

**ESTRUCTURA POR EDADES Y TALLAS EN MUESTRAS DE CAPTURA
COMERCIAL DE LA ALMEJA PISMO *Tivela stultorum* (MAWE, 1823),
EXTRAIDAS DE PLAYA SAN RAMON, B.C., MEXICO**

**LENGTH AND AGE STRUCTURE IN COMMERCIAL CATCH SAMPLES
OF THE PISMO CLAM *Tivela stultorum* (MAWE, 1823),
FROM PLAYA SAN RAMON, B.C., MEXICO**

Ricardo Searcy Bernal¹
Raúl Juárez Romero²

¹ Instituto de Investigaciones Oceanológicas
Universidad Autónoma de Baja California
Apartado Postal 453
Ensenada, Baja California, México

² Secretaría de Marina
Dirección General de Oceanografía Naval
Estación de Investigación Oceanográfica de Ensenada
Vicente Guerrero No. 133-Altos
Fracc. Bahía
Ensenada, Baja California, México

Ciencias Marinas (1991), Vol. 17, No. 2, pp. 71-82.

RESUMEN

Se determinó la edad de la almeja pismo *Tivela stultorum* (Mawe, 1823), mediante la lectura de anillos de crecimiento, en 1,368 organismos de muestras de captura comercial colectadas durante el período comprendido entre julio de 1978 y febrero de 1983. Aproximadamente 25 clases de edad componían la estructura de edad entre los años 1978 y 1980, presentando dos grupos modales de abundancia (mayores y menores de 21 años), lo cual sugiere la existencia de fuertes fluctuaciones naturales en abundancia entre las clases anuales. A lo largo del período de estudio se observó una tendencia general hacia la disminución de la talla (de 12.2 cm en 1978 a 10.9 cm en 1983) y edad promedio (24.9 años en 1978 a 17.9 años en 1983) de la captura, probablemente como resultado de la combinación de factores ambientales adversos y la sobreexplotación pesquera.

ABSTRACT

Age was determined in 1,368 pismo clams (*Tivela stultorum*, Mawe, 1823) by growth ring analysis, in commercial catch samples collected from July 1978 to February 1983. Approximately 25 age classes were present between 1978 and 1980, divided into two modal groups (younger and older than 21 years), suggesting the occurrence of wide fluctuations in abundance. During the study period a general decreasing trend was observed in average length (from 12.2 cm in 1978 to 10.9 cm in 1983) and age (from 24.9 years in 1978 to 17.9 years in 1983), probably as a result of overexploitation.

INTRODUCCION

La almeja pismo *Tivela stultorum* es un bivalvo que habita en las playas de arena de California, EUA, y la costa oeste de Baja California, México. Sus límites de distribución son desde Halfmoon Bay, California, EUA, hasta Isla Socorro, Baja California Sur, México (Fitch, 1950).

La importancia que posee la almeja pismo como recurso es considerable, ya que su carne es muy apreciada para el consumo humano lo cual ocasiona una alta demanda en el mercado. En la Figura 1 se muestra la captura anual de almeja pismo en el estado de Baja California y en particular en playa San Ramón, B.C., donde se observa la importancia de esta playa, principalmente a fines de la década de los setentas.

En varias playas de California, EUA, la explotación irracional de almeja pismo ocasionó que la población de este bivalvo disminuyera a grado tal de colapsar la pesquería y ponerla en peligro de extinción, prohibiéndose su extracción por las leyes de ese país. En el estado de Baja California, el recurso ha tenido una crisis similar, a partir de los inicios de la década de los ochentas (Searcy-Bernal, 1989).

La almeja pismo ha sido objeto de numerosos estudios desde principios de siglo. Weymouth (1923) publicó un reporte detallado acerca de aspectos biológicos y económicos de este recurso que fueron complementados por Herrington (1930). Coe (1947, 1948) realizó estudios sobre aspectos biológicos relacionados a la sexualidad y alimentación del organismo. Fitch (1950) publicó un documento acerca de la ecología, crecimiento y utilización de la almeja pismo en los Estados Unidos. En México, el primer reporte publicado corresponde a Granados-Gallegos (1970).

