

**TASAS DE EXPLOTACION Y MORTALIDAD POR PESCA  
DE LA ANCHOVETA NORTEÑA (*Engraulis mordax*),  
PARA EL PERIODO DE 1974 A 1989**

**EXPLOITATION AND MORTALITY RATES OF THE  
NORTHERN ANCHOVY (*Engraulis mordax*),  
FOR THE PERIOD 1974 TO 1989**

Oscar A. Pedrín-Osuna  
Ma. Luisa Granados-Gallegos  
Alfredo Cota-Villavicencio

Secretaría de Pesca  
Instituto Nacional de la Pesca  
Centro Regional de Investigación Pesquera  
Apartado Postal 1306  
Ensenada, Baja California, México

*Recibido en enero de 1992; aceptado en abril de 1992*

**RESUMEN**

En este artículo se describe la estructura por edad de los desembarques comerciales de anchoveta (*Engraulis mordax*), durante el período 1974-1989, en Ensenada, Baja California, México. Se observó una menor presencia de adultos y una mayor ocurrencia de individuos de 0 años. A partir de 1982, tanto la disponibilidad del recurso como la talla promedio han tenido fluctuaciones con tendencia decreciente. Lo anterior se considera que refleja una desestabilización de la población adulta debida a la pesca y cambios ambientales; en consecuencia, en los últimos años la pesca ha dependido más de los individuos jóvenes. Como medida de rehabilitación del recurso se propone una veda de septiembre a marzo.

**ABSTRACT**

This paper describes the age structure of the commercial catches of anchovy (*Engraulis mordax*), for the period 1974 to 1989, in Ensenada, Baja California, Mexico. A decrease in the adult population was observed, with an increase in the 0 age group of the catches. A similar situation was observed with the mean size of the individuals, with a tendency to decrease in time. A closed fishing season is proposed from September to March.

**INTRODUCCION**

La anchoveta (*Engraulis mordax*, Girard 1856) ha sido objeto de pesca en la costa occidental de Norteamérica desde principios de siglo. Las estadísticas de captura del estado de California reportan desembarcos desde 1916 (Tabla 1), según Baxter (1967) y Mais (1981). La principal utilización de este recurso hasta los años sesenta era como carnada para la pesca deportiva. Con los cambios en la abundancia de los pelágicos menores dentro del

**INTRODUCTION**

The northern anchovy (*Engraulis mordax*, Girard 1856), found on the northeastern coast of North America, has been the object of fishing activities since the beginning of the century. Reports from the state of California show landings since 1916 (Table 1), according to Baxter (1967) and Mais (1981). Until the 1960's, this resource was mainly used as bait. With the changes in the abundance of small pelagic fishes within the California Current

**Tabla 1.** Capturas (toneladas) de anchoveta (*Engraulis mordax*) en California, E.U.A., 1916-1989 (Baxter, 1967; Mais, 1981).

**Table 1.** Catches (tons) of anchovy (*Engraulis mordax*) in California, U.S.A., 1916-1989 (Baxter, 1967; Mais, 1981).

Año	Total	Año	Total
1916	265.6	1953	42,917.7
1917	264.3	1954	21,205.1
1918	434.0	1955	22,345.8
1919	804.7	1956	28,460.0
1920	284.9	1957	20,273.7
1921	973.3	1958	5,801.3
1922	326.2	1959	3,586.9
1923	153.5	1960	2,529.3
1924	173.4	1961	3,855.8
1925	46.5	1962	1,382.0
1926	30.1	1963	2,285.2
1927	184.1	1964	2,487.5
1928	178.7	1965-66	16,843.0
1929	191.2	1966-67	37,610.0
1930	159.7	1967-68	6,503.0
1931	153.7	1968-69	2,805.0
1932	149.6	1969-70	83,473.0
1933	158.6	1970-71	80,752.0
1934	128.7	1971-72	53,366.0
1935	89.4	1972-73	75,519.0
1936	97.5	1973-74	120,587.0
1937	113.1	1974-75	116,587.0
1938	367.5	1975-76	140,910.0
1939	1,073.9	1976-77	106,441.0
1940	3,158.8	1977-78	75,679.0
1941	2,025.6	1978-79	53,870.0
1942	547.1	1979-80	35,748.0
1943	785.4	1980-81	66,897.0
1944	1,945.5	1981-82	50,102.0
1945	808.4	1982-83	6,195.0
1946	960.8	1983-84	1,835.0
1947	9,470.2	1984-85	78.0
1948	5,417.9	1985-86	155.0
1949	1,661.1	1986-87	42.0
1950	2,439.3	1987-88	122.0
1951	3,477.4	1988-89	258.0
1952	27,891.4		

sistema de la Corriente de California en los últimos 30 años, la población de anchoveta creció hasta convertirse en el recurso pelágico más abundante del Pacífico Norte. Esto coincidió con el decremento de las existencias de sardina monterrey (*Sardinops caerulea*).

Los niveles de captura alcanzados en California se deben a la creciente demanda de carnada para la pesca deportiva y la fabricación de harina de pescado. En México, a partir de 1974, los programas políticos fomentaron la captura de esta especie, por ser un recurso abundante que de manera inmediata podría incrementar la producción pesquera y satisfacer la creciente demanda de harina de pescado (Tabla 2; Figs. 1 y 2).

La pesca de la anchoveta en México ha transitado por un período de cambios rápidos. Aunque existan reportes de capturas desde 1965, es a partir de 1974 cuando se intensifica su explotación. A partir de ese año y hasta 1979 tuvo un crecimiento sostenido con un promedio anual de captura de 86,029 t. Fue durante estos años cuando el esfuerzo de pesca aumentó en un 31.5% anualmente. En 1980 y 1981 creció hasta alcanzar una captura máxima de 258,745 t. A partir de 1982 se inició la tendencia a la disminución que en 1988 y 1989 se situó en los niveles más bajos, 79,485 y 81,810 t respectivamente. Desde 1982 la pesquería es ejercida únicamente por México sobre la subpoblación central y desde entonces se ha enfrentado a una situación de baja disponibilidad.

Los antecedentes coinciden en cuanto a pronosticar el curso de la pesquería hacia la disminución, derivado de la composición por edad y por tallas. Así, Cota (1986) señaló la tendencia a la concentración de la explotación en los grupos de edad menores. Vidal (1985) reportó cambios en la estructura de la población a través de los grupos de edad de 3 y 4 años; en 1975 estos grupos representaban el 43 y el 16%, en tanto que en 1981 estos mismos grupos representaron el 8 y el 2%. Escudero (1984) señaló que de 1973 a 1983 se redujo el número de grupos de edad, lo que formaba parte de un proceso de desestabilización de la población. De acuerdo con lo anterior, ante la persistencia de la variación ambiental y la reducción de la disponibilidad del recurso, surge la preocupación por definir acciones recomendables para aminorar el impacto creciente de la pesca y el medio ambiente sobre el recurso.

system during the past 30 years, the anchovy population has increased until becoming the most abundant pelagic resource along the northeastern Pacific coast. This coincided with the decrease in abundance of the California sardine (*Sardinops caerulea*).

The catching levels reached in California are due to the increasing demand for bait in sport fishing activities and raw material for the fish meal industry. Since 1974, the new policies taken by Mexico for the growth of fishing activities encouraged the catch of this species, due to the fact that it was abundant and could solve the problem of the increasing demand for fish meal by the land and cattle industries (Table 2; Figs. 1 and 2).

