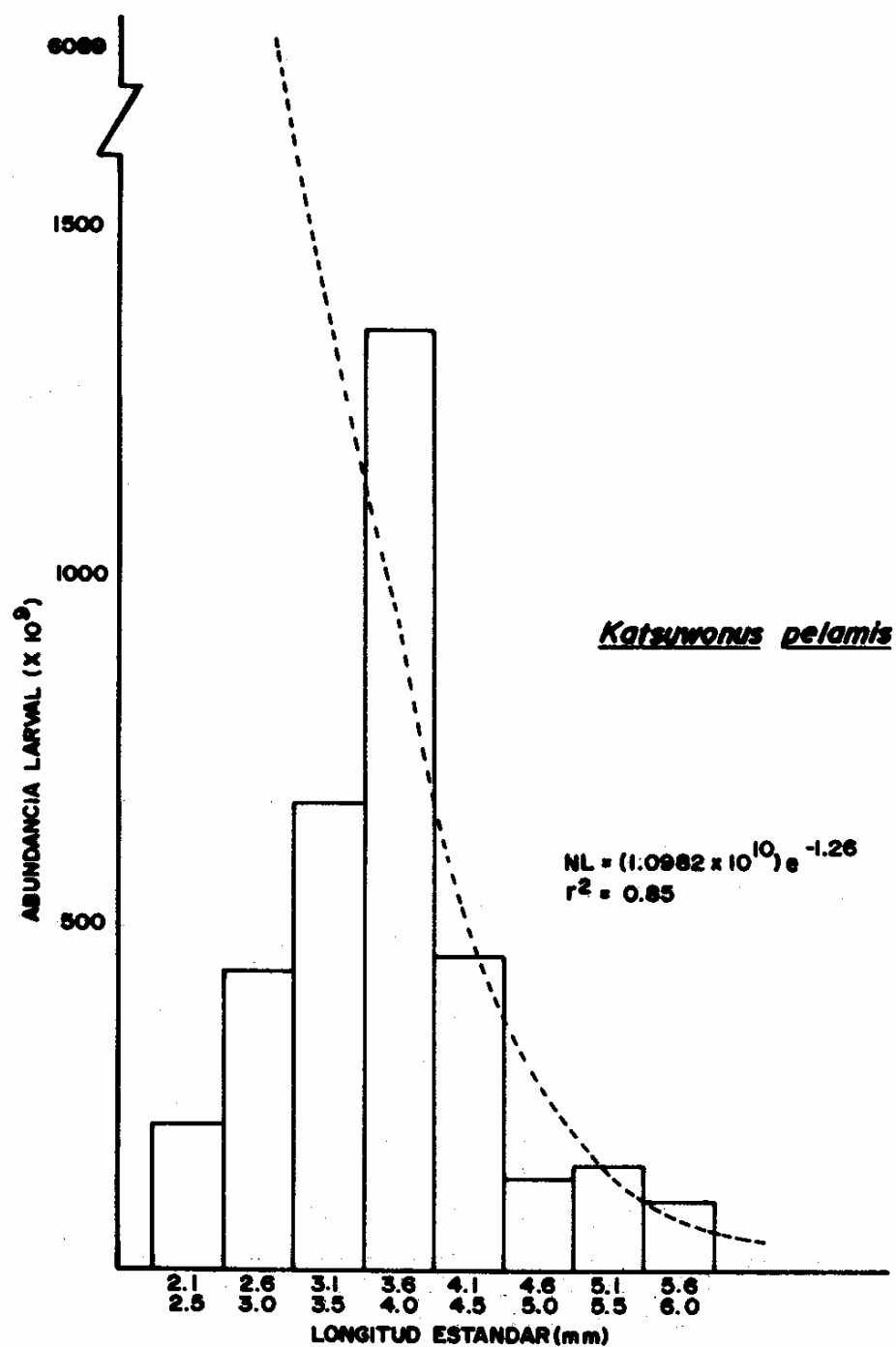


FIG. 6 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LONGITUD Y COEFICIENTE INSTANTANEO DE DECLINACION EN LA ABUNDANCIA LARVAL POR CLASE DE LONGITUD (AGOSTO 1986)

TABLA 4. ESTIMACION DE LA BIOMASA REPRODUCTORA DE *Katsuwonus pelamis* EN LA ZEE MEXICANA DEL GOLFO DE MEXICO, DURANTE ABRIL-MAYO Y AGOSTO DE 1986.

TEMPORADA DE DESOVE	CRUCERO	DIAS REPRESENTADOS EN EL CRUCERO (Di)	POBLACION LARVAL (x10 ⁹)	BIOMASA ADULTA (ton mé)
1986	JS8601	24	322.89	10,028
	BIPIX8601	21	399.41	12,404

TABLA 5. ESTIMACION DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL BARRILETE *Katsuwonus pelamis* BASADO EN LA ESTIMACION DE BIOMASA Y ASUMIENDO TRES VALORES DE MORTALIDAD (M).

ESTIMACION DEL RENDIMIENTO POTENCIAL* (ton mé).			
ESPECIE	M=0.69	M=0.81	M=0.93
<i>Katsuwonus pelamis</i>	7,739	9,085	10,431

* Aplicando el modelo de Pauly (1983) y para un peso promedio de (W) = 2,760 g; Py = 6,571 (ton mé).

Melva (*Auxis thazard*)

Frecuencias de longitud y tasa noche/día

La abundancia larvaria bajo 10 m² de superficie marina para clases de longitud de 0.5 mm durante abril-mayo y agosto, se presentan en las tablas 6 y 7. Al analizar la relación entre la longitud estándar y la abundancia larvaria por área estándar, se observa que fueron capturadas larvas entre 1.6 mm y 11.0 mm durante abril-mayo y entre 2.1 mm y 5.5 mm durante agosto (Figs. 7 y 8).

TABLA 6. ABUNDANCIA LARVARIA BAJO 10 m² DE SUPERFICIE MARINA DE *Auxis thazard* PARA CLASES DE LONGITUD DE 0.5 mm EN LA ZEE MEXICANA DEL GOLFO DE MEXICO DURANTE ABRIL-MAYO DE 1986.