Entre los años 1978 y 1981, el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), desarrolló un proyecto de investigación multidisciplinario sobre la almeja pismo de playa San Ramón, comprendiendo programas de biología pesquera, acuicultura, bioquímica, contaminación, sedimentología y socioeconomía, entre otros (Sautto y Searcy, 1978). Dentro del programa de biología pesquera del citado proyecto, Searcy-Bernal (1982) realizó un estudio con muestras de la captura comercial que, entre otros aspectos, determinó la estructura mensual por tallas

INTRODUCTION

The pismo clam, *Tivela stultorum*, is a bivalve found on the sandy beaches of California, USA, and the western coast of Baja California, Mexico. Its distribution limits are from Halfmoon Bay, California, USA, to Socorro Island, Baja California Sur, Mexico (Fitch, 1950).

The importance of the pismo clam as a resource is considerable since its meat is very much appreciated for human consumption, thus creating a high demand for it on the market. The annual catch of the pismo clam in the state of Baja California and, in particular, Playa San Ramón, B.C., is shown in Figure 1, where the importance of this beach can be appreciated, especially at the end of the 1970's.

The irrational exploitation of the pismo clam along several beaches of California, USA, caused the population of this bivalve to decrease to such an extent that it was in danger of extinction and the fishery collapsed. Laws were passed in the United States prohibiting its extraction. In Baja California, Mexico, the resource has suffered a similar crisis since the beginning of the 1980's (Searcy-Bernal, 1989).

The pismo clam has been the subject of numerous studies since the beginning of the century. Weymouth (1923) published a detailed report on the biological and economical aspects of this resource, to which Herrington (1930) added further information. Coe (1947, 1948) carried out studies on the biological aspects related to the nutrition and sexuality of the organism. Fitch (1950) published a document regarding the ecology, growth and use of the pismo clam in the United States. In Mexico, the first published report is that of Granados-Gallegos (1970).

Between the years 1978 and 1981, the Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) of the Universidad Autónoma de Baja California (UABC) developed a multidisciplinary research project on the pismo clam of Playa San Ramón, including programs on fisheries biology, aquaculture, biochemistry, pollution, sedimentology and socioeconomy, among others (Sautto and Searcy, 1978). As part of the fisheries biology program of this project, Searcy-Bernal (1982) carried out a study with commercial catch samples that, among other aspects, determined the monthly

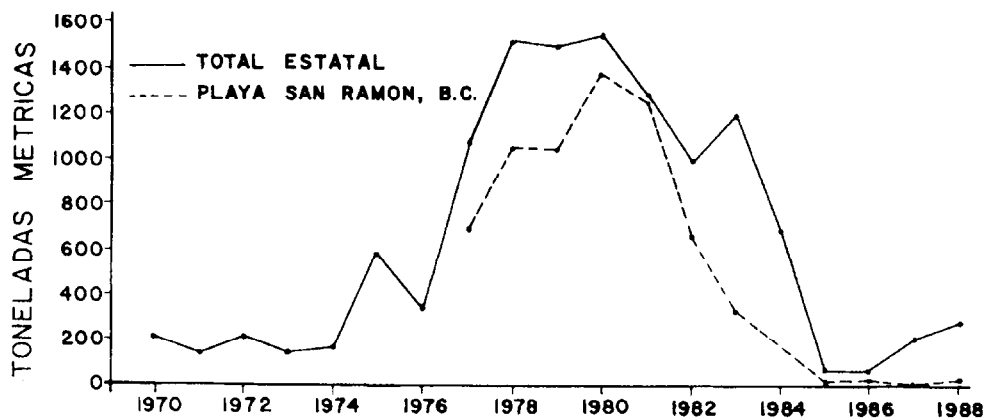


Figura 1. Capturas comerciales de almeja pismo en concha, en el estado de Baja California y playa San Ramón, B.C. (tomado de Searcy-Bernal, 1989).

Figure 1. Commercial catches of the pismo clam in shell, in the state of Baja California and Playa San Ramón, B.C. (taken from Searcy-Bernal, 1989).

durante los años 1978, 1979 y 1980, período en que detectó una disminución significativa.

El objetivo principal del presente trabajo es estudiar la edad de las conchas almacenadas por Searcy-Bernal (1982), mediante la lectura de los anillos de crecimiento, y analizar los cambios en la estructura de este parámetro durante el período de estudio, en relación con la disminución de la longitud promedio.

MATERIALES Y METODOS

Playa San Ramón se encuentra geográficamente situada en la costa occidental de Baja California, entre el poblado de San Quintín y la colonia Vicente Guerrero, a 180 km al sur del puerto de Ensenada, B.C. Es una playa de arena expuesta al oleaje, generalmente de pendiente muy suave, con irregularidades como canales y pozas poco profundas formadas por las corrientes de retorno.

