

VARIACIONES EN LA COMPOSICION POR EDADES DE LA CAPTURA DE ANCHOVETA (*Engraulis mordax*) Y ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DEL RECURSO

VARIATIONS IN THE AGE COMPOSITION OF CATCH OF ANCHOVY (*Engraulis mordax*) AND ALTERNATIVES FOR THE MANAGEMENT OF THE RESOURCE

Ricardo Vidal Talamantes

Instituto de Investigaciones Oceanológicas
Universidad Autónoma de Baja California
Apartado Postal 453
Ensenada, Baja California, México

Ciencias Marinas (1991), Vol. 17, No. 3, pp. 73-89.

RESUMEN

Se analiza la estructura de la población de anchoveta antes de la perturbación causada por el fenómeno de "El Niño" durante 1982-1983. Se presentan los resultados del procesamiento de 20,205 datos de edad provenientes de muestreos biológicos de la captura comercial en Baja California durante el período 1978-1982. Se identifican las clases anuales responsables de las capturas de 1979-1981. Se establece que el grupo de un año de edad ha sido el principal generador de captura. Se describe la variabilidad de la composición por edades y se observa una situación de pesca de individuos jóvenes. Se sugiere que se limite la captura de peces menores de un año de edad, con el objeto de permitir una mayor incorporación de biomasa por efecto del proceso de crecimiento. Se discute sobre los conceptos de clase anual y reclutamiento y su relación con procesos como vulnerabilidad y comportamiento social.

ABSTRACT

The structure of the northern anchovy population before the disturbance caused by "El Niño" in 1982-1983 is analyzed. 20,205 age data originated from biological sampling of the commercial catches in Baja California throughout the 1978-1982 period were processed, and the results are presented here. The year classes responsible for the catch in 1979-1981 are identified. It is established that the one year old group has been the main catch generator. The age composition variability is described and a situation of capture of young individuals is observed. It is suggested to limit the capture of individuals younger than one year with the purpose of allowing a higher biomass incorporation by the growth process. The year class and recruitment concepts as well as their relation to vulnerability and social behavior processes are discussed.

INTRODUCCION

La anchoveta (*Engraulis mordax* Girard, 1856) es un organismo de especial significado en la cadena alimentaria del ecosistema costero. En esta especie se concentra una gran proporción del flujo de energía y con ello

INTRODUCTION

The northern anchovy (*Engraulis mordax* Girard, 1856) is an organism of a special importance in the food chain of the coastal ecosystem. A great proportion of the energy flux is concentrated in this species,

se sostiene una inmensa cantidad de biomasa. Este pez se alimenta principalmente de zooplankton y transfiere la energía a un considerable número de peces, aves y mamíferos marinos.

La anchoveta es una de las especies que aportan los mayores volúmenes de captura en Baja California, por lo que el manejo de este recurso es de importancia para la industria pesquera. En el presente trabajo se analiza la estructura por edades de los desembarques comerciales durante el período de mayor captura en la historia de la pesquería.

La estructura por edades de la población de anchoveta fue descrita anteriormente por Chávez *et al.* (1977) y Sunada y Silva (1980). Más recientemente Lo y Methot (1989) reportaron datos estacionales de la composición por edades en el período 1975-1987.

Los objetivos del presente trabajo son: describir los cambios en la estructura por edades de la fracción explotada de la población y su relación con la pesquería, y con base en esto, proponer medidas para el manejo del recurso.

MATERIALES Y METODOS

Los datos de edad provienen de muestreos biológicos y fueron cedidos por la Pesquera Zapata, S.A. de C.V. en Ensenada, Baja California. Las capturas se realizaron desde la frontera con E.U.A., hasta Punta Baja, B.C. (30°N) y hasta aproximadamente 40 millas fuera de la costa, aunque la mayor parte de las capturas se efectúan en las primeras 10 millas. La lectura de edad se efectuó mediante el conteo de anillos anuales en otolitos. Collins y Spratt (1969) describieron el método de lectura de la edad de la anchoveta mediante otolitos. Algunas de las mayores dificultades en la identificación de marcas anuales ocurren en edades mayores, ya que las bandas del otolito tienden a ser más delgadas conforme aumenta la edad. Sin embargo, en los datos analizados en el presente trabajo, predominan las edades cero, uno y dos, las cuales presentan menor dificultad en su lectura.

En el período 1978-1982 se colectaron un total de 20,205 datos de lecturas de edad. La Tabla 1 muestra el número de datos del muestreo biológico en cada mes y en los cinco años analizados.

hence an immense biomass is supported. This fish feeds mainly on zooplankton and transfers the energy to a considerable number of fishes, birds and marine mammals.

Anchovy is one of the species that contribute the highest catch volumes in Baja California, therefore the management of this resource is important for the fishery industry. In this study, the age structure of the commercial landings during the period of largest catch in the history of the fishery is analyzed.

The age structure of the anchovy population has been described before by Chávez *et al.* (1977) and Sunada and Silva (1980). More recently, Lo and Methot (1989) reported seasonal data of the composition by ages for the 1975-1987 period.

The main goals of this study are to describe the changes in the age structure of the exploited fraction of the population and their relation to the fishery, and based on this, to propose measures for the management of the resource.

MATERIALS AND METHODS

The Pesquera Zapata Company, S.A. de C.V., in Ensenada, Baja California proportioned the age data that was originated during the biological sampling on their catches. Catches were taken from the U.S.A. border to Punta Baja, B.C. (30°N) and approximately as far as 40 miles off the coast, although most of the captures were from the first 10 miles. The age reading was done counting the annual rings of the otoliths as described by Collins and Spratt (1969). Some of the greatest difficulties in the identification of the annual marks occur in the older ages for the otolith bands tend to be thinner as the age increases. However, in the data analyzed in the present study, the ages zero, one and two predominate and hence, reading was easier.

A total of 20,205 age reading data were collected throughout the 1978-1982 period. Table 1 shows the number of data from the biological sampling by months for the five years analyzed.

From the biological sampling, an extrapolation of the age distributions was carried out, in which the monthly distributions were pondered by the fleet's catches. The catch from the sampled ships has been assumed to represent the structure of the fleet's

Tabla 1.- Número de datos de edad del muestreo biológico.
Table 1.- Number of age data from the biological sampling.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1978	-	-	-	-	-	510	575	378	119	638	655	417	3292
1979	-	-	39	398	634	578	417	637	538	620	560	280	4701
1980	-	-	-	-	438	799	716	476	530	376	499	458	4292
1981	280	-	-	640	1020	960	-	-	-	900	740	120	4660
1982	-	-	-	380	260	440	420	420	280	380	420	260	3260

DESEMBARQUES

(miles de T M)

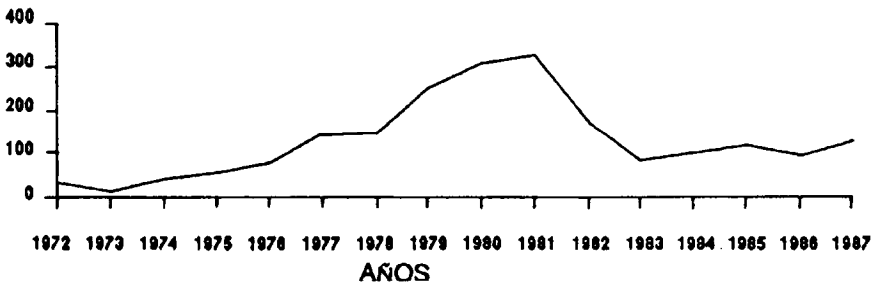


Figura 1.- Serie anual de desembarques de anchoveta en Baja California. Período 1972-1987.
Figure 1.- Annual series of anchovy landings in Baja California. 1972-1987 period.