CLASE DE LONGITUD (mm)	CAPTURA NOCTURNA (1/10m ²)	CAPTURA DIURNA (1/10m ²)	CAPTURA TOTAL (1/10m ²)	PROPORCION NOCHE/DIA DE CAPTURA
1.6-2.0	--	61.16	61.16	---
2.1-2.5	22.26	243.08	265.34	0.0916
2.6-3.0	157.90	73.15	231.05	2.1586
3.1-3.5	113.92	37.65	151.57	3.0258
3.6-4.0	53.61	22.52	76.13	2.3806
4.1-4.5	85.81	39.99	125.80	2.1458
4.6-5.0	96.53	47.70	144.23	2.0237
5.1-5.5	24.34	33.85	58.19	0.7191
5.6-6.0	20.22	6.28	26.50	3.2197
6.1-6.5	16.51	1.94	18.45	8.5103
6.6-7.0	7.42	---	7.42	---
7.1-7.5	7.42	---	7.42	---
7.6-8.0	---	---	---	---
8.1-8.5	---	---	---	---
8.6-9.0	3.71	---	3.71	---
9.1-9.5	8.22	---	8.22	---
9.6-10.0	---	---	---	---
10.1-10.5	---	---	---	---
10.6-11.0	3.71	---	3.71	---

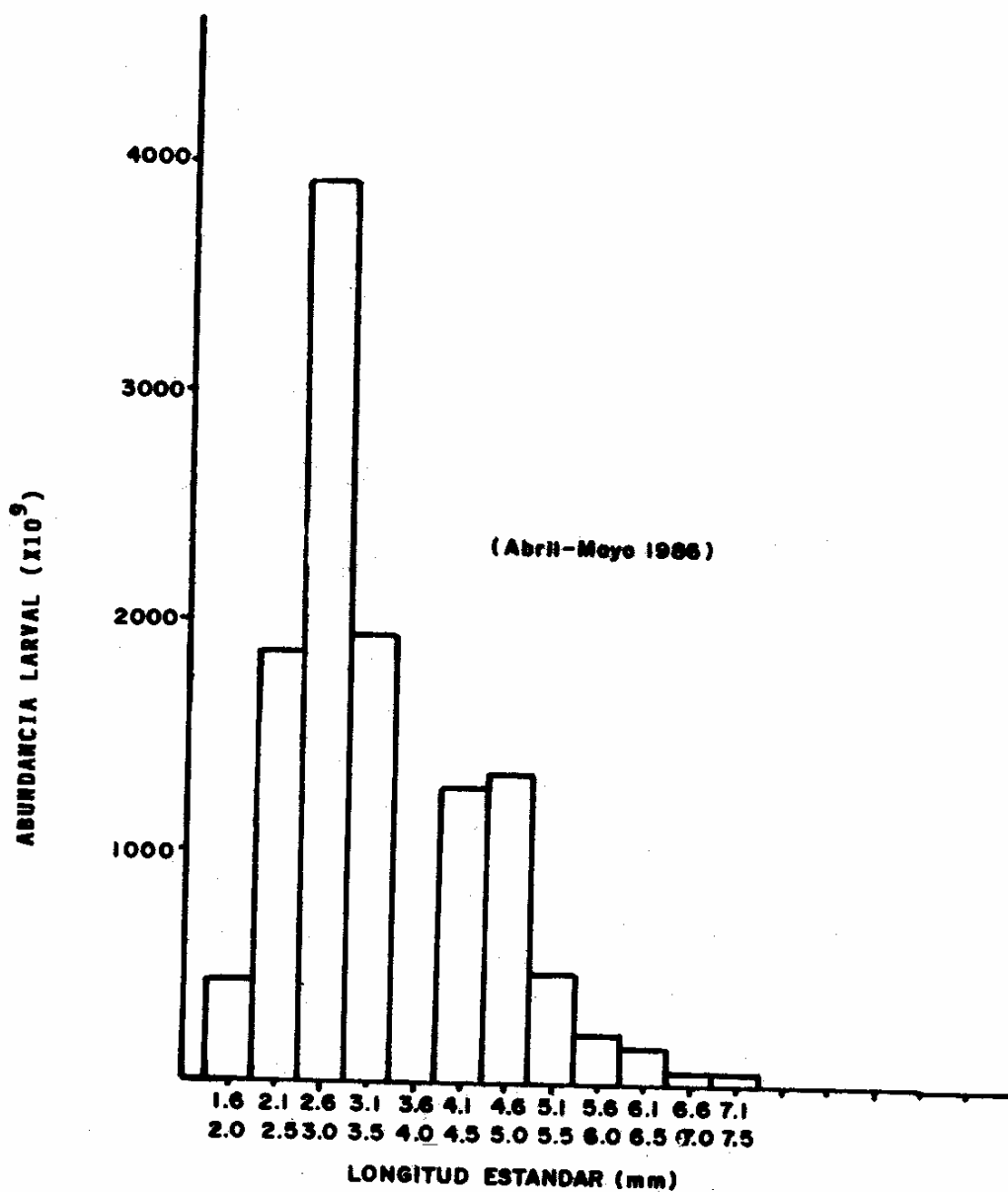


FIG. 7 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LONGITUD DE LAS LARVAS DE *A. thazard* PARA CADA 0.5 mm DE CLASE DE LONGITUD EN EL AREA REPRESENTADA POR EL -- CRUCERO.