El área de explotación comercial de la almeja pismo se extiende, en algunos lugares, más allá de 200 m desde el límite superior de la marea más baja hasta la zona de rompientes. Generalmente, la explotación ocurre en los bancos de arena situados entre dos canales de retorno, que se encuentran por lo regular en forma perpendicular a la costa.

De las 22 muestras aleatorias obtenidas para el trabajo de Searcy-Bernal (1982) entre

length structure for the years 1978, 1979 and 1980, period in which a significant decrease was detected.

The main objective of the present work is to study the age of the shells stored by Searcy-Bernal (1982) by growth ring analysis, and analyse the changes in the structure of this parameter during the study period in relation to the decrease in average length.

MATERIALS AND METHODS

Playa San Ramón is located on the western coast of Baja California, between San Quintín and Colonia Vicente Guerrero, 180 km to the south of Ensenada, Baja California. It is a sandy beach exposed to wave action and it has a slight slope, with some irregularities such as shallow pools and channels formed by rip currents.

The area of commercial exploitation of the pismo clam extends, in some places, further than 200 m from the higher limit of the lowest tide to the surf zone. Generally, the exploitation occurs on sandy banks situated between two rip channels, usually found perpendicular to the coast.

Of the 22 random samples obtained for the work of Searcy-Bernal (1982) between 1978 and 1980, 15 were chosen for age determination. The sample size varied between

1978 y 1980, se escogieron 15 para determinar la edad; el tamaño fluctuó entre 60 y 127 almejas. Al presente trabajo se agregó una muestra de captura comercial correspondiente al mes de febrero de 1983, colectada de manera similar a la descrita por Searcy-Bernal (1982).

La longitud definida como el eje mayor de las valvas fue medida con una precisión de 0.1 cm; el sexo se determinó mediante la observación microscópica de frotis gonadal (100 X). La estimación de la edad en las conchas de almeja se basó en la enumeración de los anillos de crecimiento, cuya periodicidad anual ha sido anteriormente documentada en esta especie por Weymouth (1923), Hall *et al.* (1974) y Searcy-Bernal *et al.* (1989).

El método para determinar la edad fue descrito por Weymouth (1923) y enriquecido por Fitch (1965). Para el análisis de edad, en todas las muestras se seleccionó una valva de cada almeja. Las valvas fueron seccionadas desde la región del umbo hasta la región marginal de la concha, en forma perpendicular al eje mayor, utilizando una sierra eléctrica con punta de diamante. Los cortes de las conchas fueron posteriormente pulidos con abrasivos de distinto tamaño, desde 120 C hasta 600 G en tamaño de grano. De esta manera los anillos de crecimiento se distinguían mejor.

Una vez establecida la edad de los organismos se decidió agrupar las muestras en períodos semestrales, con el objeto de trabajar con muestras mayores y analizar más detalladamente los cambios ocurridos a través del tiempo de los diferentes grupos de edad, así como de la talla promedio. Los períodos semestrales quedaron definidos de la manera siguiente: período I, de julio a diciembre de 1978; período II, de enero a junio de 1979; período III, de julio a diciembre de 1979; período IV, de enero a junio de 1980.

Una observación preliminar importante fue la gran cantidad de clases de edad dentro de la captura comercial y la presencia de dos grandes modas de abundancia, las cuales se definieron como grupo "A" para aquellos organismos menores de 21 años y grupo "B" para aquellas almejas mayores o iguales a 21 años de edad.

Para definir el tipo de estadística a usar, se procedió a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov para bondad de ajuste a la distribución normal (Sokal y Rohlf, 1969), sobre cada uno de los períodos semestrales

60 and 127 clams. A commercial catch sample corresponding to February 1983 was added to the present work, collected in a similar manner as that described by Searcy-Bernal (1982).

The length, defined as the major axis of the valves, was measured to a precision of 0.1 cm. The sex was determined by microscopic observations of gonadal smears (100 X). The age of the clam shells was determined by counting the growth rings, whose annual periodicity for this species has previously been documented by Weymouth (1923), Hall *et al.* (1974) and Searcy-Bernal *et al.* (1989).