DESEMBARQUES

(miles de T M)

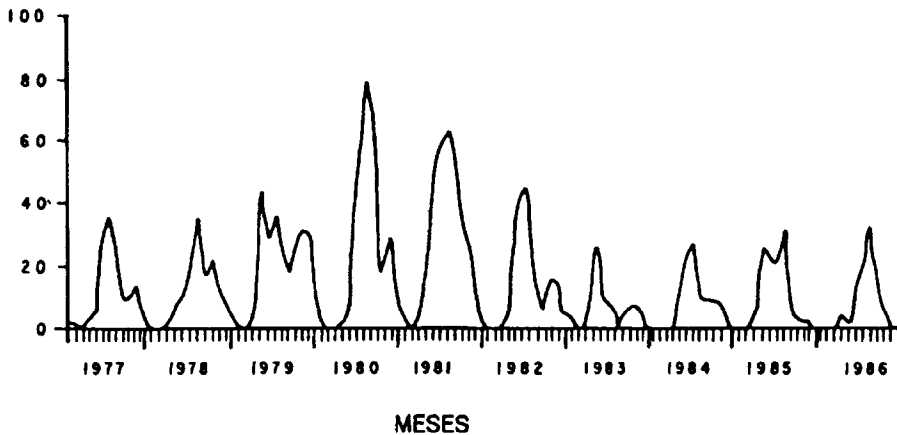


Figura 2.- Serie mensual de desembarques de anchoveta en Baja California. Período 1977-1986.
Figure 2.- Monthly series of anchovy landings in Baja California. 1977-1986 period.

Se realizó una extrapolación de las distribuciones de edad del muestreo biológico, en la cual las distribuciones mensuales fueron ponderadas por la captura de la flota. Se asume que la captura de los barcos muestreados representa a la estructura de la captura de la flota. En algunos meses del período analizado, existió captura pero no se cuenta con los correspondientes datos del muestreo biológico. En estos casos, las distribuciones de edad fueron estimadas de acuerdo a la composición por edades en el mes anterior correspondiente. Los datos de capturas y desembarques fueron proporcionados por la Oficina de Pesca en Ensenada, B.C.

El procesamiento de los datos se realizó utilizando el programa Minitab.

RESULTADOS

La Figura 1 muestra la serie anual de desembarques de anchoveta en Baja California durante el período 1972-1987. La captura se incrementó gradualmente desde 1973 hasta 1981. En 1982 y 1983 ocurrió un marcado descenso y posteriormente, de 1984 en adelante, los desembarques se mantuvieron en un nivel moderado.

La Figura 2 presenta la serie mensual de desembarques durante el período 1977-1986. Durante el verano ocurrieron los mayores desembarques y en 1980 y 1981 se observaron los máximos valores de captura.

Se considera que los datos de los desembarques reflejan adecuadamente la magnitud de la captura. Posiblemente también representen un índice de la abundancia relativa, especialmente después de 1976, año en que se inició el desarrollo de la flota pesquera. Desde entonces, la actividad pesquera se ha realizado de una manera muy eficiente con la utilización de equipo hidroacústico y prospecciones aéreas para la localización de los cardúmenes.

Los valores de la Figura 3 y la Tabla 2 son correspondientes y muestran la composición de la captura en número de individuos por clases anuales. En 1978 la distribución estuvo fuertemente dominada (85%) por dos clases anuales, las de 1976 y 1978. En 1979 dominó (63%) la clase 1978 con una de las mayores capturas en la pesquería. En menor proporción figuraron las clases 1979 y 1977. En 1980 las clases dominantes fueron las de 1978 y 1979 (76%). La captura de la clase 1980 fue moderada. En 1981 se obtuvo la

catch. In some months of the analyzed period, there was catch but the corresponding biological data was not available. In these cases, the age distributions were estimated according to the age composition of the previous month. The catch and landing data were proportioned by the Oficina de Pesca in Ensenada, B.C.

The data processing was performed using the Minitab computer program.

RESULTS

Figure 1 shows the annual series of anchovy landings in Baja California during the 1972-1987 period. The catch gradually increased from 1973 to 1981. In 1982 and 1983, a sharp decrease occurred, and from 1984 on, the landings were at a moderate level.

Figure 2 shows the monthly series of landings during the 1977-1986 period. The highest landings occurred during the summer, and in 1980-1981 maxima catch values were observed.

It has been considered that the landings data represent adequately the magnitude of the catch and possibly they could also represent an index of the relative abundance, specially after 1976, the year when the development of the fleet was initiated. Since then, fishing has been done using hydroacoustic equipment and with the aid of aerial location of the schools.

The data in Figure 3 and Table 2 are correspondent and show the catch composition in number of individuals by year classes. In 1978 the distribution was strongly dominated (85%) by the 1976 and 1978 year classes. In 1979, the 1978 class was dominant (63%) originating one of the highest catches in the fishery. The classes 1979 and 1977 figured in lesser proportion. The 1978 and 1979 classes were dominant (76%) during 1980; the catch of the 1980 class was moderate. The largest annual catch by a single year class, that of 1980 (52%), was obtained in 1981. The 1979 class was represented in lesser proportion, but nevertheless with a large catch. The 1978 class started to decline. In 1982 the 1980 class dominated (40%) and the 1981 and 1982 classes only had moderated catches.

The retrospective analysis of the year classes by ages (Fig. 3) shows that in 1982, the new year class had a relatively moderate catch, typical of the zero group. The 1981 class had a moderate catch as zero and one