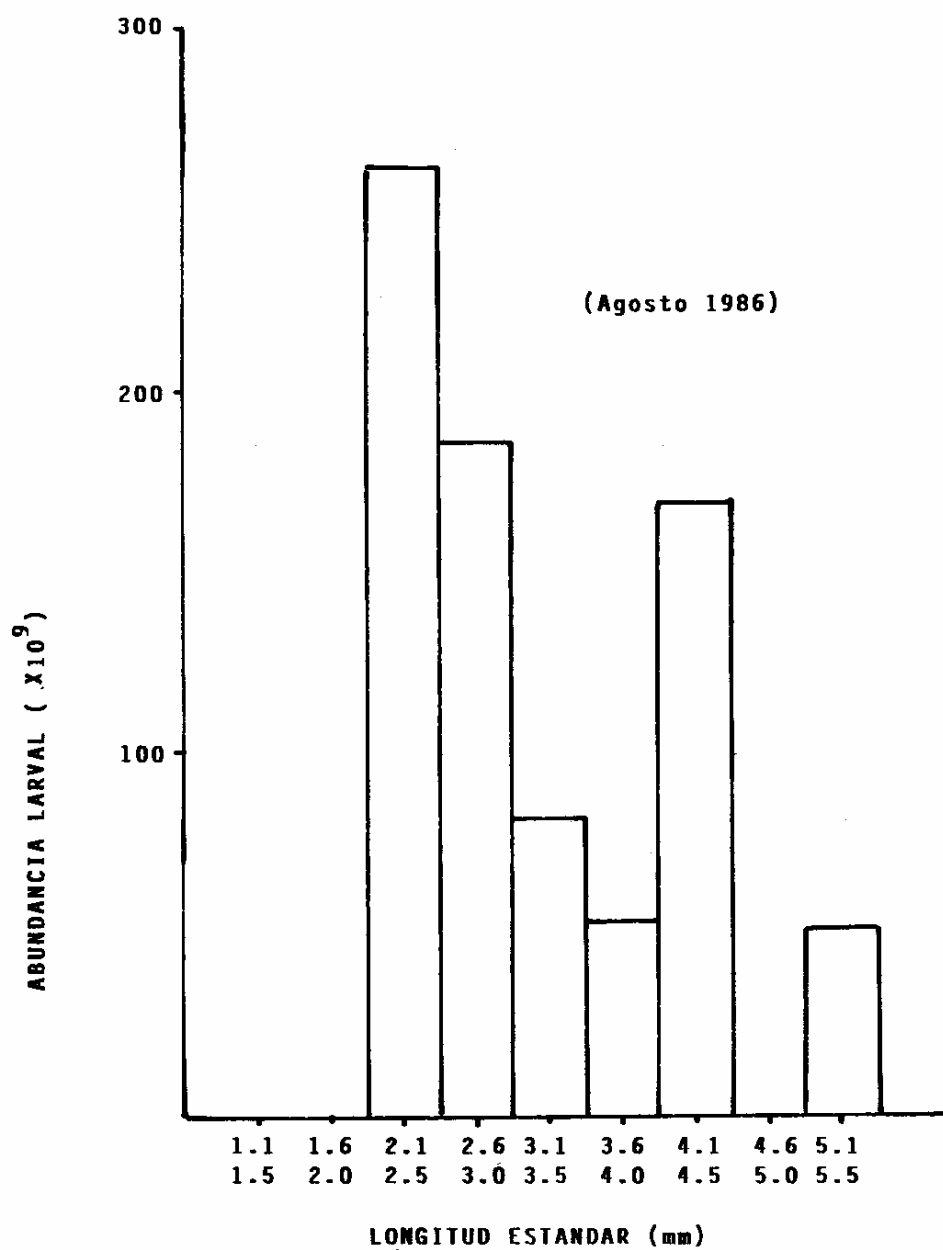


FIG.8 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LONGITUD DE LAS
LARVAS DE *A.thazard* PARA CADA 0.5 mm DE CLASE
DE LONGITUD EN EL AREA REPRESENTADA POR EL --
CRUCERO.

TABLA 7. ABUNDANCIA LARVARIA BAJO 10 m^2 DE SUPERFICIE MARINA DE *Auxis thazard* PARA CLASES DE LONGITUD DE 0.5 mm EN LA REGION NOROCCIDENTAL DE LA ZEE MEXICANA DEL GOLFO DE MEXICO DURANTE AGOSTO DE 1986

CLASE DE LONGITUD (mm)	CAPTURA NOCTURNA ($1/10\text{m}^2$)	CAPTURA DIURNA ($1/10\text{m}^2$)	CAPTURA TOTAL ($1/10\text{m}^2$)	PROPORCION NOCHE/DIA DE CAPTURA
2.1-2.5	37.80	---	37.80	---
2.6-3.0	18.90	7.96	26.86	2.3744
3.1-3.5	12.94	---	12.94	---
3.6-4.0	53.61	39.84	77.64	0.9488
4.1-4.5	37.80	---	25.54	---
4.6-5.0	25.54	---	---	---
5.1-5.5	---	7.69	7.69	---

Respecto a la proporción de larvas capturadas durante el día y la noche por clase de longitud, ésta fue analizada en ambos cruceros, indicándonos que durante abril-mayo ocurrió una considerable evasión a la red durante el día, por lo que se calcularon las proporciones larvales noche/día (R) y se ajustaron los datos a una función exponencial, obteniéndose:

$$R = 25.38 e^{-0.61(x)}, r^2 = 0.75, \text{ para un rango de longitud de } 3.1 - 5.5 \text{ mm de longitud estándar.}$$

Del modelo ajustado de la abundancia larval en relación a la longitud estándar (Figs. 9 y 10), se calculó el coeficiente instantáneo de declinación en 0.92 para abril-mayo y 1.11 para agosto, con una sobrevivencia de $S = 39.85$ por ciento para abril-mayo y de $S = 32.96$ por ciento para agosto.

Abundancia larval y biomasa reproductora

La evaluación cuantitativa de las larvas realizada para la región muestreada fue de 394.41×10^9 para abril-mayo, y de 61.47×10^9 para agosto que, al considerar los 24 y 21 días de muestreo efectivo alcanza el valor de $9,465.83 \times 10^9$ y $1,290.98 \times 10^9$ larvas, respectivamente (Tabla 8). Aplicando el modelo de Sette y Ahlstrom (*op. cit.*), el estimado de la producción de larvas en el área y periodo muestreados fue de 1893.17×10^{12} para abril-mayo y 259.10×10^9 para agosto, con una varianza de 3.8291×10^{22} y 4.4613×10^{21} , respectivamente. De estos resultados, se calcula una biomasa desovante para la melva de 46,266 para el área investigada en el periodo abril-agosto (Tabla 9).