The age determination method was described by Weymouth (1923) and elaborated further by Fitch (1965). For the age analysis, one valve of each clam was chosen from all the samples. The valves were sectioned from the umbo to the margin of the shell, perpendicular to the major axis, using an electric saw with diamond blade. The shell sections were then polished with abrasives of a different size, from 120 C to 600 G grain size, to enhance the visibility of the growth rings.

Once the age of the organisms was established, the samples were grouped into six-month periods, in order to work with larger samples and analyse in greater detail the changes that had occurred in the different age groups as well as the average size. The periods were defined as follows: period I, from July to December 1978; period II, from January to June 1979; period III, from July to December 1979; period IV, from January to June 1980.

An important preliminary observation was the wide range of ages in the commercial catch and the presence of two large abundance modes. The clams younger than 21 years of age were defined as group "A" and those that were 21 years of age and older as group "B".

To define the best type of statistics for this study, the Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit to the normal distribution (Sokal and Rohlf, 1969) was applied on each six-month period for the variables length and age, as well as between age groups. The result of the test in most cases was negative so we decided to use nonparametric statistics.

To detect possible significant differences with regard to sex, a Mann-Whitney test was carried out for each period and per variable. In order to observe if there were significant differences through time in each of the variables, Kruskal-Wallis tests were applied with

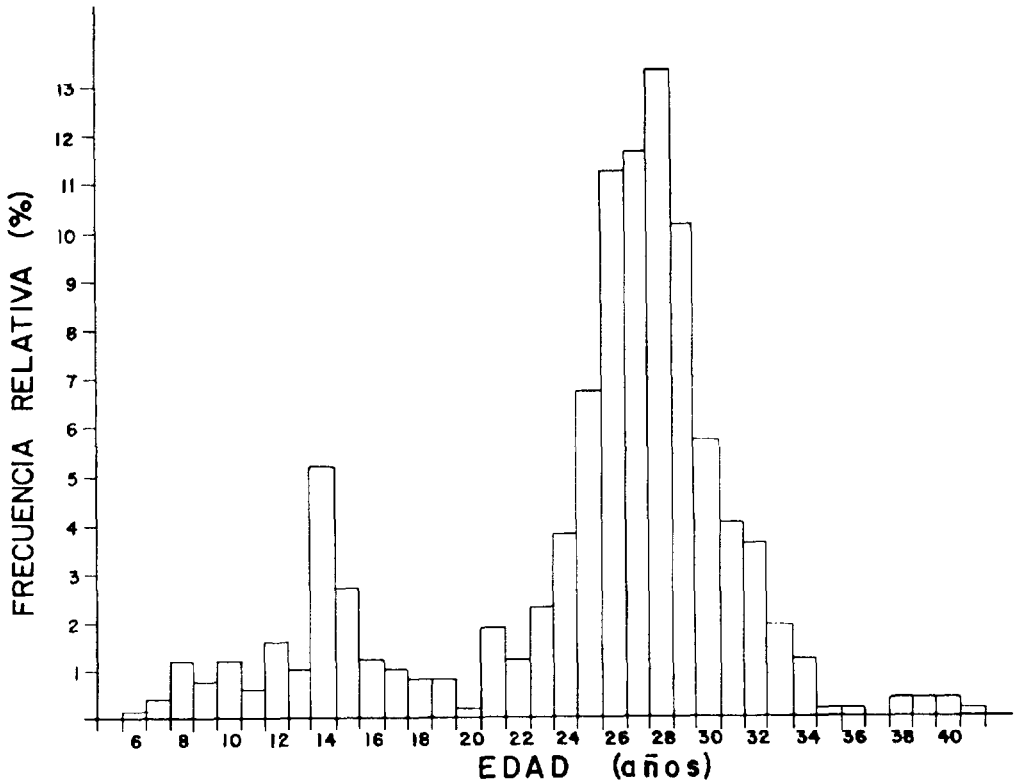


Figura 2a. Frecuencia relativa por clase de edad, en muestras de captura comercial de *Tivela stultorum* recolectada durante el período I (julio a diciembre de 1978), en playa San Ramón, B.C., México.

Figure 2a. Relative frequency per age class in commercial catch samples of *Tivela stultorum* from Playa San Ramón, B.C., Mexico, for period I (July to December, 1978).

para las variables longitud y edad, así como entre los grupos de edad. El resultado de la prueba en la mayoría de los casos en que se aplicó fue negativa, por lo que se decidió usar la estadística no paramétrica.