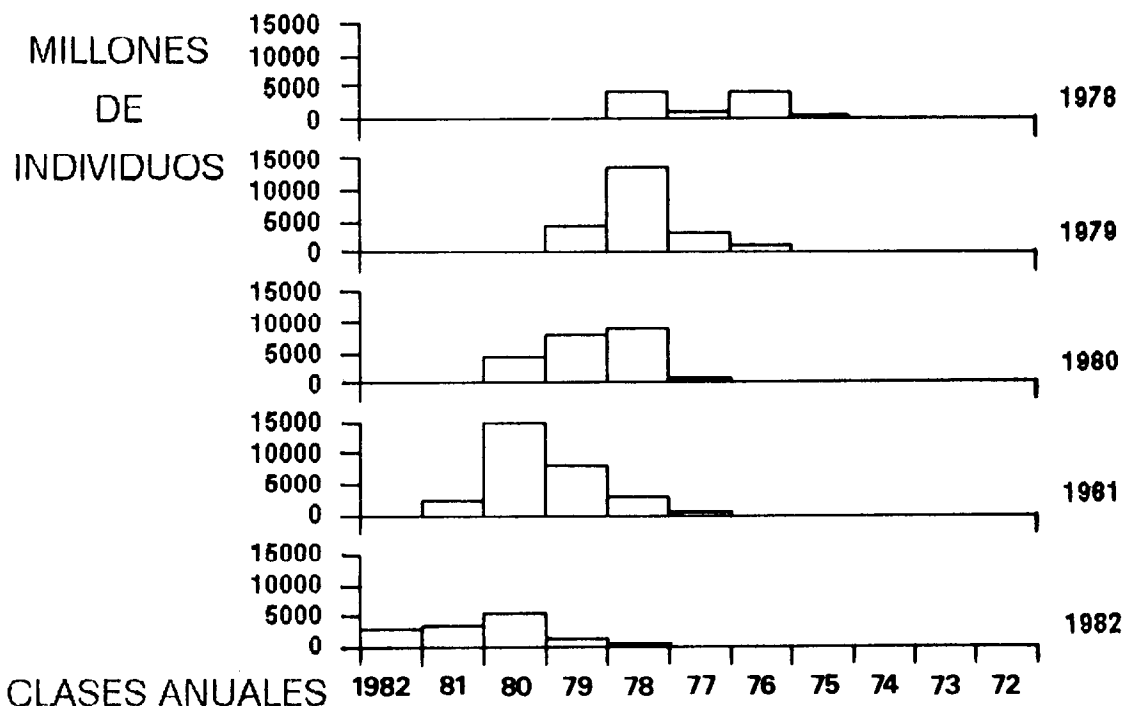


Figura 3.- Distribuciones de frecuencia por clases anuales. Extrapolación a la captura de la flota en Baja California. Período 1978-1982.

Figure 3.- Frequency distributions by year classes. Extrapolation to the fleet catch at Baja California. 1978-1982 period.

Tabla 2.- Composición de la captura por clases anuales. Período 1978-1982 (millones de individuos).

Table 2.- Catch composition by year classes. 1978-1982 period (millions of individuals).

Clase Anual	1978	1979	1980	1981	1982	1978-1982
1982	0	0	0	0	3159	3159
1981	0	0	0	2430	3619	6049
1980	0	0	4163	15044	5763	24970
1979	0	4073	7916	8297	1672	21958
1978	4173	13777	9065	2970	300	30285
1977	1008	3076	920	268	1	5273
1976	4520	1036	138	26	0	5720
1975	241	50	2	0	0	293
1974	174	7	0	0	0	181
1973	89	5	0	0	0	94
1972	11	0	0	0	0	11
Total	10216	22024	22204	29035	14514	97993

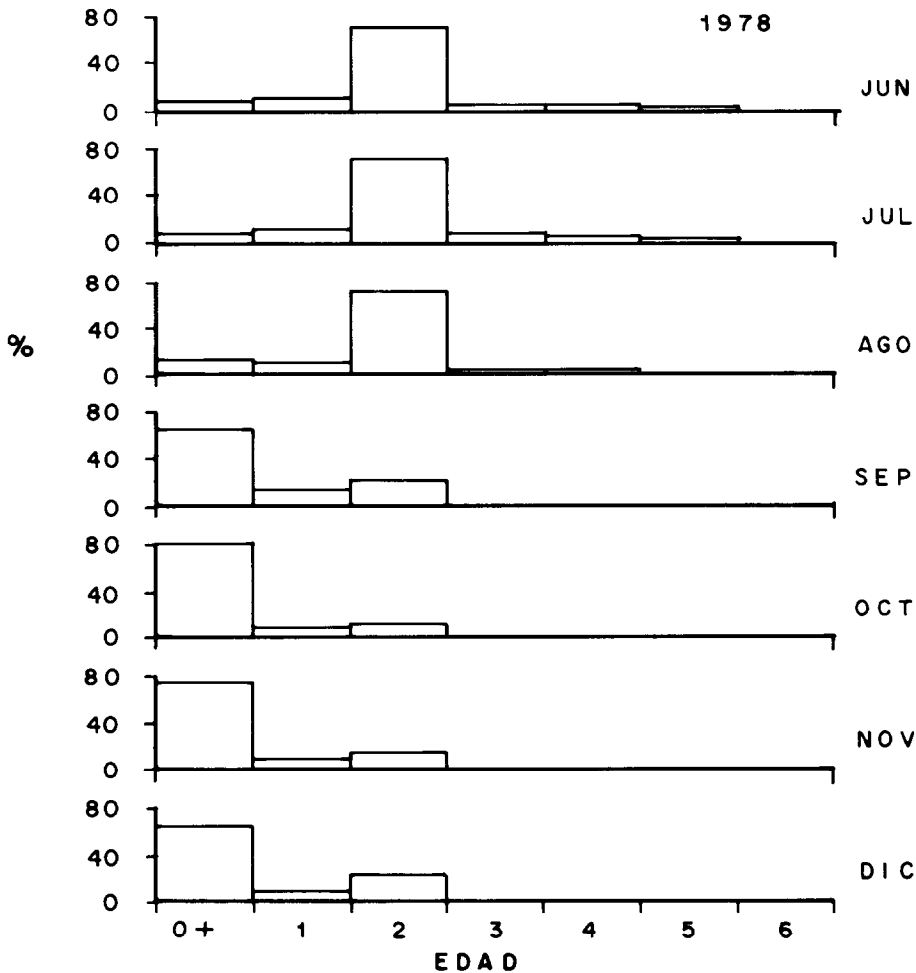


Figura 4.- Distribuciones mensuales de edad durante 1978.
 Figure 4.- Monthly age distributions for 1978.

mayor captura anual de una sola clase, la de 1980 (52%). La clase 1979 tuvo menor proporción pero aún así con captura alta. La clase 1978 empezó a declinar. En 1982 dominó la clase 1980 (40%). Las clases 1981 y 1982 sólo tuvieron capturas moderadas.

El análisis retrospectivo de las clases anuales a cada edad (Fig. 3) muestra lo siguiente: en 1982, la nueva clase anual tuvo una captura relativamente moderada, típica del grupo de cero años. La clase 1981 tuvo captura moderada como grupo cero y como grupo uno. La clase 1980 se desarrolló fuertemente como grupo uno y siguió con captura

year group. The 1980 class was strongly developed as group one, and continued with a moderate catch at age two. The 1979 class had a high catch as groups one and two. The 1978 class had a strong development, similar to that of the 1980 class. The 1977 class was poorly developed as group one and moderately as group two. The 1976 class had a high catch as group two and declined at later ages.

Groups older than two years had low catches during the five years analyzed. In general, a combination of the first three groups dominated in this period contributing 80% of the catch.

moderada a la edad dos. La clase 1979 tuvo captura alta como grupos uno y dos. La clase 1978 siguió un fuerte desarrollo, similar al de la clase 1980. La clase 1977 se desarrolló pobremente como grupo uno y moderadamente como grupo dos. La clase 1976 tuvo captura alta como grupo dos y declinó en edades posteriores.

Los grupos mayores de dos años de edad tuvieron capturas bajas en los cinco años analizados. En general, durante este período domina una combinación de los tres primeros grupos de edad, los que, en su conjunto aportaron 80% de la captura.

La serie de distribuciones claramente muestra la predominancia de tres clases anuales, las de 1978, 1979 y 1980, las cuales aportaron 80% de la captura total de los cinco años.

Las Figuras 4-8 muestran las distribuciones mensuales de edad de 1978 a 1982. En 1978, durante septiembre y los tres meses siguientes, disminuyó la proporción de individuos de dos años y aumentó la del grupo cero. En 1979, el grupo uno dominó fuertemente en casi todo el año. En noviembre y diciembre aumentó la proporción del grupo cero. En 1980 el grupo dos dominó desde junio hasta septiembre. En este mes empezó a declinar su proporción, mientras que aumentó la del grupo cero. En 1981, en los primeros meses dominó el grupo cero y en junio dominó el grupo uno. No se cuenta con los datos del verano pero se observa que en octubre siguió dominando el grupo uno. En 1982 dominaron los grupos uno y dos en la primera parte del año. De septiembre a diciembre disminuyó la proporción del grupo dos, mientras que aumentó la del grupo cero.