TABLA 8. ESTIMACION DE LA ABUNDANCIA LARVAL DE *Auxis thazard*. LA ESTIMACION INCLUYE TODAS LAS LARVAS EN LA CLASE DE LONGITUD OBTENIDA DURANTE ABRIL-MAYO Y AGOSTO DE 1986.

CRUCERO	AREA REPRESENTADA POR EL CRUCERO ($\text{m}^2 \times 10^9$)	AREA POSITIVA ($\text{m}^2 \times 10^9$)	ABUNDANCIA LARVAL EN EL CRUCERO $P_i (x10^9)$
JS8601	130.85	51.85	394.41
BIPIX8601	70.90	15.88	61.47

Rendimiento potencial

En este caso, asumiendo tres valores de mortalidad natural: $M = 0.40, 0.60$ y 0.80 , definidos en función del valor de la constante de crecimiento de von Bertalanffy, reportados por Grudtsev y Korolovich (1985) para esta especie en la región oriental del Atlántico Ecuatorial ($K = 0.32$) y $M = 1.87 K$, obtenida por Murphy y Sakasawa (1976) para conocer la tasa de mortalidad natural de atunes, se obtuvo un rango de rendimiento potencial entre 9,253 y 18,506 de acuerdo al modelo de Gulland (1971) y por el estimador de Pauly (1983) para un peso promedio de 1,260 gramos de 16,630 ton mé (Tabla 10).

TABLA 9. ESTIMACION DE LA BIOMASA REPRODUCTORA DE *Auxis thazard* EN LA ZEE MEXICANA DEL GOLFO DE MEXICO, DURANTE ABRIL-MAYO Y AGOSTO DE 1986.

TEMPORADA DE DESOVE	CRUCERO	DIAS REPRESENTADOS EN EL CRUCERO (Di)	POBLACION LARVAL ($x10^9$)	BIOMASA ADULTA (ton mé)
1986	JS8601	24	1893.17	40713
	BIPIX8601	21	259.10	5553

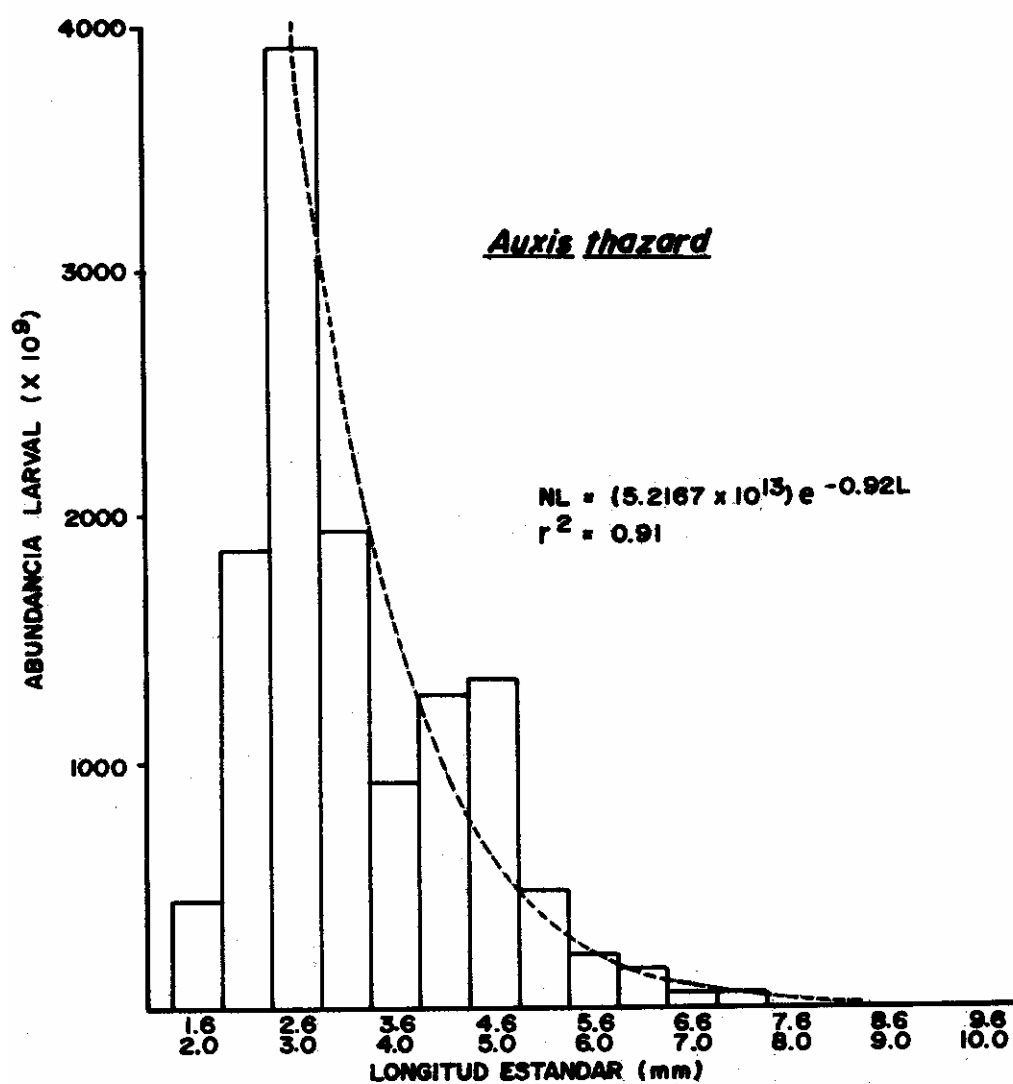


FIG. 9 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LONGITUD Y COEFICIENTE
INSTANTANEO DE DECLINACION EN LA ABUNDANCIA POR
CLASE DE LONGITUD (ABRIL - MAYO 1986)