Anchovy fishing in Mexico has gone through a period of rapid changes. Even though the statistics report data since 1965, it is from 1974 when the exploitation intensified. From this year until 1979, a sustained growth was maintained with a yearly mean catch of 86,029 metric tons (MT). During this period, fishing effort increased annually by 31.5%. Maximum catches of 258,745 MT were obtained in 1980 and 1981. From 1982 onward, a tendency to decrease was manifested, reaching the lowest levels of 79,485 and 81,810 MT in 1988 and 1989, respectively. Since 1982, only Mexico continues with the fishery in the central subpopulation and since then has faced a situation of low availability.

These antecedents are consistent with the tendency predicted for the fishery; a decreasing trend derived from the age and size composition. Cota (1986) pointed out the concentration of the exploitation on smaller size groups. Vidal (1985) reported changes in the structure of the population through the groups of 3 and 4 years of age; in 1975 these groups accounted for 43 and 16%, whereas in 1981 they represented 8 and 2%, respectively. Escudero (1984) pointed out that from 1973 to 1983 there was a reduction in the number of age groups, forming part of a process of instability in the population. In view of the above, there is a need to define which actions are the most recommendable in order to diminish the growing impact of fishing activities and the environment on the resource.

The administrative regulatory measures of the fishery consist of a closed fishing season during the months of January to March, and a legal minimum size of 100 mm standard

**Tabla 2.** Capturas comerciales (toneladas) de anchoveta (*Engraulis mordax*) en Ensenada, B.C., México, 1972-1989.  
**Table 2.** Commercial catches (tons) of anchovy (*Engraulis mordax*) in Ensenada, B.C., Mexico, 1972-1989.

Año	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
1972	485	1,226	531	550	2,223	4,216	6,783	8,549	3,501	2,436	1,246	881	32,627
1973	200	369	348	908	889	1,173	3,602	3,602	1,880	1,064	54	290	14,379
1974	155	38	26	150	1,818	3,950	6,110	10,693	5,057	6,454	1,940	3,413	39,808
1975	5,251	663	771	1,162	4,415	14,687	14,466	6,322	4,348	2,513	415	149	55,162
1976	85	120	49	1,055	1,437	3,753	12,836	5,097	15,000	15,943	14,614	6,075	76,064
1977	2,463	1,220	974	4,326	5,591	25,193	35,323	29,624	9,795	10,081	14,063	3,564	142,217
1978	148	0	0	3,418	8,803	11,095	23,408	33,268	16,710	20,048	10,531	7,609	135,038
1979	940	475	69	6,338	34,850	21,366	28,428	16,205	12,855	22,624	25,678	22,648	192,476
1980	2,373	0	27	164	4,152	25,613	43,646	63,945	51,759	12,829	21,724	16,675	242,907
1981	3,317	0	0	8,812	23,980	40,350	48,823	50,586	40,423	23,710	16,646	2,098	258,745
1982	0	0	0	4,026	23,432	42,281	44,266	16,656	6,651	16,592	15,243	5,487	174,634
1983	3,248	0	0	7,744	28,685	11,715	11,311	2,631	5,454	8,475	7,715	451	87,429
1984	7	5	0	611	13,048	23,335	25,748	9,487	8,341	10,110	9,738	2,501	102,931
1985	63	0	31	9,880	26,480	20,882	16,421	29,623	5,721	2,720	5,018	353	117,192
1986	600	0	0	5,063	1,833	15,238	20,093	31,455	11,156	7,729	380	0	93,547
1987	73	0	95	4,359	23,047	16,456	22,298	29,768	16,292	11,029	1,065	0	124,482
1988	0	0	0	402	3,262	14,387	36,541	9,092	10,115	4,707	989	0	79,495
1989	0	20	60	4,730	6,989	13,378	18,826	9,342	15,760	11,717	988	0	81,810

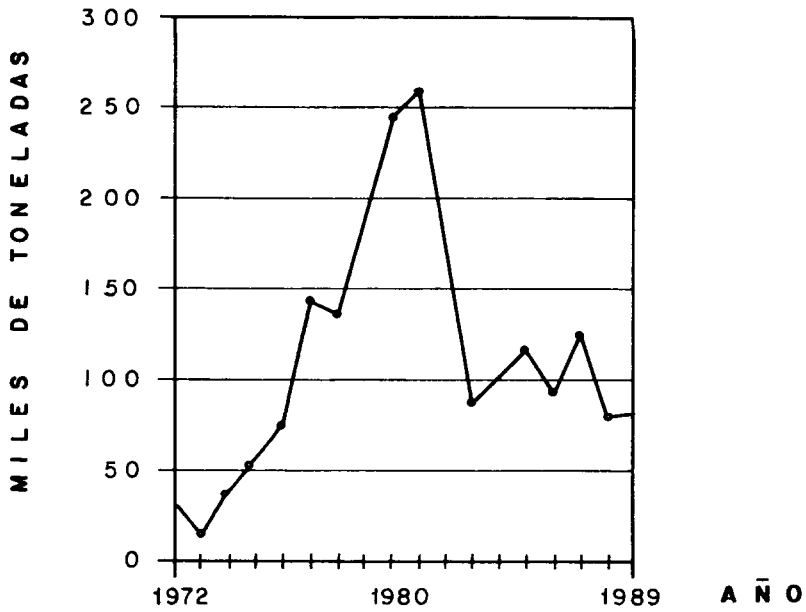


Figura 1. Captura anual de anchoveta, Ensenada, B.C., México, 1972-1989.  
Figure 1. Annual catch of anchovy, Ensenada, B.C., Mexico, 1972-1989.

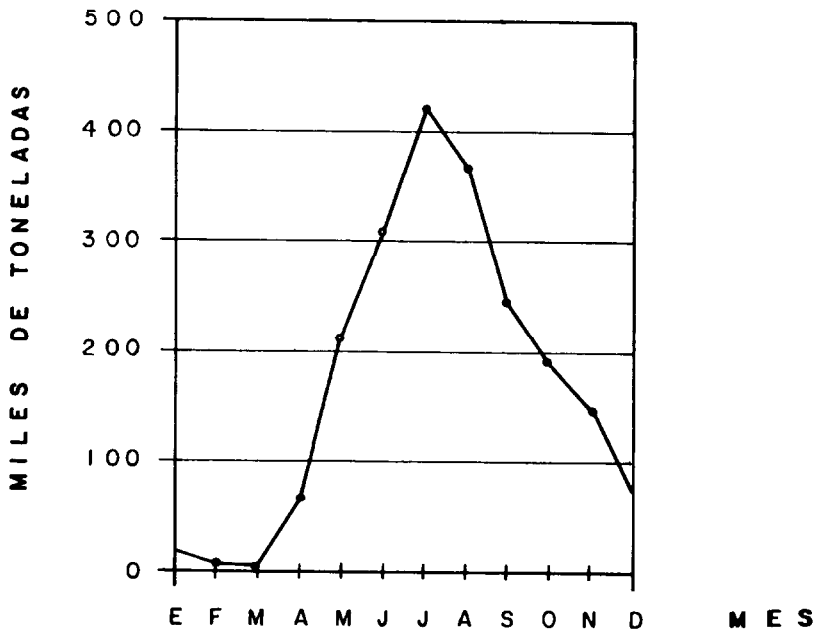


Figura 2. Captura mensual de anchoveta, Ensenada, B.C., México, 1972-1989.  
Figure 2. Monthly catch of anchovy, Ensenada, B.C., Mexico, 1972-1989.