DISCUSION

El desarrollo de la pesquería de anchoveta en Baja California muestra cuatro etapas: 1. Nivel bajo de captura (desde las primeras etapas de la pesquería, hasta 1976); 2. Desarrollo acelerado (1977-1981); 3. Caída de la captura (1982-1983); 4. Nivel moderado de captura (1984 en adelante). Desde 1983 hasta 1989 no se han registrado capturas tan altas como las del período 1979-1981 (Ricardo Green, Secretaría de Pesca, comunicación personal).

La descripción de la composición de la captura provee de documentación para com-

The series of distributions clearly show the predominance of three year classes: 1978, 1979 and 1980, which contributed 80% of the total catch in the five years.

Figures 4-8 show the monthly age distributions from 1978 to 1982. In 1978, during September and the following three months the proportion of the group two decreased while that of the zero group increased. During 1979 group one was strongly dominant for almost the whole year and in November and December, the proportion of the zero group increased. In 1980 group two was dominant from June to September. In this month its proportion started to decline, while that of the zero group increased. During the first months of 1981 the zero group was dominant and in June the group one dominated. The data of the summer months were not available but it is observed that in October group one was still the dominant. In 1982 groups one and two were dominant during the first months of the year. From September to December the proportion of the group two decreased while that of the zero group increased.

DISCUSSION

The development of the anchovy fishery in Baja California shows four stages: 1. Low catch level (from the first stages of the fishery, until 1976); 2. Accelerated development (1977-1981); 3. catch decline (1982-1983); 4. Moderate catch level (since 1984). From 1983 to 1989 the recorded catches have not been as high as those in the 1979-1981 period (Ricardo Green, Secretaría de Pesca, personal communication).

The description of the catch composition provides the documentation for comparing different situations of the population. In the age distribution graphs, two main groups are shown: the zero group recruiters in the autumn and adults in the spring and summer, which probably inmigrate from zones farther from the coast and school at the fishing area. Anchovy catch is markedly seasonal.

During the summer, a high proportion of the annual landing is obtained while in the autumn, a second peak is observed. Hence, it is important to analyze the age composition during the summer and autumn seasons.

In the summer of 1982, the landings were moderate and no big catches from groups

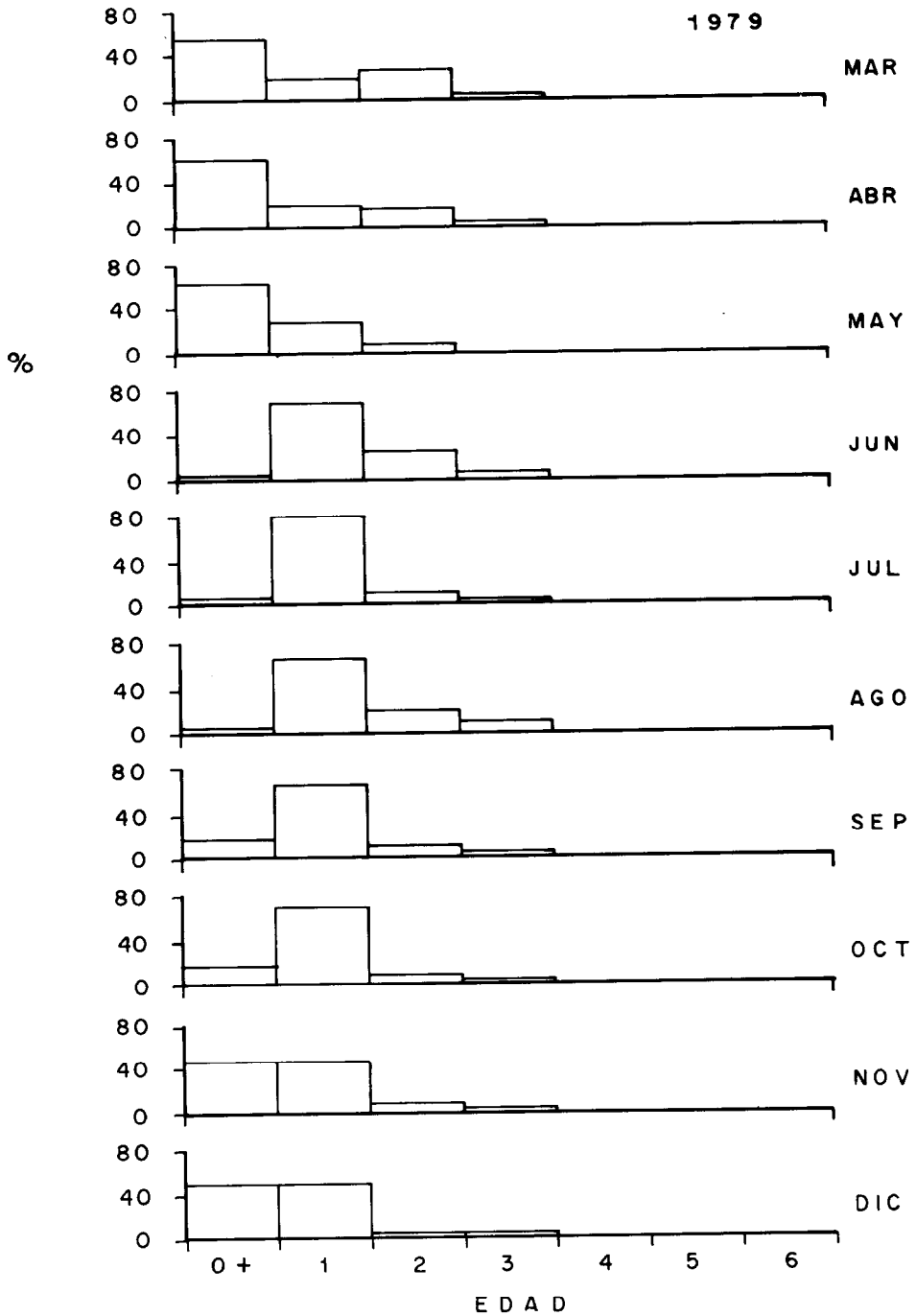


Figura 5.- Distribuciones mensuales de edad durante 1979.
Figure 5.- Monthly age distributions for 1979.