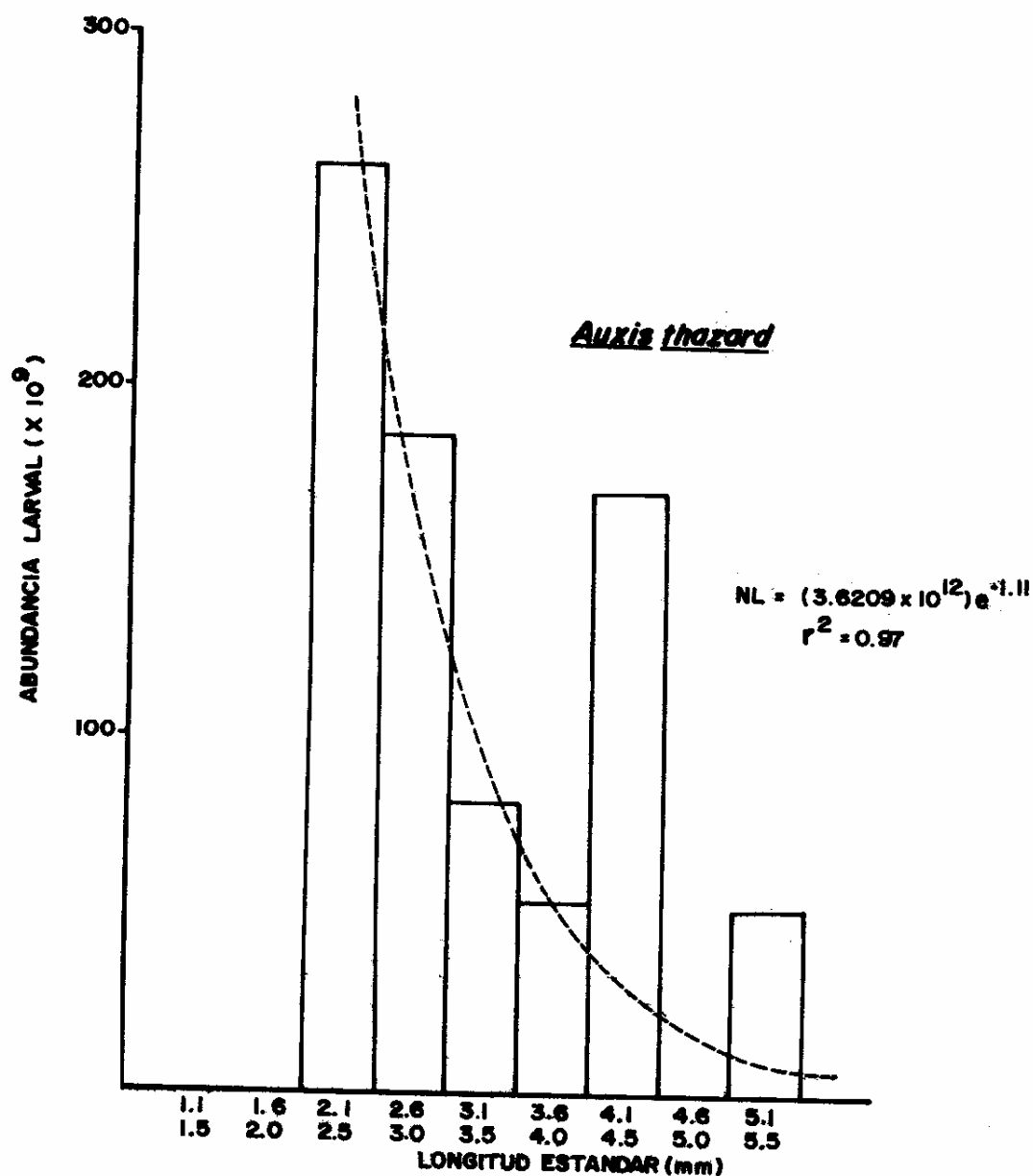


FIG. 10 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LONGITUD Y COEFICIENTE INSTANTANEO DE DECLINACION EN LA ABUNDANCIA POR CLASE DE LONGITUD (AGOSTO 1986)

TABLA 10. ESTIMACION DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA LA MELVA (*Auxis thazard*) BASADO EN LA ESTIMACION DE LA BIOMASA, ASUMIENDO TRES VALORES DE MORTALIDAD.

ESTIMACION DEL RENDIMIENTO POTENCIAL* (ton mét).			
ESPECIE	M=0.40	M=0.60	M=0.80
<i>Auxis thazard</i>	9.253	13.880	18.506

* Aplicando el modelo de Pauly (1983) y para un peso promedio de (W) = 1,260 g; Py = 16,630 (ton mét).

Bacoreta (*Euthynnus alleteratus*)

Frecuencias de longitud y tasa noche/día

Las larvas de esta especie se registraron en las dos campañas, pero la distribución y abundancia fue mayor en abril-mayo, y debido a que en esta temporada el desove tiene mayor fuerza, se estimó la biomasa reproductora y el rendimiento potencial sólo para este periodo.

La abundancia larvaria bajo 10 m² de superficie marina para clases de longitud de 0.5 mm, se presenta en la tabla 11; observándose una subestimación de las larvas menores de 5.0 mm, así como una discontinuidad marcada entre la colecta diurna y nocturna, de tal manera que no se encontró una relación entre estas capturas (Fig. 11).

Del modelo ajustado de la abundancia larval en relación a la longitud estándar (Fig. 12), se calculó el coeficiente instantáneo de declinación en 0.95 con una sobrevivencia de 38.67 por ciento para abril-mayo.

Abundancia larval y biomasa reproductora

La evaluación cuantitativa de las larvas para la región muestreada fue de 37.53×10^9 para abril-mayo. Considerando 24 días de muestreo efectivo, alcanza el valor de 900.85×10^9 . Al aplicar el modelo de Sette y Ahlstrom (*op. cit.*), el estimado de la producción de larvas en el área y periodo muestreado para siete días de desarrollo larvario fue de 128.69×10^9 larvas, con una varianza total de 1.8348×10^{21} .