Las medidas regulatorias vigentes de la pesquería consisten en una veda durante los meses de enero a marzo y una talla mínima legal de 100 mm de longitud estándar. Desafortunadamente, ambas medidas no han funcionado de manera ordenada como medidas regulatorias del recurso. En el caso de la primera, durante esos meses la disponibilidad y el mal tiempo impiden la pesca, mientras que en la segunda, su aplicación no toma en cuenta la viabilidad en función de las tallas que se presentan en los diferentes meses y en las áreas de captura.

### Objetivos

El presente estudio tiene como objetivo fundamental presentar una evaluación de los efectos que ha ejercido la expansión de la pesquería mexicana sobre la subpoblación central de anchoveta, por medio del análisis de las tasas de explotación y la mortalidad por pesca, así como de los índices de abundancia de los grupos de edad para el período de 1974 a 1989. Asimismo, se trata de aproximar algunos criterios prácticos de regulación basados en la situación real del recurso.

### MATERIALES Y METODOS

La determinación de la edad de los individuos en las capturas comerciales se llevó a cabo apoyándose en el método de lectura de otolitos y la asignación de las clases anuales, que para esta especie describe ampliamente Silva (1975). La composición por edad mensual y anual se elaboraron mediante la técnica de claves de edad-longitud, empleando para ello los muestreos biológicos y masivos de las descargas comerciales del período de 1974 a 1989.

En el cálculo de la mortalidad por pesca se aplicó el método de análisis de cohortes que maneja el paquete de cómputo *Elefan* (Gayaniilo *et al.*, 1988). Para tal efecto, se elaboró una matriz con la composición por edades de las capturas comerciales del período considerado para el estudio. La implementación requiere de valores de entrada tanto para  $F$  como para  $M$ . En este caso se utilizó un valor de  $M = 0.7$ , tomando en cuenta los cambios en la mortalidad natural debida al incremento de los depredadores, principalmente de la macarela (*Scomber japonicus*), en la década de los ochenta, según Lo y Methot

length. Unfortunately, both measures do not function as fishing control measures. The former has had little influence, because during these months the availability and bad weather impede fishing activities, whereas the application of the latter does not consider the feasibility in relation to the sizes present in different months and in the catching areas.

### Objectives

The main goal of this paper is to present an assessment of the effects caused by the expansion of the Mexican fishery on the anchovy central subpopulation, by means of an analysis of the exploitation and mortality rates as well as the abundance indexes of the age groups, for the period 1974 to 1989. Also, to try to approximate some practical criteria for the regulation based on a real situation of the resource.

### MATERIALS AND METHODS

The determination of individual age in the commercial catches was performed based on the otolith reading method and the determination of the year class, described extensively by Silva (1975). The yearly and monthly age composition were elaborated with the technique of age-length keys, using the massive and biological samples from the commercial landings for the period 1974 to 1989.

In the computation of the fishing mortality rates, a cohort analysis was performed using the *Elefan* computer package (Gayaniilo *et al.*, 1988). For this purpose, an age composition matrix was elaborated from the commercial catches for the period considered. The implementation requires values for  $F$  and  $M$ . In this case a value of  $M = 0.7$  was used, taking into account the changes which have occurred in the natural mortality due to the increased presence of predators, especially the Pacific mackerel (*Scomber japonicus*), during the 1980's, according to Lo and Methot (1989). The cohort analysis was performed using two values of  $F$ . The first value,  $F = 0.6$ , was calculated by using the difference of  $F = Z - M$ , where  $Z$  was calculated using the catch curve method for the years prior to 1980 according to Cota (1986) and Cota *et al.* (1986). The second value, used for the period from 1980 to 1989, was a little higher,  $F = 0.7$ , taking into account an increase in the ex-

(1989). El análisis de cohortes se realizó aplicando dos valores de  $F$ , se estimó el primero de  $F = 0.6$ , tomando como base la diferencia de  $F = Z \cdot M$ , donde  $Z$  se calculó a partir de la curva de captura para años previos a 1980, de acuerdo con Cota (1986) y Cota *et al.* (1986). Para el segundo valor, correspondiente al período de 1980 a 1989, se consideró un valor de  $F = 0.7$ , en vista del incremento observado en la tasa de explotación reportada por González (1988); para los años 70/79,  $E = 0.22\%$  y para 80/89,  $E = 0.32\%$ . Ambas estimaciones se calcularon a partir de la relación de las capturas con respecto a la biomasa total.

## RESULTADOS

### Composición por edad

Se obtuvo la composición mensual por edad de las capturas comerciales, que cubre, en la mayoría de los casos, desde el mes de abril, exceptuando las temporadas de 1974, 1975, 1977, 1978, 1981, 1983 y 1989. Para el año de 1974 se obtuvieron muestras solamente de julio y agosto; las temporadas de 1975 y 1977 cubren todo el año excepto diciembre de 1975; los años de 1978, 1981 y 1983 cubren el primer mes del año y de abril en adelante, a excepción de 1981 que cuenta con muestras desde el mes de marzo. De la temporada de 1989 hay muestras desde el mes de febrero (Fig. 3).

La composición por edad de la captura comercial del período que se analiza presenta dos períodos bien marcados que se diferencian por la dominancia de ciertos grupos de edad que presentan cada uno. El primero cubre el período de 1974 a 1982 y el segundo de 1983 a 1989. Los diferentes grupos anuales que pasan por la pesquería reflejan su abundancia a través de su permanencia en la misma. Esto es sin dejar de remarcar los dos períodos bien definidos, caracterizados por niveles diferentes de capturas, tendencias particulares dentro de ellos y diferencias en las estructuras por tallas y edad de las capturas comerciales.

En el período de 1974 a 1982, los principales grupos de edad en las capturas son de 1, 2 y 3 años, en tanto que los de 4 y 5 años son reducidos. En 1983 y 1984 la captura estuvo sustentada en un solo grupo de edad: 1 año. De 1985 a 1989 predominó el grupo de 0 años. En este período se observa un corrimien-

to de las tasas de explotación reportadas por González (1988); para los años 70/79,  $E = 22\%$  and for 80/89,  $E = 32\%$ . Both values were calculated from the relation of the commercial catches with respect to the total biomass.