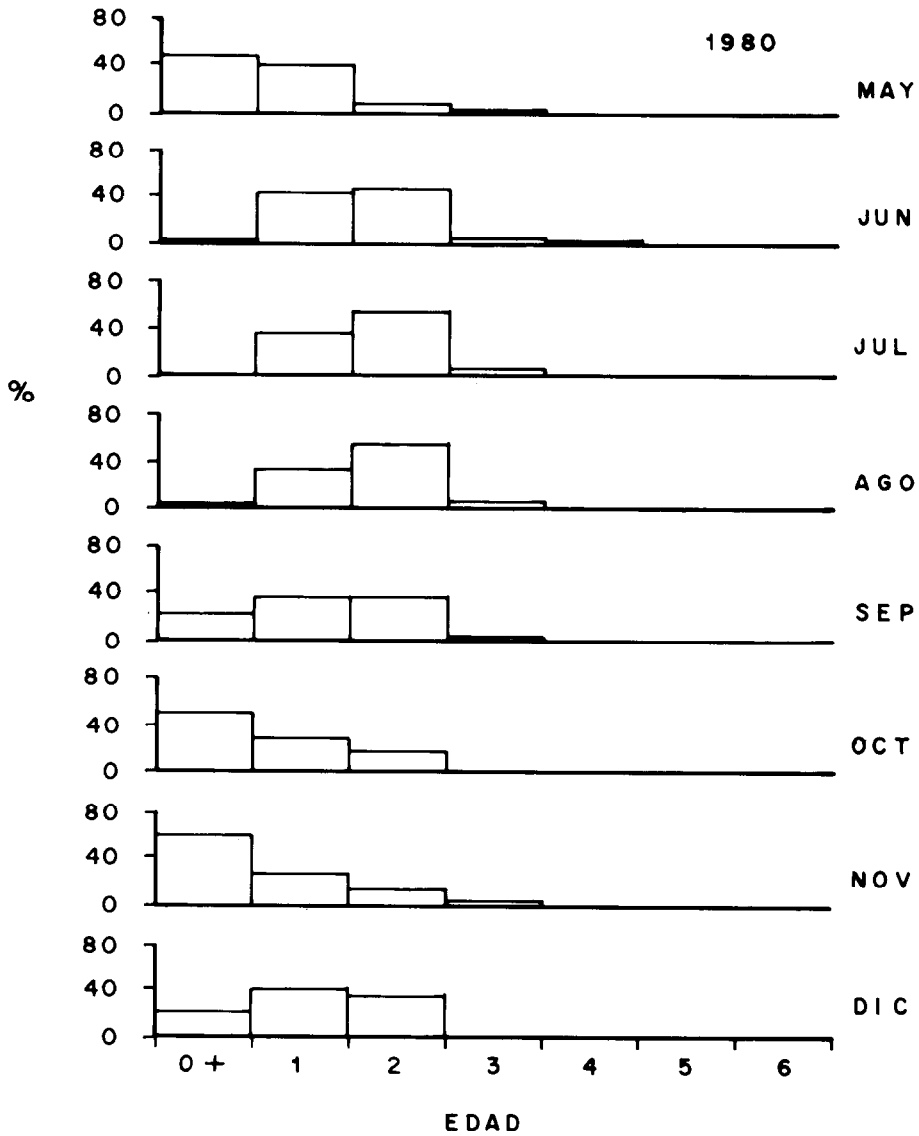


Figura 6.- Distribuciones mensuales de edad durante 1980.
Figure 6.- Monthly age distributions for 1980.

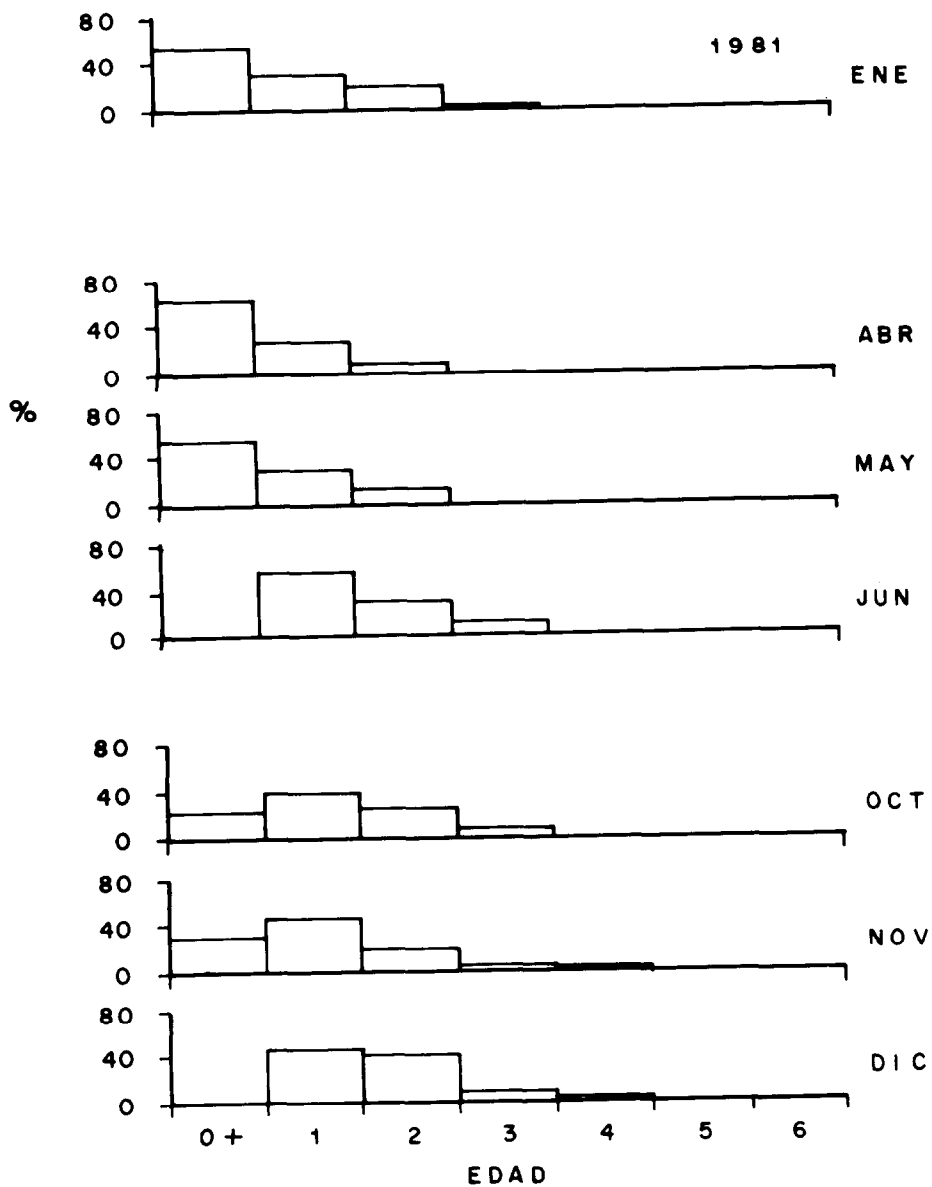


Figura 7.- Distribuciones mensuales de edad durante 1981.
Figure 7.- Monthly age distributions for 1981.