Con estos resultados, se calcula una biomasa desovante para la bacoreta de 1,751 ton mét en el área investigada durante el periodo abril-mayo.

Dado que no hay estimados de la mortalidad natural, se evaluó el rendimiento potencial de la bacoreta a través del método de Pauly (1983), para lo cual se utilizó el valor del peso medio de los adultos. Este se obtuvo a partir de la relación longitud-peso. En este caso, para una longitud media de 573 mm y un peso medio de 2,710 gramos observada por De Sylva y Rathjin (1961) en aguas de Miami, Florida, se calculó un rendimiento potencial de 516 toneladas métricas.

TABLA 11. ABUNDANCIA LARVARIA BAJO 10 m² DE SUPERFICIE MARINA DE *Euthynnus alleteratus* PARA CLASES DE LONGITUD DE 0.5 mm EN LA ZEE MEXICANA DEL GOLFO DE MEXICO DURANTE ABRIL-MAYO DE 1986.

CLASE DE LONGITUD (mm)	CAPTURA NOCTURNA (1/10m ²)	CAPTURA DIURNA (1/10m ²)	CAPTURA TOTAL (1/10m ²)	PROPORCION NOCHE/DIA DE CAPTURA
3.1-3.5	3.71	---	3.71	---
3.6-4.0	6.89	---	6.89	---
4.1-4.5	---	17.53	17.53	---
4.6-5.0	14.20	12.56	26.76	1.1306
5.1-5.5	17.28	12.56	29.84	1.3758
5.6-6.0	12.69	---	12.69	---
6.1-6.5	6.75	---	6.75	---
6.6-7.0	---	---	---	---
7.1-7.5	3.71	---	3.71	---

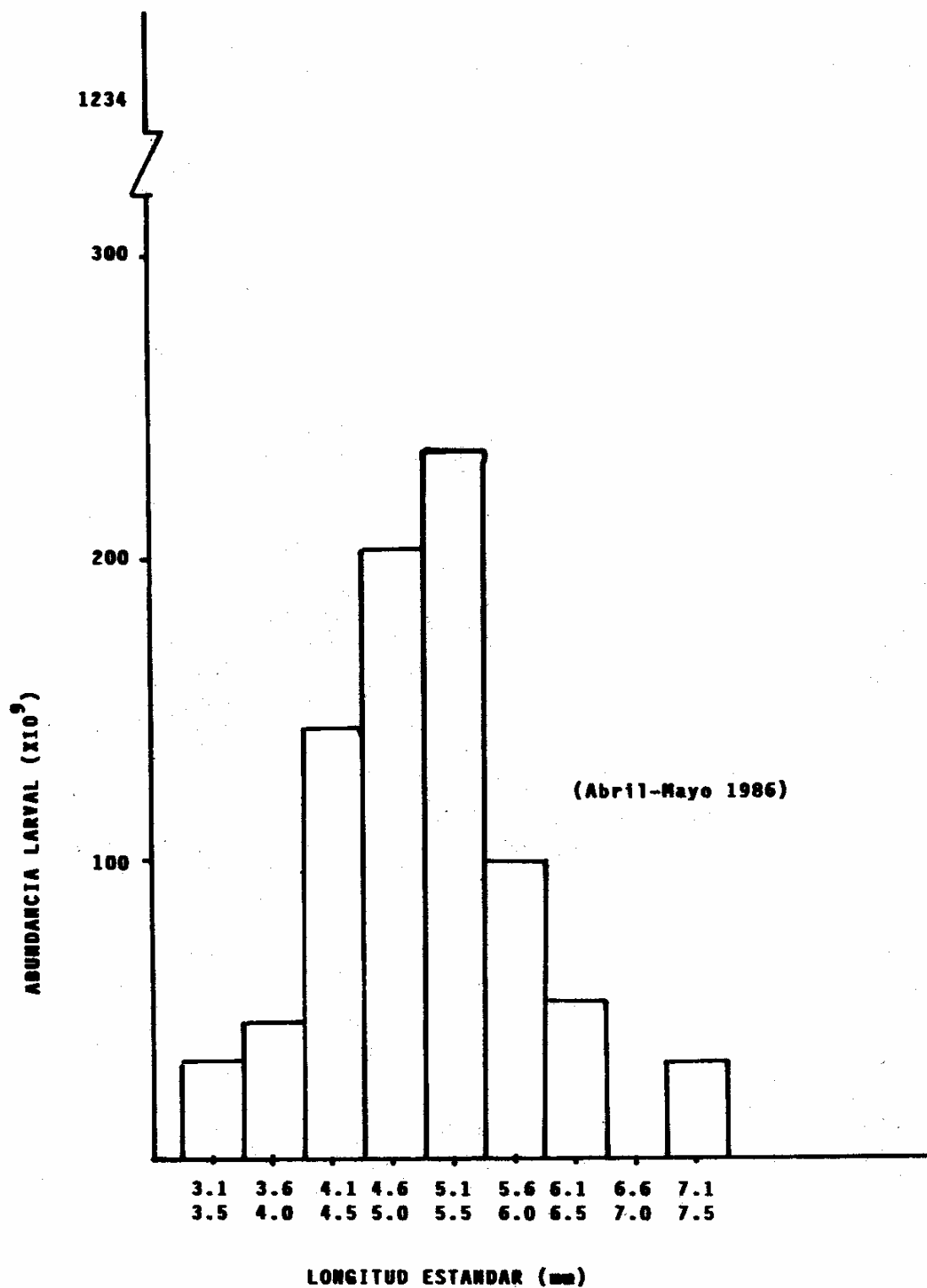


FIG. 11 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LONGITUD DE LAS LARVAS DE *E. alleteratus* PARA CADA 0.5 mm DE CLASE DE LONGITUD EN EL AREA REPRESENTADA POR EL CRUCERO.