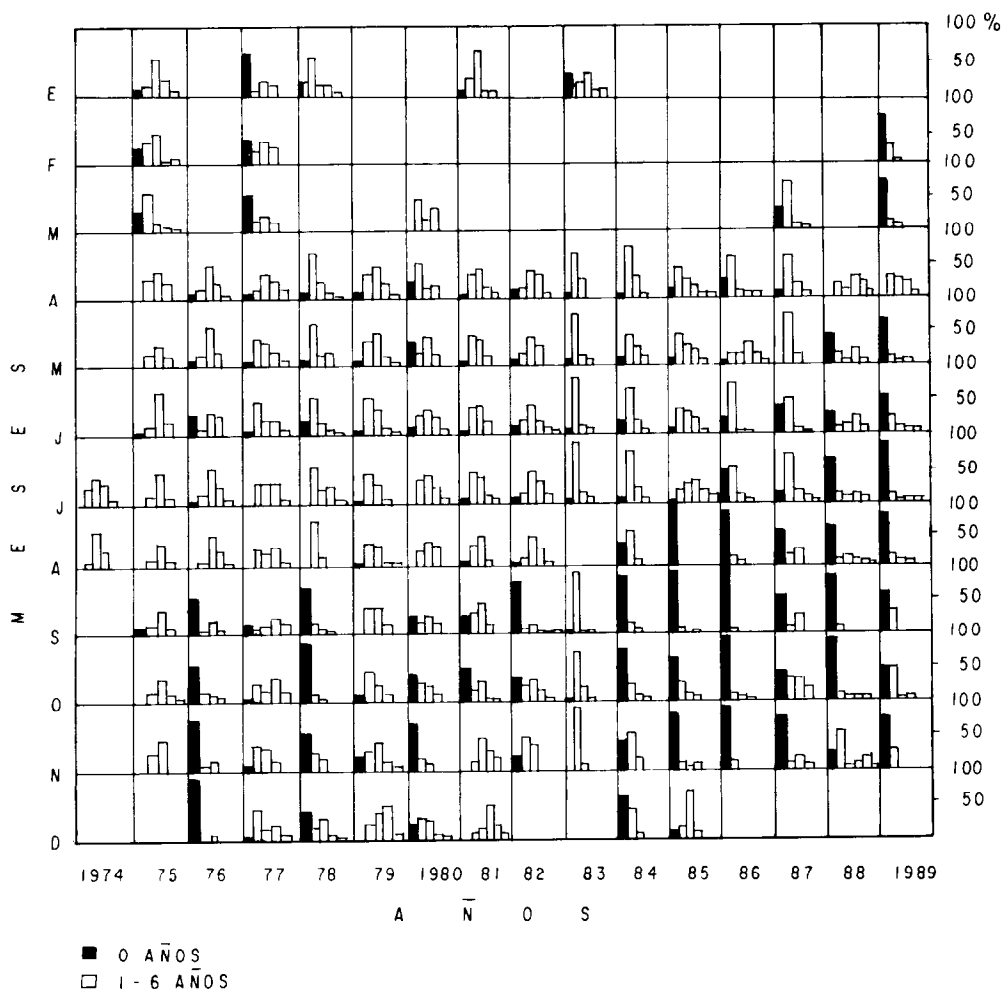
## RESULTS

### Age composition

The monthly age composition was obtained from commercial catches, in most cases from April onward, except for the seasons of 1974, 1975, 1977, 1978, 1981, 1983 and 1989. For 1974, the information only covers July and August, due to the fact that only samples from those two months were obtained; the 1975 and 1977 seasons cover the whole year, except December 1975; the years 1978, 1981 and 1983 cover the first month and from April onward, with the exception of 1981 that includes samples since March. For the 1989 season, there are samples from February onward (Fig. 3).

The age composition of the commercial catch presents two well-defined periods that can be differentiated by the dominance of certain age groups: one from 1974 to 1982 and the second from 1983 to 1989. The different yearly groups that pass through the fishery reveal their abundance through their stay in the fishery. However, the two periods are well-defined, characterized by different levels of catches, with particular tendencies within them and differences in the size and age structures of the commercial catches.

In the period 1974 to 1982, the main age groups in the catches were 1, 2 and 3 years old, whereas the 4 and 5 year-old were limited. The years of 1983 and 1984 were practically sustained by the 1 year-old group. From 1985 to 1989, the 0 age group predominated. A running of the age at first capture toward the smaller age groups was observed during this period. On the other hand, in the period from 1974 to 1982, the 0 age groups belonging to the fall spawning are found in some years, while the 0 age groups from the spring spawning are found from August or September. After 1982, there is a general reduction in the number of age groups in all the months (Fig. 3). In the same figure we can observe that the months that have the largest number of age groups are April and August.



**Figura 3.** Distribución porcentual mensual de edad de las descargas de anchoveta de 1974 a 1989.  
**Figure 3.** Monthly age distribution of the anchovy landings from 1974 to 1989.

to en la edad de la primera captura hacia los grupos de menor edad. Por otra parte, en el período de 1974 a 1982 se aprecia que los grupos de edad 0, que corresponden al desove de otoño, se presentan en algunos años; en tanto que los de edad 0, del desove de primavera, se presentan desde agosto o septiembre. Posterior a 1982 se nota una reducción general del número de grupos de edad en

### Recruitment

Anchovy, like most pelagic species that inhabit the eastern boundaries of the ocean, are found very close to the first trophic levels of the food chain, making it a very unstable resource due to its nearly direct relation to environmental changes, especially of the productivity. This is reflected in the size of the



todos los meses (Fig. 3). En la misma gráfica se observa que los meses con mayor número de grupos de edad son abril y agosto.

### Reclutamiento

La anchoveta, como la mayoría de las especies pelágicas que habitan las márgenes orientales de los océanos, se encuentra cerca de los primeros niveles tróficos de la cadena alimenticia. Esto lo hace un recurso muy inestable por su relación casi directa con los cambios ambientales, sobre todo de la productividad. Lo anterior se refleja en el tamaño de la biomasa de los reclutas que se manifiestan en los niveles de rendimiento.

La anchoveta presenta durante el año desoves parciales (Hunter y Goldberg, 1980; Tapia *et al.*, 1988), lo que da lugar a un reclutamiento continuo a la población desovante y a la pesquería. Durante los meses de primavera y a finales del verano, se presentan dos picos, producto de un desove más intenso (Figs. 3 y 4). Una mayor presencia de reclutas se manifiesta en la segunda mitad de la década de los ochenta, a partir de los meses de verano.

Las estimaciones de la captura acumulativa de las clases anuales presentan las diferentes clases que han sostenido a la pesquería, y se observan cambios en la fuerza de las clases anuales, siendo algunas de ellas muy importantes en la pesquería mexicana, como la de 1978, por los volúmenes aportados y por su permanencia en ella, especialmente las de finales de los años setenta y mediados de los ochenta (Fig. 5).

### Abundancia relativa de los grupos de edad

La composición de la captura de los grupos de edad muestra que los grupos de 2 años en adelante se han visto reducidos en abundancia, al grado de que los de 3 años o más prácticamente han desaparecido de las capturas. El grupo de 1 año de edad tiene una abundancia relativa ligeramente más alta en relación al resto de los grupos. El grupo de 0 años alcanza gran abundancia a mediados de los años ochenta, cerca de cinco veces mayor que en 1974 y 1975.

Las Figuras 3 y 4 muestran el resultado de la disminución gradual en el tiempo de la sobrevivencia, definido por el tamaño de los grupos de edad combinado con la mortalidad.

biomass of the recruits which is evident in the sustainable yields.

The anchovy presents partial spawning during the year (Hunter and Goldberg, 1980; Tapia *et al.*, 1988), hence there is a continuous recruitment to the spawning population and to the fishery. This phenomenon is observed especially during the first months of the year (spring) and towards the end of the summer. The recruits appear with more frequency from January to April and from August to December (Figs. 3 and 4). A large presence is manifested during the second half of the 80's, from the summer months onward.

The estimates of the accumulative catches of the year classes show the different classes that sustained the fishery, showing important changes in the strength of the year classes. Some of them are important in the Mexican fishery, like the class of 1978, due their permanence, especially the year classes of the late 70's and mid 80's (Fig. 5).

### Relative abundance of the age groups

The catch composition of the age groups shows that the 2 year-old and older groups have been reduced in their abundance, to such an extent that the 3 year-old and older groups have practically disappeared from the catches. The 1 year-old group presents slightly higher indexes of abundance relative to the rest of the age groups. The 0 age group shows larger indexes of abundance in the mid 80's, nearly five times larger than those corresponding to 1974 and 1975.

Figures 3 and 4 present the result of a gradual decrease in time of the survivorship, defined by the size of the age groups combined with the mortality. From 1979 and 1980 a strong change occurred in the abundance of the groups of 3 and 4 years of age, including those of 2 years of age, even though the effect is lower.