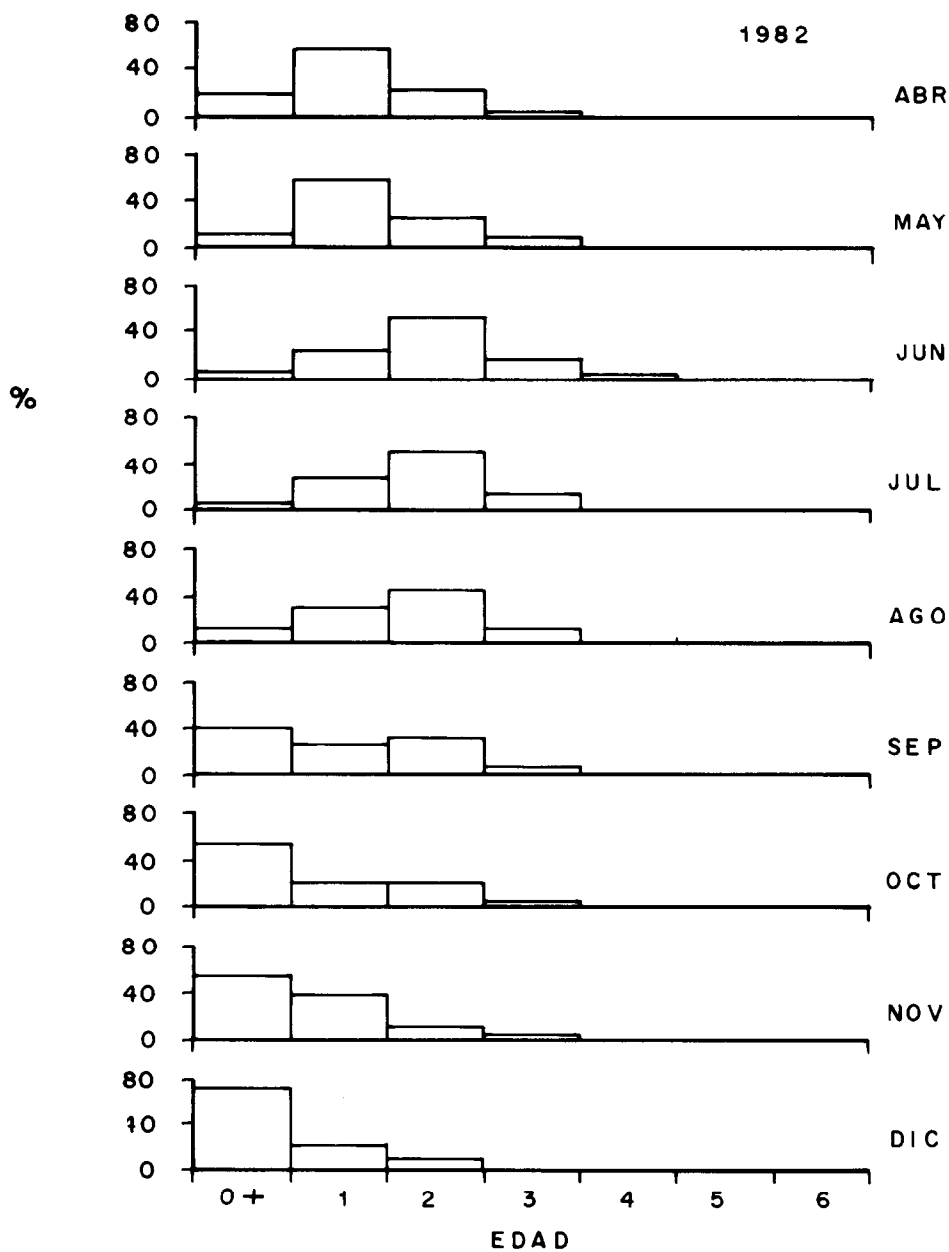


Figura 8.- Distribuciones mensuales de edad durante 1982.
 Figure 8.- Monthly age distributions for 1982.

parar diferentes situaciones de la población. En las gráficas de distribuciones de edad se notan dos grupos principales: los reclutas del grupo cero en el otoño y los adultos en primavera y verano, los cuales posiblemente inmigran de zonas más alejadas de la costa y se agrupan en la zona de pesca.

La captura de anchoveta es marcadamente estacional. Durante el verano se obtiene una alta proporción del desembarque anual, mientras que en otoño se observa un segundo pico de captura. Por ello, es importante analizar la composición por edades durante verano y otoño.

En el verano de 1982 no lograron obtenerse grandes capturas de los grupos uno y dos como en los años anteriores, sino que su aporte fue moderado. Posiblemente la clase de 1981 no fue fuerte y la clase 1980 casi había sido agotada. Esto ocurrió antes de presentarse los efectos de "El Niño".

Generalmente, en septiembre empieza a evidenciarse un aumento en la proporción del grupo cero, lo cual representa el inicio del reclutamiento de las nuevas clases anuales, proceso que continúa hasta noviembre o diciembre. Simultáneamente disminuye la captura de individuos de edades mayores, lo cual es producido por la emigración hacia fuera de la zona de pesca o bien por un "agotamiento" de las existencias, o por cambios en el comportamiento gregario y disminución de la vulnerabilidad del recurso. La extracción de reclutas del grupo cero puede afectar la abundancia de adultos en la siguiente temporada.

La sobrevivencia del grupo cero es muy importante, pues el grupo uno es el principal generador de captura.

Si se limita la captura del grupo cero, posiblemente resulte en mayor abundancia del grupo uno en la siguiente temporada. Un análisis preliminar señala que el crecimiento desde la edad cero hasta la edad uno es sumamente rápido. Se sugiere que se proteja al grupo cero, evitando en lo posible su captura, con el objeto de permitir una mayor incorporación de biomasa por efecto de crecimiento.

Las distribuciones de edad conservan una notable continuidad mes a mes y esto evidencia gradualmente algunos procesos que afectan a la estructura. La composición de la captura muestra que por varios meses, las edades dominantes continuarán siendo las mismas, existiendo además meses de cambio en el patrón general (ej. junio y septiembre).

one and two were obtained as in previous years. Possibly the 1981 class was not strong and the 1980 class had been almost depleted. This happened before the effects of "El Niño" were presented.

Generally in September, an increase in the proportion of the zero group becomes evident, which represents the beginning of the new year class recruitment, a process that continues until November or December. Simultaneously, the capture of older individuals decreases, produced either by emigration outwards of the fishing zone or by a "depletion" of the stocks or by changes in the schooling behavior and decrease in the vulnerability of the resource.

The extraction of the zero group recruiters could affect the abundance of adults in the following season. Because the group one is the main catch generator, the survival of the zero group is very important.

If the capture of the zero group is limited, possibly it will result in a higher abundance of the group one in the following season. A preliminary analysis shows that growth from age zero to age one is very fast. It is suggested to protect the zero group avoiding as possible its capture, with the purpose of allowing a higher incorporation of biomass by the process of growth.

The age distributions show a noticeable continuity from month to month and this gradually evidences some of the processes that affect the structure. The catch composition shows that for several months the dominant ages are the same ones, existing also months that show changes from the general pattern (June and September for example). This continuity indicates consistency in the data and also allows the identification of the year classes that have contributed most to the catch. According to Collins and Spratt (1969) it is considered that the change in the age of the individuals occurs in June. The graphs sequence shows the evolution of the different generations along the history of the fishery. Apparently, the strength of each year class determine the graphs' form. Thus, the strength of the year classes determine the catch magnitude as well as its structure.

According to the data reported by Chávez *et al.* (1977), Sunada and Silva (1980) and Lo and Methot (1989), in 1975-1977 there was a wide age structure, mainly based on fishes three years old. However, since 1978 the

Esta continuidad indica consistencia de los datos y además permite identificar las clases anuales que más han contribuido a la captura. De acuerdo con Collins y Spratt (1969), se considera que en el mes de junio ocurre el cambio de edad de los individuos. La secuencia de gráficas muestra la evolución de las diferentes generaciones en su paso a través de la pesquería. Aparentemente, es la misma fuerza de cada clase anual lo que determina la forma de las gráficas. De esta manera, la fuerza de las clases anuales determina tanto la magnitud de la captura, como su estructura.

Según los datos reportados por Chávez *et al.* (1977), Sunada y Silva (1980), y Lo y Methot (1989), la estructura por edades en 1975-1977 era amplia, basada principalmente en peces de tres años de edad. Sin embargo, de 1978 en adelante la captura ha sido dominada por las edades uno y dos. La proporción de las edades tres, cuatro y cinco ha disminuido considerablemente, mientras que la del grupo cero ha aumentado.