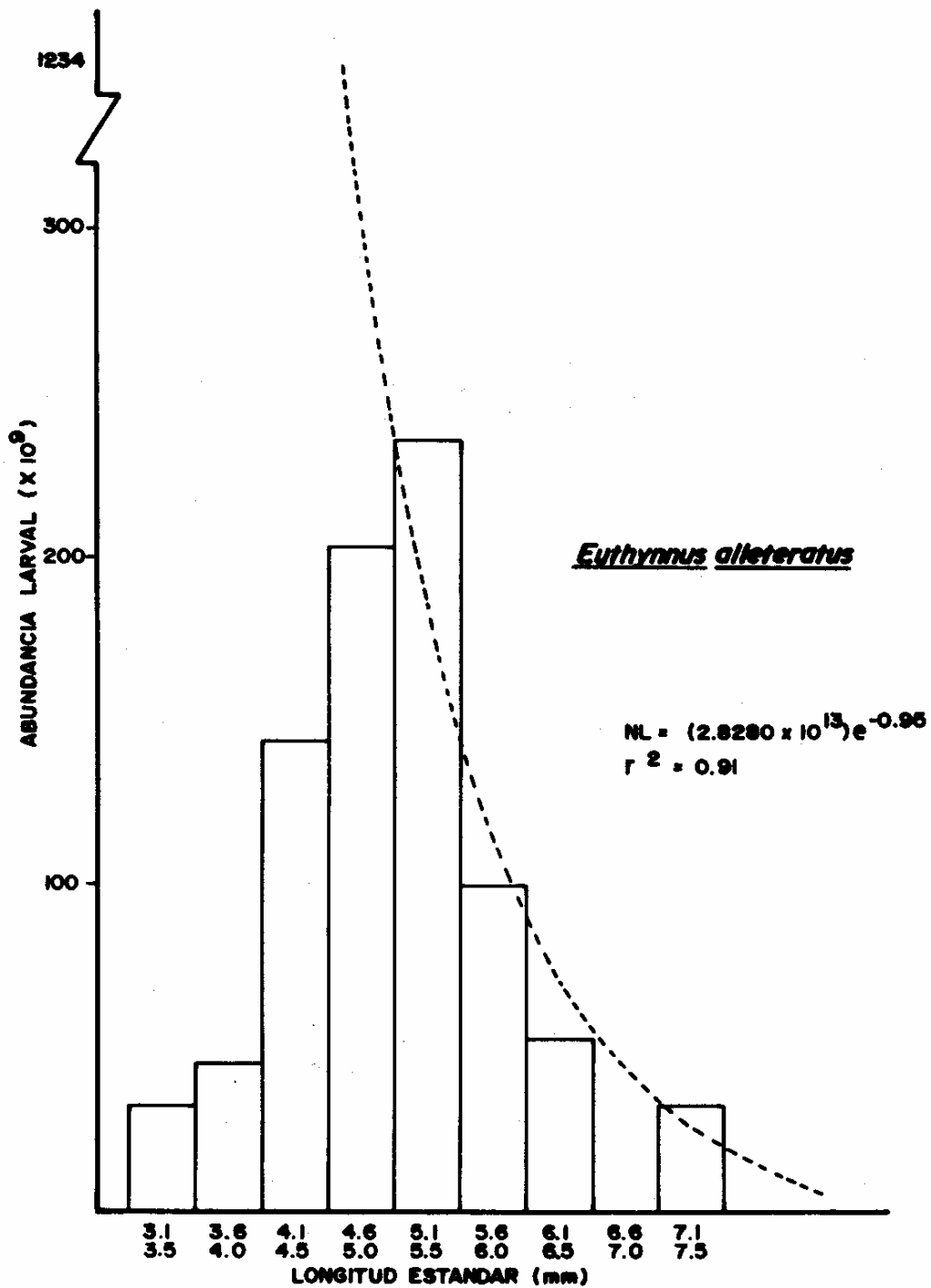


FIG. 12 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LONGITUD Y COEFICIENTE INSTANTANEO DE DECLINACION EN LA ABUNDANCIA LARVAL POR CLASE DE LONGITUD (ABRIL - MAYO 1986)

CONCLUSIONES

1. De los resultados obtenidos en el presente estudio, se desprende que en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México, el barrilete encuentra condiciones apropiadas para su reproducción y que el desove es más intenso en verano que en primavera. Esto último, se refleja no sólo por el hecho de haber registrado una producción larvaria mayor en los meses más cálidos del año, sino también por la cobertura espacio-temporal y la menor varianza en la abundancia larvaria. Al ubicar los registros del desove, en cuanto a la talla, se observó que la región suroccidental del Golfo de México es una zona de desove intenso para esta especie, con menor dispersión larvaria y, en consecuencia, núcleos de desove más definidos, por lo que se considera que esta región es de las más productivas para el barrilete dentro del Golfo de México y Mar Caribe.
2. La biomasa adulta del barrilete para el periodo de abril-agosto, se calculó en 22,432 ton métr con un rendimiento potencial en un rango de 6,600 a 10,500 ton métr. Esto corresponde a una estimación parcial del tamaño real de la población desovadora de esta especie, en virtud de que fueron aplicados arbitrariamente, en el modelo de biomasa, valores de fecundidad relativa y proporción de sexos obtenidos en el Pacífico Oriental, por carecer de la información respectiva de estos parámetros en aguas del Golfo de México de jurisdicción nacional.
3. El desove de la melva se presenta en el borde exterior de la plataforma continental, registrándose los núcleos de mayor abundancia larvaria al norte de la península de Yucatán y entre Laguna Madre y Laguna de Tamiahua, en los estados de Veracruz y Tamaulipas.

La biomasa adulta de esta especie para el periodo abril-agosto se calculó en 45,266 ton métr, con un rendimiento potencial entre 9,253 y 16,630 ton métr. Esta biomasa representa la cifra más alta calculada para las especies comerciales o potenciales contempladas en este trabajo. Parece mostrar, de acuerdo con anteriores estudios, que tiene un periodo más prolongado de su actividad reproductora (Ramírez y Ornelas, 1984; Olvera *et al.*, 1988). Por lo que la biomasa adulta de la melva se puede esperar mayor, sobre todo si se considera que durante agosto no se muestreó la ZEE Mexicana del Golfo de México en su totalidad.
4. La evaluación de biomasa adulta y el rendimiento potencial de la bacoreta fue de 1,751 ton métr y de 516 ton métr, respectivamente, para el periodo abril-mayo.