### Estimates of fishing mortality and exploitation rates

The analysis of the fishing mortality rate of the age composition from the commercial landings, for the period 1974 to 1989, was done by means of the cohort analysis. The results reflect for the 0 and 1 year-old groups,

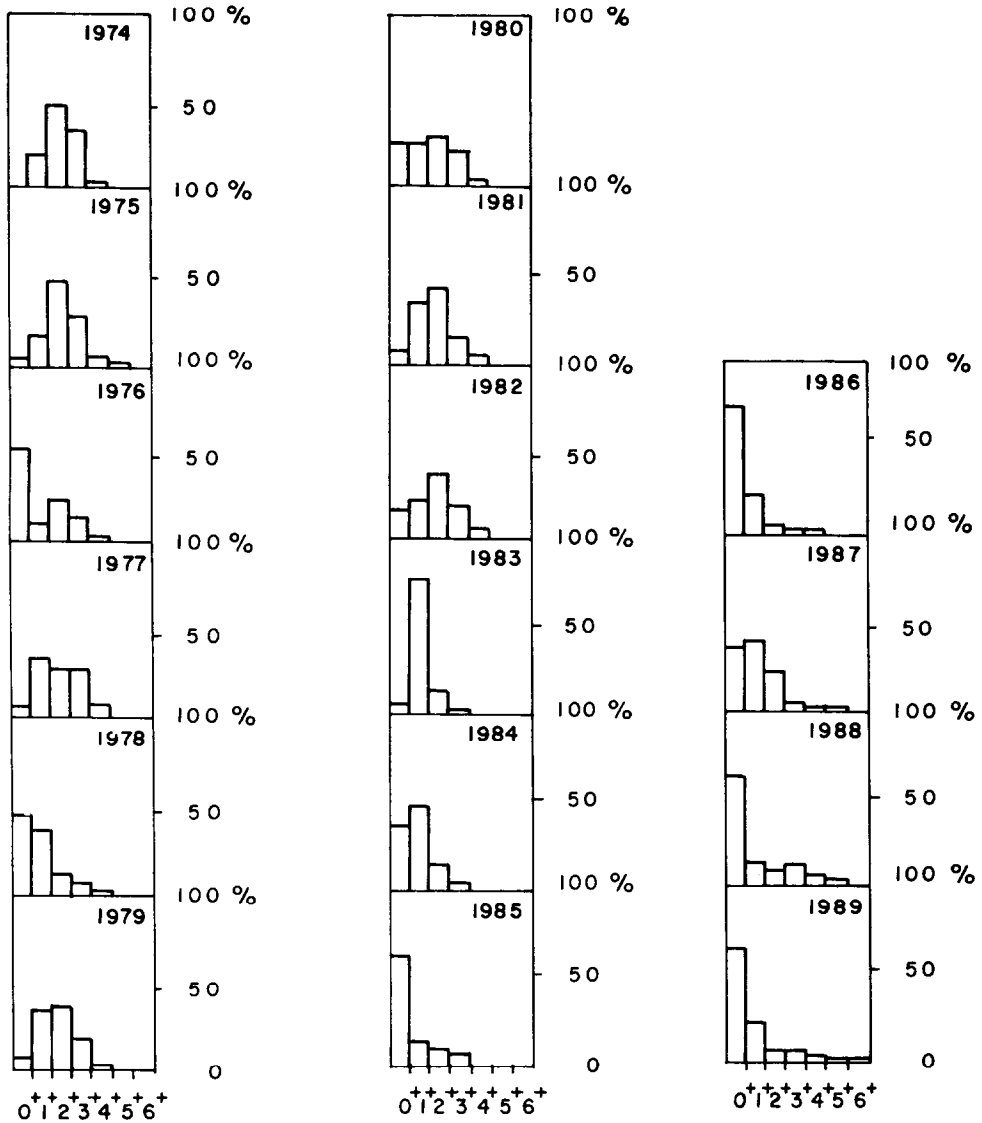


Figura 4. Composición interanual porcentual por edad de la captura de anchoveta en Baja California de 1974 a 1989.

Figure 4. Interannual age composition of the anchovy catch in Baja California from 1974 to 1989.

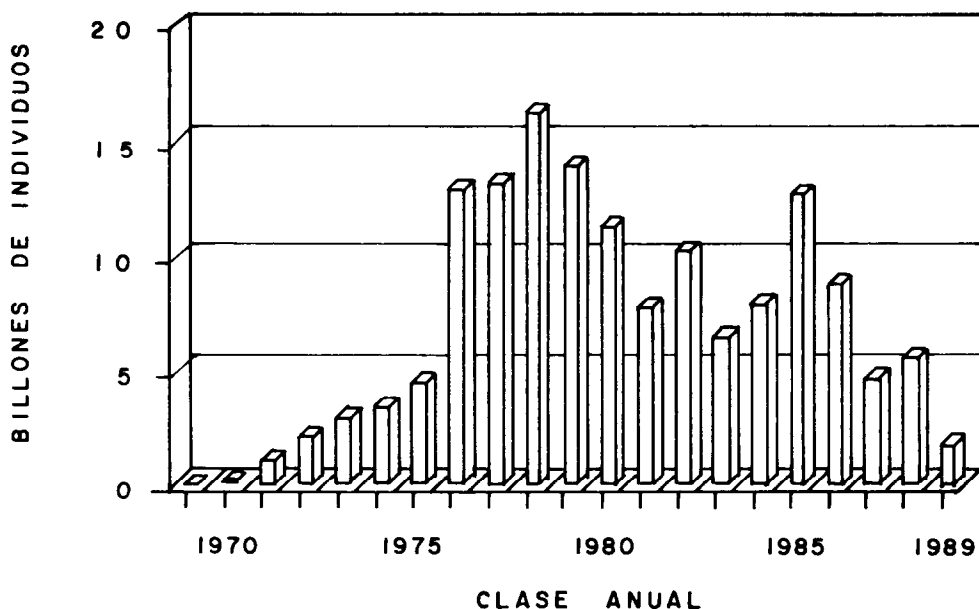


Figura 5. Clases anuales acumuladas de anchoveta en Ensenada, B.C., México (1969-1989).  
 Figure 5. Cumulative annual classes of anchovy in Ensenada, B.C., Mexico (1969-1989).

Es fácil observar cómo a partir de 1979 y 1980 ocurren fuertes cambios en la abundancia relativa de los grupos de edad de 3 y 4 años, incluyendo a los de 2 años, aunque el efecto sea menor.

#### Estimación de mortalidad por pesca y tasa de explotación

El análisis de la tasa de mortalidad por pesca de la composición por edad de las capturas comerciales, para el período de 1974 a 1989, se llevó a cabo mediante el método de análisis de cohortes. Los resultados reflejan, para el grupo de 0 y 1 año, valores promedio de mortalidad por pesca alrededor de 0.2 hasta el año de 1977, con una tasa de explotación del 27% (Tablas 3 y 4; Fig. 6).

A partir de 1978 se aprecia un aumento en los valores de  $F$  para algunos grupos de edad, aunque de manera muy variable. Hacia mediados y finales de los años ochenta, se manifiestan valores bajos de  $F$  para los individuos de mayor edad, tal vez debido a una baja en su disponibilidad, ocasionada por los calentamientos que han sido frecuentes en la zona costera y que han dado lugar a un

mean values of fishing mortality rates of around 0.2 until 1977, and an exploitation rate that oscillated around 27% (Tables 3 and 4; Fig. 6).

From 1978 onward, there is an increase in the values of  $F$  for certain age groups, even though no stable trend is present. Toward the middle and the end of the 80's, the presence of lower  $F$  values is evident for the larger age groups, perhaps due to a decrease in their availability in the coastal area because of the presence of frequent warm waters that cause a possible northern migration of the larger groups (Figs. 7 and 8).