En 1977 el aumento en la captura afectó a la población y tendió a eliminar las edades mayores (edades de tres a seis), de tal forma que en 1978 la estructura estuvo dominada por las edades cero y dos. En 1978 se obtuvo una captura de magnitud similar a la de 1977 (según los datos de Sunada y Silva, 1980), pero con estructura por edades muy diferente. En los años posteriores se obtuvieron capturas mayores. La fuerte clase de 1978 se produjo cuando escasearon todos los grupos de adultos. Es posible que hayan actuado procesos denso-dependientes que permitieron el florecimiento de las clases anuales de 1978, 1979 y 1980.

Las capturas anteriores a 1978 y posteriores a 1982 fueron pequeñas o moderadas, en comparación con las del período 1978-1982.

Si bien la fuerza de las diferentes clases anuales moldea o da forma a las distribuciones de frecuencia, también existen otros procesos como crecimiento, sobrevivencia, cambios ambientales, migraciones y cambios en la vulnerabilidad del recurso, los cuales ejercen influencia en la estructura de la población. El hecho de que no se cuente con datos sobre el comportamiento social y sobre los movimientos de los individuos hacia dentro y fuera de la zona de pesca, limita en cierta medida las conclusiones de este trabajo.

Las clases anuales se manifiestan en la captura en edades de cero a cuatro años. Sin

catch has been dominated by ages one and two. The proportion of three, four and five years old individuals has decreased considerably while that of the zero group has increased.

The 1977 catch increase affected the population tending to eliminate the older organisms (ages three to six), so in 1978 the structure was dominated by the ages zero and two. In 1978 the catch was similar in magnitude to that of 1977 (according to Sunada and Silva, 1980) but the age structure was different. In the following years the catches were larger. The strong 1978 class was produced when all the adult groups were scarce. It is possible that acting density dependent processes contributed to the bloom of the 1978, 1979 and 1980 classes. The catches before 1978 and after 1982 were low to moderate in comparison to those of the 1978-1982 period.

It is clear that the strength of the different year classes defines the shape of the frequency distributions, but there are also other processes involved: growth, survival, environmental changes, migrations and changes in the vulnerability of the resource, which affect the population structure. The lack of data concerning the social behavior and movements of the individuals inwards and outwards the fishing zone, limits to a certain extent the conclusions of the present analysis.

The year classes are present in the catch at ages zero to four, however, the strong year classes have produced structures with dominant groups at ages one and two. The relation between the year classes and the catch of the zero group is probably influenced by the formation of schools of commercial size and it is until age one that the strength of the year classes is more clearly shown. In the case of the 1979 class, this manifested strongly both at ages one and two. The 1980 class has been the most exploited, in 1981, at age one, it constituted the highest catch recorded for the fishery.

The distributions by year class show that the composition varies each year, depending on the capture of each class. The great volumes contributed by the classes of 1978, 1979 and 1980 are due to the abundance that they reached at ages one and two. Generally, the year classes are ephemeral, lasting a very short period in the fishery. It is important to consider this property in the administration of the resource. Big catches can

embargo, las clases anuales fuertes han producido estructuras con grupos dominantes de uno y dos años de edad. La relación entre la fuerza de las clases anuales y la captura del grupo cero probablemente está influenciada por la formación de cardúmenes de tamaño comercial y es hasta la edad uno cuando se manifiesta más claramente la fuerza de las clases anuales. En el caso de la clase 1979, ésta se manifestó fuertemente tanto en la edad uno como en la dos. La clase 1980 ha sido la más explotada, en 1981 (a la edad uno) constituyó la mayor captura registrada en la pesquería.

Las distribuciones por clases anuales muestran que la composición varía en cada año, dependiendo de la captura de cada clase. Los grandes volúmenes aportados por las clases de 1978, 1979 y 1980 se deben a la gran abundancia que alcanzaron al año y a los dos años de edad. En general, se observa que las clases anuales son efímeras, duran muy poco en la pesquería. Es importante considerar esta propiedad en la administración del recurso. Una sola clase anual fuerte puede producir grandes capturas al año de edad y después agotarse casi completamente.

Lasker (1975) ha establecido que la sobrevivencia de las larvas que se alimentan por primera vez, determina la fuerza de las clases anuales, aunque Peterman *et al.* (1988) no encontraron relación entre la abundancia de larvas y la abundancia del grupo uno. Esto sugiere que el período crítico en el que se define la fuerza de las clases anuales puede ocurrir en juveniles del grupo cero. La magnitud de la captura está determinada en parte por la sobrevivencia tanto de las larvas como de los juveniles y adultos de cero años. Según Peterman *et al.* (1988), el factor más determinante en la abundancia global es la sobrevivencia del grupo cero y la subsecuente abundancia del grupo uno. La proporción del grupo cero puede considerarse como un índice de la fuerza de la nueva clase anual. Methot (1986), citado por Peterman *et al.* (1988), ha señalado que la proporción del grupo cero al inicio de la temporada de pesca, indica el tamaño de la clase anual entrante. Para el adecuado manejo del recurso deben investigarse los factores que influyen en la sobrevivencia del grupo cero, así como las condiciones ambientales en las que se generan las diferentes clases anuales.

El concepto de clase anual ha sido interpretado de diferente manera por algunos

be produced by a single year class at age one and, after that it can become almost completely exhausted.

Lasker (1975) has established that the survival of larvae that feed for the first time, determine the year classes' strength, although Peterman *et al.* (1988) have not found any relation between the larvae and group one abundances. This suggests that the critical period in which the strength of the year classes is defined, could occur in juveniles of the zero group. The magnitude of the catch is determined partially by the survival of the larvae as well as the survival of the juveniles and adults of the zero group. According to Peterman *et al.* (1988), the most determinant factor in global abundance is the survival of the zero group and the subsequent abundance of group one. The proportion of the zero group could be considered as an index of the strength of the new year class. Methot (1986), cited by Peterman *et al.* (1988) has mentioned that the proportion of the zero group at the beginning of the fishing season indicates the size of the new year class. For a better resource management, the factors that affect the survival of the zero group must be studied, as well as the environmental conditions in which the different year classes are generated.

The year class concept has been interpreted in several ways. Ricker (1975) considers it as the number of individuals that hatch each year, while Nikolsky (1963) considers it as the number of individuals that survive until they reach sexual maturity; in the other hand, Peterman *et al.* (1988) consider it as the number of individuals that have been recruited into the fishery.

The recruitment occurs when, for the first time, individuals are susceptible to be caught. This happens when they have reached certain size and can be located in the fishing area, and also form schools of commercial size. Probably some individuals reach these attributes at age zero, while others reach it at age one. The survival until recruitment is the result of the interaction of processes as: predation, feeding, growth and social behavior patterns.

Anchovy attains maturity between nine and twelve months of age and coincides with the age of first recruiters. However, the amount of recruiters is lesser in relation to the fishes that attain maturity, because these include the population in the whole area, while

autores. Por ejemplo, Ricker (1975) lo considera como el número de individuos que eclosionan en el año, mientras que Nikolsky (1963) lo considera como el número de individuos sobrevivientes hasta alcanzar la madurez sexual; por otra parte, Peterman *et al.* (1988) lo consideran como el número de individuos reclutados a la pesquería.