Sobre esta especie, no hay prácticamente evaluaciones de biomasa que sirvan de comparación, ya sea por evaluaciones directas o indirectas como el ictioplancton. Incluso en éste, se utilizaron los datos de fecundidad absoluta para diferentes pesos de *E. affines* reportados por Rao (1968) para el Océano Índico, dado que no hay estimados de este parámetro en el Golfo de México o aguas adyacentes. Asimismo, se asumió 0.5 para la proporción de sexos, dato que no difiere de los observados para esta especie en otras localidades (Yoshida, 1976). Sin embargo, a diferencia de la melva y el barrilete, la potencialidad pesquera de la bacoreta parece ser mucho menor que éstas, pero no por ello hay que descartarla como un recurso potencial de superficie, sobre todo hasta que no existan estudios completos sobre la misma.

A pesar de que el barrilete es la especie de túnidos que presenta una de las capturas más altas a nivel mundial, y la melva la especie de escómbridos señalada como la más abundante en aguas del Golfo de México, se carece de la información referente a su biología y dinámica poblacional. De igual manera, tanto para estas dos especies, como el resto de los llamados pequeños atunes, en varias ocasiones se ha hecho énfasis de que se encuentran subexplotados y/o subestimados, siendo viable su explotación en mayor proporción, a la cual, Wise (1986) considera que México, es el que tiene mayores posibilidades de capturar pequeños atunes.

5. Con los resultados obtenidos y la información de años anteriores fue posible establecer la factibilidad de un mejor aprovechamiento de estas especies, proporcionando para ello la localización de las áreas de mayor concentración de adultos desovantes. La melva es una especie que no cuenta con una explotación de manera formal en nuestras aguas, no obstante, constituye un recurso potencial con grandes posibilidades de ser explotada en mayor volumen que la bacoreta o el atún aleta amarilla. Es importante continuar con las investigaciones sobre la tecnología de captura de los mismos, así como implementar la infraestructura portuaria pesquera adecuada.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo financiero brindado al Proyecto de Investigaciones Ictioplanctónicas del Golfo de México, bajo cuyo marco se generó el presente trabajo; al Dr. William Richards del Southeast Fisheries Center del NMFS, Miami, Florida., por el continuo

asesoramiento técnico y bibliográfico en el desarrollo del trabajo.

Especialmente al personal científico-técnico, capitanes y tripulación de los BO/Justo Sierra y

BIPIX; a los biólogos Arturo Sánchez, Alejandro Cid del Prado, Maritza Escudero y Ricardo Song por su apoyo en la realización del trabajo.

LITERATURA CITADA

- AHLSTROM, E.H., 1968. An evaluation of the fishery resources available to California fishermen. In: Future of fishing industry of the United States, Univ. Wash., Publ. Fish., New Ser. 4: 65-80.
- ALVERSON, D.L. and W.T. PEREYRA, 1969. Demersal fish exploration in the northeastern Pacific Ocean, an evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size yield forecasts. J. Fish. Res. Board Can. 26: 1985-2001.
- AD HOC, 1976. Committee meeting of specialists to review the biology and status of stocks of small tunas. Honolulu, Hawaii, U.S.A., FAO Fish Tech. pap. 154: 21 p.
- CARLES, C.A. y A. HIRTENTELD., 1978. Resultados de la pesca de bonito (*Katsuwonus pelamis*) y la albacora (*Thunnus atlanticus*) en la zona occidental de Cuba durante 1977. Rev. Invest., INP, 3(2): 62-78.
- FINK, B.D., 1965. Estimation from tagging experiments of mortality rates and other parameters respective yellowfin and skipjack tunas. Inter. Amer. Trop. Tuna Comm. Bull. 10: 1-82.
- GONZALEZ-ANIA L.V. y A. ZARATE-VILLAFRANCO, 1987. Estudio preliminar de la pesquería del atún en el Golfo de México. II Reun. Indicativa de Act. Regionales Relacionadas con la Oceanografía (Golfo de México y Mar Caribe Mexicano) Secretaría de Marina.
- GRANDE, V.J.M., C.A. SEVERINO H. y A.J. VALDES G., 1988. Evaluación tecnológica de las posibilidades de explotación comercial de atún en el Golfo de México. Ciencia Pesquera, Inst. Nal. de la Pesca. Sría. de Pesca. México (6): 103-118.
- HOUDE, E.D., 1977. Abundance and potential yield of the round herring, *Etrumeus teres* and aspects of its early life history in the Eastern Gulf of Mexico. Fish Bull. 75 (1): 61-89.
- HOUDE, E.D., and W.J. RICHARDS, 1969. Rearing larval tunas in the Laboratory. Comm. Fish. Rev. 31(2): 32-34.
- JOSEPH, J., 1963. The fecundity of yellowfin (*Thunnus albacares*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) from the Eastern Pacific Ocean. Inter-amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 7(4): 255-292.
- JOSEPH, J. and T.P. CALKINS, 1969. Population dynamics of the skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) of the Eastern Pacific Ocean. Inter-amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 13(1): 1-273.
- MONTOLIO, M.A., y M. JUAREZ, 1976. Estimado preliminar de la población en desove del bonito (*K. pelamis*, Lin., 1958) en el Caribe Occidental. Rev. Invest. INP, 2(3): 267-276.
- MURPHY, T.C., and T. SAKASAWA, 1976. A review and evaluation of estimates of natural mortality rates of tuna. ICCAT. Vol. Sci. Pap. 6(1): 117-123.
- OLVERA, L.R.M., M.A. PADILLA G. y G. ORTUÑO M., 1987a. Manual de Métodos para las Investigaciones Ictioplanctónicas del Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Pesca (en prensa).