Annual fluctuations, in both the fishing mortality rate and the exploitation rates, are observed in Figures 6, 7 and 8. The highest values occurred at the end of the 80's, especially for the 0 and 1 year-old groups.

In the period after 1980, there was a considerable increase in the exploitation rates of the 0 and 1 year-old age groups, 28 and 40% respectively (Table 4). For the rest of the age groups, the changes in the exploitation rates are higher than 20%. This is due to an increase in fishing effort, causing certain changes in the population structure (García *et al.*, 1989).

**Tabla 3.** Mortalidad por pesca (*F*) de anchoveta (*Engraulis mordax*) capturada en Baja California, México, 1974-1989.

**Table 3.** Fishing mortality (*F*) of anchovy (*Engraulis mordax*) caught in Baja California, Mexico, 1974-1989.

Año	Edad						
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+
1974	0.005						
1975	0.008	0.057					
1976	0.128	0.081	0.260				
1977	0.022	0.273	0.508	1.220			
1978	0.301	0.261	0.326	0.437	0.629		
1979	0.049	0.857	1.153	2.772	0.838	0.600	
1980	0.448	0.990	0.504	0.207	0.399	1.134	
1981	0.364	0.314	0.056	0.816	0.457	2.191	0.600
1982	0.065	0.466	0.552	2.301	0.664	0.600	0.600
1983	0.017	0.559	0.063	0.231	0.600	0.600	
1984	0.242	0.496	0.473	0.413	0.053		
1985	1.383	0.288	0.364	1.273	0.884	0.700	
1986	0.395	0.217	0.176	0.101	0.376	0.433	
1987	0.103	0.832	0.662	0.651	0.092	3.357	0.700
1988		0.469	0.390	0.753	0.109	0.785	0.700
1989			0.700	0.700	0.700	0.700	0.700

posible desplazamiento hacia el norte de los grupos de mayor edad (Figs. 7 y 8).

En las Figuras 6, 7 y 8 se observan fluctuaciones anuales, tanto en la mortalidad por pesca como en la tasa de explotación (Tabla 4). A finales de los años ochenta se presentan los valores más elevados, sobre todo para los grupos de 0 y 1 año de edad.

En el período comprendido después de 1980, en los grupos de 0 y 1 año hubo un incremento considerable en la tasa de explotación, de 28 y 40% respectivamente (Tabla 4). En el caso del resto de los grupos de edad, los cambios en la tasa de explotación se dan en porcentajes superiores al 20%. Lo anterior es producto del aumento en el esfuerzo de pesca que ha ocasionado ciertos cambios en la estructura de la población (García *et al.*, 1989).

#### DISCUSION Y CONCLUSIONES

El análisis de la estructura por edad de las capturas de la pesquería mexicana para el

#### DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The analysis of the age structure of the fishing landings of the Mexican fishery for the period 1974 to 1989, indicates the presence of two periods, differentiated by their structure. The first covers from 1975 to 1982, in which the 1, 2 and 3 year-old groups predominate and the 4, 5 and 6 year-old groups are very scarce. As of 1983, the presence of the 0 and 1 year-old groups intensified and they remained dominant until 1989. García *et al.* (1990b) report the presence of two periods: one prior to 1981, with mean sizes from 100 to 105 mm, and a second posterior to 1982, with mean sizes oscillating between 110 and 85 mm standard length. The presence of younger individuals in the commercial catches is more evident towards the end of the 70's.

The evolution of the fishing activities shows that the two periods are characterized by an initial lapse in the 70's, in which the population sustained a recruitment that allowed the fishery to grow to the maximum

**Tabla 4.** Tasa de explotación (%) de anchoveta (*Engraulis mordax*) capturada en Baja California, México, 1974-1989.

**Table 4.** Exploitation rate (%) of anchovy (*Engraulis mordax*) caught in Baja California, Mexico, 1974-1989.

Año	Edad						
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+
1974	0.70						
1975	1.12	7.50					
1976	15.40	10.30	27.00				
1977	3.00	28.00	42.00	63.50			
1978	30.10	27.10	31.70	38.40	47.30		
1979	6.50	55.00	62.20	79.80	54.40	46.10	
1980	39.00	58.50	41.80	22.80	36.30	61.80	
1981	34.20	30.90	7.40	53.80	39.50	75.80	46.10
1982	8.40	39.90	44.00	76.60	48.60	46.10	46.10
1983	2.40	44.40	8.30	24.80	46.10	46.10	
1984	25.60	41.40	40.30	37.10	7.00		
1985	66.40	29.10	34.20	64.50	55.80	50.00	
1986	36.10	23.60	20.00	12.60	34.90	38.20	
1987	12.80	54.30	48.60	48.10	11.60	82.70	50.00
1988		40.10	35.70	51.80	13.40	52.80	50.00
1989			50.00	50.00	50.00	50.00	50.00

lapso de 1974 a 1989, señala la presencia de dos períodos, identificables por la diferencia en su composición. En el primero, que cubre de 1975 a 1982, predominan los grupos de 1, 2 y 3 años de edad, siendo muy escasos los de 4, 5 y 6 años. A partir de 1983, se intensifica la presencia de los grupos de 0 y 1 año, que dominan hasta 1989. García *et al.* (1990b) analizan la composición por tallas de la captura comercial y señalan la presencia de dos períodos: uno anterior a 1981, con tallas promedio de 100 a 105 mm LE, y otro posterior a 1982, con tallas promedio que oscilaron entre 110 y 85 mm LE. La presencia de individuos más jóvenes en las capturas comerciales se hace evidente a finales de la década de los setenta.

La evolución de la pesca muestra que los dos períodos anteriores se caracterizan por un lapso inicial ubicado en los años setenta, en el cual la población mantenía un reclutamiento que permitió el crecimiento de la pesquería hasta los niveles máximos alcanzados entre 1979 y 1981. Estos años podemos considerarlos

levels reached in the years of 1979-1981. These years can be considered as a stable period in the population structure in relation to the environment. The exploitation increased the fishing mortality, reflected in a gradual decrease in the mean size of the individuals, from 120 to 105 mm, in accordance with the diminution of the relative sizes of the age groups. The period since 1982 shows a drastic reduction in the availability, accompanied with oscillations of higher frequency with a tendency to diminish and with a reduced population in the number of age groups, as a consequence of the growth of fishing mortality, which from the first period was reflected in the age composition and in the transference of the exploitation rates from the older age groups to the younger age groups. This second period characteristically is unstable, reflected in the fact that the mean size fluctuates as a consequence of the variation in the 0 age groups.