El reclutamiento ocurre en los individuos cuando por primera vez son susceptibles de ser capturados, esto es, cuando han alcanzado cierto tamaño y se encuentran en el área de pesca y además forman cardúmenes de tamaño comercial. Posiblemente algunos individuos cumplen con estos atributos en la edad cero, mientras que otros lo hacen al año de edad. La sobrevivencia hasta el reclutamiento es el resultado de la interacción de procesos como: depredación, alimentación, crecimiento y patrones de comportamiento social.

En el caso de la anchoveta, la madurez se alcanza entre los nueve y los doce meses de edad y coincide con la edad de los primeros reclutas. Sin embargo, la cantidad de reclutas es mucho menor que la cantidad de peces que alcanzan la madurez, pues éstos incluyen a la población en toda el área, mientras que los reclutas sólo incluyen aquellos en el área de pesca y que además son vulnerables al arte de pesca. Se recomienda establecer la relación entre edad y vulnerabilidad en estudios futuros.

El término reclutamiento es muy amplio, puede ocurrir a varias edades y depende además de las necesidades de los pescadores. Los pescadores definen la accesibilidad y el reclutamiento posiblemente en función directa a sus necesidades económicas y en función inversa a la abundancia; esto es, cuando hay baja abundancia, el pescador puede tener mayores necesidades económicas y estar dispuesto a reclutar cardúmenes más pequeños e individuos más jóvenes.

El diagnóstico general de la pesquería es que ésta se encuentra en una situación en la que no se puede seguir bajando la edad del grupo dominante, pues el reclutamiento ocurre significativamente hasta alcanzar un año de edad. Los grupos de edades mayores cada vez tienen menor proporción y la captura depende cada vez más de la fuerza de la clase anual entrante.

CONCLUSIONES

El análisis de la estructura de la población ha mostrado ser una herramienta

the recruiters only include those in the fishing area being also vulnerable to the fishing gear. A recommendation is made to establish in future studies the relationship between age and vulnerability.

The concept of recruitment is wide; it can occur at various ages and also depends on the fishermen's necessities. The fishermen define the accessibility and recruitment as a direct function of their economic necessities and as an inverse function of the abundance; i.e. when abundance is low, the fisherman might experience greater economic needs and be willing to recruit smaller schools and younger individuals. The general diagnostic for the fishery is that it is in a situation in which the age of the dominant group can not be lowered further because recruitment occurs mainly when individuals reach age one. As time passes, the older groups show lesser proportions and each time, the catch depends more on the strength of the new year class.

CONCLUSIONS

The analysis of the population structure has proved to be a useful tool for diagnosing the general condition of the resource.

The fishery had a phase of development in which the fishing effort rised as the fleet grew, and afterwards, a phase of moderate catch.

Indications exist that the fishery has changed the structure of the resource. During the 1978-1982 period, the age structure was dominated by groups one and two, while in previous years older groups had the highest proportion.

The decline in the catch during 1982 was due to the low contribution of group one in the summer. The effects of "El Niño" became evident later, during the autumn of 1982 and in 1983.

The strong 1978, 1979 and 1980 classes contributed the highest catches ever recorded. Since 1981, apparently no year class this strong has been produced. In the present, the catch magnitude could be increased by fishing upon group one. An immediate measure could be the protection of the species at its juvenile stage.

It is suggested that the capture of the zero group be limited, especially during autumn, with the purpose of allowing a greater growth of the resource and hence increase the survival until individuals reach age one. However, this does not necessarily warrant big

útil para diagnosticar el estado general del recurso.

La pesquería tuvo una fase de desarrollo en la que aumentó el esfuerzo pesquero al incrementarse la flota y posteriormente una fase de captura moderada.

Existen indicios de que la pesca ha cambiado la estructura del recurso. Durante el periodo 1978-1982, la estructura por edades estuvo dominada por los grupos uno y dos, mientras que en años anteriores tuvieron mayor proporción los grupos mayores de dos años.

La caída de la captura en 1982 se debió a la baja contribución del grupo uno durante el verano. Los efectos del fenómeno "El Niño" se manifestaron posteriormente durante el otoño de 1982 y en 1983.

Las fuertes clases anuales de 1978, 1979 y 1980, fueron las que aportaron las más altas capturas registradas. De 1981 en adelante, aparentemente no se ha producido ninguna clase anual tan fuerte.

Actualmente, la captura puede aumentar por la pesca del grupo uno. Una medida de acción inmediata sería la protección de la especie en su etapa juvenil. Se sugiere que se limite la captura del grupo cero, especialmente en otoño, con el objeto de permitir un mayor crecimiento del recurso. Con esto, se espera aumentar la sobrevivencia hasta alcanzar un año de edad. Sin embargo, esta medida no garantiza necesariamente capturas grandes, pues la abundancia depende además de la fuerza de las clases anuales. Si una clase anual es débil, aún protegiendo al grupo cero, sólo se podrán obtener capturas bajas. Por otra parte, una clase anual fuerte que logra alta sobrevivencia hasta la edad uno puede producir grandes capturas.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Investigaciones Oceanológicas y en general a la Universidad Autónoma de Baja California, por su apoyo en la realización de este trabajo. A la Secretaría de Educación Pública, por su financiamiento mediante el convenio SEP C88-01-0348 y a Mario Siri por solicitar dicho financiamiento. A la empresa Pesquera Zapata, S.A. de C.V. por ceder los datos de su muestreo biológico. A Nina Enroth por sus valiosas sugerencias.

catches, because abundance also depends on the year classes' strength. Even with the protection of the zero group, the catch could be low when a year class is weak. On the other hand, a strong year class that survives until age one can produce high catches.

ACKNOWLEDGMENTS

I thank the Instituto de Investigaciones Oceanológicas and in general the UABC for their support during this study. To the Secretaría de Educación Pública, for their financial support by means of the contract SEP C88-01-0948 and to Mario Siri for requesting the grant. Thanks to the Pesquera Zapata Company, S.A. de C.V. for proportioning the data of the biological sampling. To Nina Enroth for her valuable suggestions.

English translation by the author.

LITERATURA CITADA

- Collins, R.A. and Spratt, J.D. (1969). Age determination of northern anchovies, *Engraulis mordax*, from otoliths. Calif. Dep. Fish and Game, Fish Bull., 147: 39-55.
- Chávez, H., Silva, S. and Sunada, J.S. (1977). The fishery for northern anchovy, *Engraulis mordax*, off California and Baja California in 1975. CalCOFI Rep., 19: 147-165.
- Lasker, R. (1975). Field criteria for survival of anchovy larvae: the relation between inshore chlorophyll maximum layers and successful first feeding. Fish. Bull. (U.S.), 73: 453-462.
- Lo, N.C.H. and Methot, R.M. (1989). Spawning biomass of the northern anchovy in 1988. CalCOFI Rep., 30: 18-31.
- Methot, R.D. (1986). Synthetic estimates of historical abundance and mortality for northern anchovy, *Engraulis mordax*. NMFS SWFC Admin. Rep. L.J.86-29., 85 pp.
- Nikolsky, G.V. (1963). The ecology of fishes. Academic Press Inc. London and New York., 352 pp.

- Peterman, R.M., Bradford, M.J., Lo, N.C.H. and Methot, R.D. (1988). Contribution of early life stages to interannual variability in recruitment of northern anchovy (*Engraulis mordax*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 45: 8-16.
- Ricker, W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 191., 382 pp.
- Sunada, J.S. and Silva, S. (1980). The fishery for northern anchovy, *Engraulis mordax*, off California and Baja California in 1976 and 1977. CalCOFI Rep., 21: 132-138.