Facing a reduced reproductive adult population, the fishery depends only on the

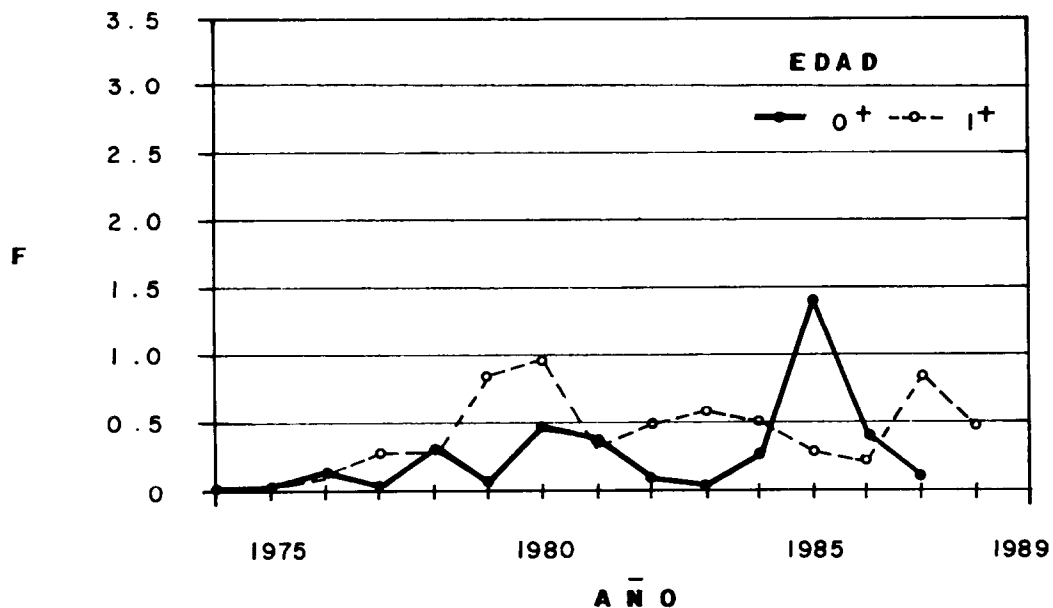


Figura 6. Mortalidad por pesca ( $F$ ) de anchoveta de 1974 a 1989 en Ensenada, B.C., México.  
 Figure 6. Fishing mortality ( $F$ ) of anchovy from 1974 to 1989 in Ensenada, B.C., Mexico.

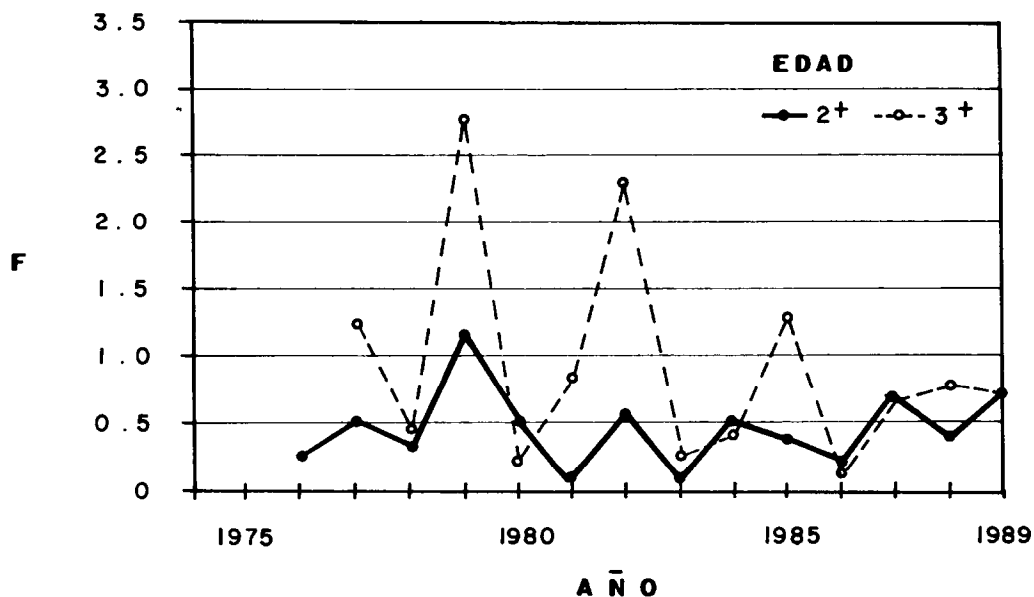


Figura 7. Mortalidad por pesca ( $F$ ) de anchoveta de 1974 a 1989 en Ensenada, B.C., México.  
 Figure 7. Fishing mortality ( $F$ ) of anchovy from 1974 to 1989 in Ensenada, B.C., Mexico.

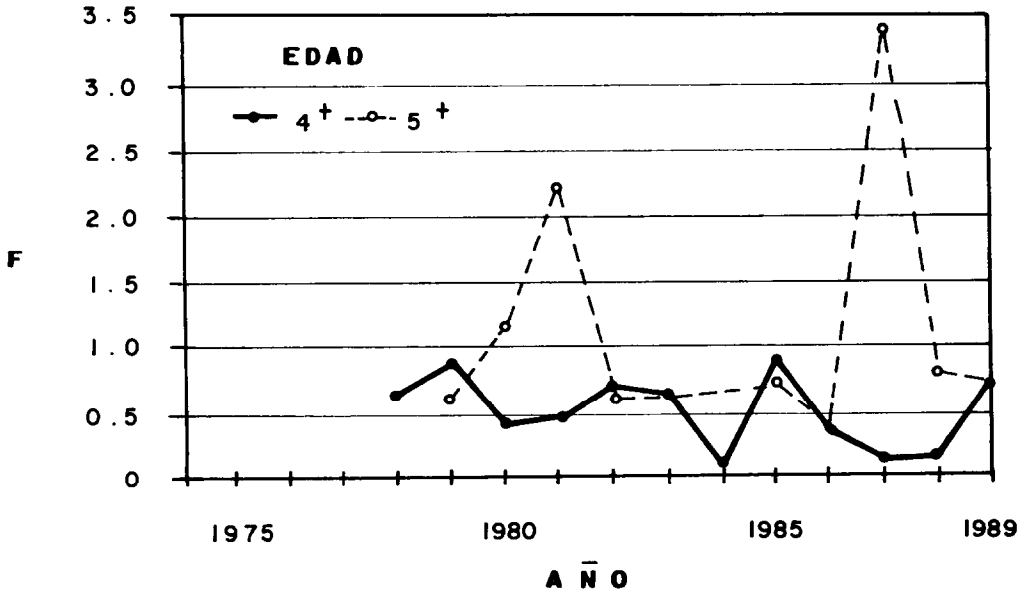


Figura 8. Mortalidad por pesca ( $F$ ) de anchoveta de 1974 a 1989 en Ensenada, B.C., México.  
 Figure 8. Fishing mortality ( $F$ ) of anchovy from 1974 to 1989 in Ensenada, B.C., Mexico.

como un período estable en la estructura de la población en relación con el medio ambiente. La mayor explotación incrementó la mortalidad por pesca, y se reflejó en una disminución gradual de la talla promedio de 120 a 105 mm LE, conformediminuía la abundancia relativa de los grupos de edad. A partir de 1982 ocurre una reducción relativamente aguda de la disponibilidad, acompañada de oscilaciones de mayor frecuencia con tendencia a la disminución y una población integrada por un menor número de grupos de edad; esto último como efecto del crecimiento de la mortalidad por pesca, que desde el primer período empezó a reflejarse en la composición por edad y en el traslado de tasas de explotación de los grupos de mayor edad a los de menor edad. Este último período es inestable y se observa que la talla promedio es más fluctuante, como consecuencia de las variaciones en el tamaño de los grupos de edad 0.

Ante una población adulta reproductora muy reducida, la pesquería queda únicamente sujeta al tamaño del reclutamiento en un período en que éste es relativamente pobre. Las variaciones en la composición por edad de la anchoveta responden también a cambios en

size of the recruitment in a period in which this is poor. The variations in the age composition of the anchovy also respond to changes in the environment. The presence of strong and weak age groups in the commercial landings, reflects the importance of certain favorable oceanographical conditions that would allow a greater survival of the recruits. The year classes have been abundant, especially the ones of the late 70's and mid 80's, even though their presence in the fishery has been very short (García *et al.*, 1989, 1990a). Mais (1981) reports the presence of weak year classes like 1974 and 1975, and a strong 1978 year class, whose existence in the Mexican fishery was very important. In general, the variability observed in the tendency of recruitment agrees with the time series of recruitment indexes reported by Methot (1989), especially from 1978 onward. The increase in fishing effort, combined with these fluctuations, has given rise to the presence of age groups which disappear rapidly from the fishery, reaching no more than 3 or 4 years of age.

The results of the analysis of the mortality and exploitation rates confirm what has been said previously: the presence of two

el medio ambiente; la presencia de grupos anuales fuertes y débiles en la pesca, reflejan la importancia de ciertas condiciones oceanográficas favorables que permiten una mayor sobrevivencia de los reclutas. Las clases anuales han sido abundantes, especialmente las de finales de los setenta y mediados de los ochenta, aunque con una presencia en la pesquería muy corta (García *et al.*, 1989, 1990a). Mais (1981) reporta la presencia de clases anuales débiles, especialmente las de 1974 y 1975, y fuerte la de 1978, cuya existencia en la pesquería mexicana fue muy importante. En general, la variabilidad observada en la tendencia del reclutamiento corresponde con la serie de índices de reclutamiento que presenta Methot (1989), especialmente a partir de 1978. El aumento del esfuerzo de pesca, combinado con factores ambientales, ha dado lugar a que ciertos grupos desaparezcan rápidamente de la pesquería y a que los individuos no alcancen más de 3 ó 4 años de vida.

El resultado del análisis de las tasas de mortalidad por pesca y de explotación confirma lo señalado anteriormente: la presencia de dos períodos en la explotación de la pesquería de la anchoveta, uno de 1974 a 1976 con bajas tasas de explotación y otro de 1977 en adelante caracterizado por un incremento gradual de la tasa de explotación. Hacia finales de los años ochenta, la explotación comienza a ser evidente en los grupos de 0 y 1 año.

La situación actual de la pesquería nos lleva a considerar que no es conveniente mantener los niveles actuales del esfuerzo. Debe adoptarse el criterio de rehabilitación como parte de las medidas regulatorias. Dicha rehabilitación tiene que recurrir a conceptos ecológicos y poblacionales que permitan administrar el recurso con criterios de sostenibilidad para mantener tasas óptimas de captura, que solamente pueden darse manteniendo una estructura de edad óptima y niveles de abundancia que den rendimientos pesqueros convenientes. Una medida apropiada sería situar la pesquería en meses y áreas que permitan una mayor protección del recurso, proponiéndose el inicio de la temporada de pesca en el mes de abril y su término en agosto.

#### AGRADECIMIENTOS

A Richard Methot por la revisión tan crítica que hizo de este trabajo; a los revisores

periods in the exploitation of the anchovy fishery, one from 1974 to 1976 with lower exploitation rates and another from 1977 onward, characterized by a gradual increase in the exploitation rate. Towards the end of the 80's, the exploitation becomes evident in the 0 and 1 year-old age groups, being more pronounced in the first age group.

The current situation of the fishery leads us to consider that it is not convenient to maintain the actual levels of fishing effort. The criterion of rehabilitation must be adopted as part of the administrative regulation. This rehabilitation has to resort to ecological and population concepts that would allow a management of the population with criteria of equilibrium, to maintain optimum rates of catch and levels of abundance that would give convenient sustainable yields. An appropriate administrative measure would be to locate the fishery in months and areas that would allow greater protection of the resource. A fishing season is proposed, starting in April and ending in August.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Richard Methot and anonymous reviewers for criticism of the manuscript. We also thank Carolina Morales Zúñiga for her support in the implementation of the computer programs used for the analysis of the information; Juan A. Figueroa L., José Luna F., Francisco Javier Sánchez R. for their help in obtaining the samples; Carolina Gómez M. for her help in processing the text in the computer.

English translation by the authors.

---

anónimos por su valiosa contribución al mejoramiento del documento final. A Carolina Morales Zúñiga por su ayuda en la implementación de programas para el procesamiento de la información; a Juan A. Figueroa Luna, José Luna Franco y Francisco Javier Sánchez Ruiz por su ayuda en la obtención de otolitos; a Carolina Gómez M. por su ayuda en la captura de datos por computadora.

#### LITERATURA CITADA

Baxter, J.L. (1967). Summary of biological information on the northern anchovy,



- Engraulis mordax*, Girard (1856). CALCOFI Rep., XI: 110-117.
- Cota Villavicencio, A. (1986). Análisis de la pesquería de la anchoveta *Engraulis mordax*, Girard (1856), mediante el uso de la composición por edad de la captura comercial para el período de 1957 a 1979. Tesis de Maestría, INP, México, 74 pp.
- Cota-Villavicencio, A., Díaz de León-Corral, A., García-Franco, W., Granados-Gallegos, M.L., Pedrín-Osuna, O., Barrera-Moreno, A. y Figueroa-Luna, J.A. (1986). Análisis de los efectos de la explotación sobre la anchoveta *Engraulis mordax*, Girard (1856). Mediante el uso del método de análisis de cohortes. Contrib. Biol. y Tec.-Pesq. Doc. Tec. Inf. No. 1, 16 pp.
- Escudero, M.A. (1984). Estudio de la pesquería de anchoveta (*Engraulis mordax*), en aguas mexicanas. Tesis de Maestría, UNAM, México, 74 pp.
- García-Franco, W., Cota-Villavicencio, A., Barrera-Moreno, A., Luna-Franco, J. y Sánchez-Ruiz, F. (1989). Boletín anual temporada 1988. Doc. Tec. CANAIPES-CRIP, Ensenada, B.C., 19 pp.
- García-Franco, W., Cota-Villavicencio, A. y Barrera-Moreno, A. (1990a). Boletín anual temporada 1989. Doc. Tec. CANAIPES-CRIP, Ensenada, B.C., 18 pp.
- García-Franco, W., Cota-Villavicencio, A. y Barrera-Moreno, A. (1990b). Situación actual de la pesquería de la anchoveta (*Engraulis mordax*, Girard 1856) en Baja California. Inf. Tec. Interno SEPESCA, 15 pp.
- Gayanilo, Jr. F.C., Soriano, M. and Pauly, D. (1988). A draft guide to the complete *Elefan Iclarm*. Manila, Philippines. Contrib. No. 435, 65 pp.
- González, D.G. (1988). Evaluación de la pesquería de anchoveta *Engraulis mordax*, Girard (1856), de Baja California, México, y perspectivas de su regulación. Tesis Profesional, UNAM, México, 105 pp.
- Hunter, J.R. and Goldberg, S.R. (1980). Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fish. Bull., 77(3): 651.
- Lo, N.C. and Methot, R.D. (1989). Spawning biomass of the northern anchovy in 1988. CALCOFI Rep., 30: 18-31.
- Mais, K. (1981). Age-composition changes in the anchovy, *Engraulis mordax*, central population. CALCOFI Rep., XXII: 82-87.
- Methot, R.D. (1989). Synthetic estimates of historical abundance and mortality for northern anchovy. Am. Fish. Soc. Symp., 6: 66-89.
- Silva, S.S. (1975). Edad y crecimiento de la anchoveta *Engraulis mordax*, Girard (1856), en aguas de Baja California. Tesis Profesional, I.N.P., México, 57 pp.
- Tapia, V.O., Coteró, C.E.A. y Cuellar, C.M.G. (1988). Determinación de madurez gonadal y fecundidad en Anchoveta (*Engraulis mordax*) de la subpoblación central. Ciencia Pesquera, 6: 69-99.
- Vidal, R. (1985). Estructura poblacional y crecimiento de la anchoveta (*Engraulis mordax*, Girard 1856) en Baja California durante 1981 y 1982. Tesis de Maestría, CICESE, México, 149 pp.