Para detectar posibles diferencias significativas con respecto al sexo, se realizó una prueba de Mann-Whitney para cada período y por variable. Con el propósito de observar si existieron diferencias significativas a lo largo del tiempo en cada una de las variables, se aplicaron pruebas de Kruskal-Wallis con comparaciones múltiples entre los períodos considerados (Hollander y Wolfe, 1973).

multiple comparisons between the periods considered (Hollander and Wolfe, 1973).

The data were processed on a PRIME 750 computer at the Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE).

RESULTS

The Mann-Whitney test did not reveal significant differences ($P > 0.05$) between sexes, with respect to length and age. It was therefore decided to group both sexes in the subsequent analyses.

El procesamiento estadístico se realizó en una computadora PRIME 750, del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE).

RESULTADOS

La prueba de Mann-Whitney no reveló diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los sexos, respecto a la longitud y la edad, por lo que se decidió agrupar ambos sexos en los análisis posteriores.

En la Figura 2(a-c) se presenta la estructura por edad en los distintos períodos considerados. Nótese el amplio intervalo de edades en la captura comercial, así como la presencia de dos modas o grupos de edad de mayor abundancia y una gran escasez de almejas de edad intermedia entre estas dos modas. La almeja más joven tenía 5 y la más vieja 43 años de edad al momento de su captura.

En las capturas comerciales correspondientes al segundo semestre de 1978 (período I, Fig. 2a), es notoria la predominancia de los organismos del grupo B, los cuales constituyeron aproximadamente el 78% de la captura comercial, mientras que los organismos menores de 21 años (grupo A), apenas acumularon el 22% de la captura total.

Para el primer semestre de 1979 (período II), la estructura de edad aumentó en la frecuencia relativa del grupo A hasta un 31% (Fig. 2b). Esta tendencia al aumento de almejas más jóvenes dentro de la captura se continuó observando durante el período III, alcanzando el grupo A un aporte dentro de la captura de un 42% (Fig. 2c). Para el primer semestre de 1980 (período IV), la proporción de organismos entre los dos grupos de edad se mantuvo similar al período anterior, disminuyendo ligeramente el porcentaje del grupo A del 42% al 40% (Fig. 2d).

En la estructura por edades de febrero de 1983 (Fig. 2e), más del 70% de la almeja capturada no excedió los 21 años de edad y la moda de organismos del grupo B se encuentra más recorrida hacia la derecha, debido a que estas clases de gran abundancia cuentan con tres a cinco años más de edad que en el período 1978-1980 donde predominaban.

En la Tabla 1 se presentan los promedios de longitud y edad en los distintos períodos considerados, así como los valores del estadígrafo H de la prueba de Kruskal-

The age structure for the different periods considered is shown in Figure 2(a-e). Note the wide range of ages in the commercial catch, as well as the presence of two abundant modes or age groups and a lack of clams of intermediate age between these two modes. The youngest clam was 5 years of age and the oldest 43 at the time of capture.

The organisms from group B clearly predominated in the commercial catches corresponding to the second semester of 1978 (period I, Fig. 2a). They constituted approximately 78% of the commercial catch, whereas the organisms younger than 21 years (group A) barely made up 22% of the total catch.

For the first semester of 1979 (period II), the group A age structure increased in relative frequency to 31% (Fig. 2b). This increasing trend for the younger clams in the catch was also observed during period III, in which the organisms of group A constituted 42% of the catch (Fig. 2c). For the first semester of 1980 (period IV), the proportion of organisms among the two age groups remained similar to the previous period, with the percentage of group A slightly decreasing from 42% to 40% (Fig. 2d).

In the February 1983 age structure (Fig. 2e), more than 70% of the clams did not exceed 21 years of age and the mode of group B shifted to the right, since these very abundant classes were three to five years older than during the 1978-1980 period when they predominated.

The mean values of length and age for the different periods considered as well as the values of statistic H of the Kruskal-Wallis test and its respective significance between the periods are shown in Table 1. After multiple comparisons, period IV was found to have significantly smaller sizes than all the others, with a general decreasing trend. Regarding age, period I was significantly different than the others showing an older age average; a decreasing trend was also noted.

DISCUSSION

A relevant characteristic of the age structure of the commercial catch of the pismo clam from Playa San Ramón is the large number of annual classes of which it is composed. The age structure throughout the study period was characterized by the presence of two abundant modes or groups and by

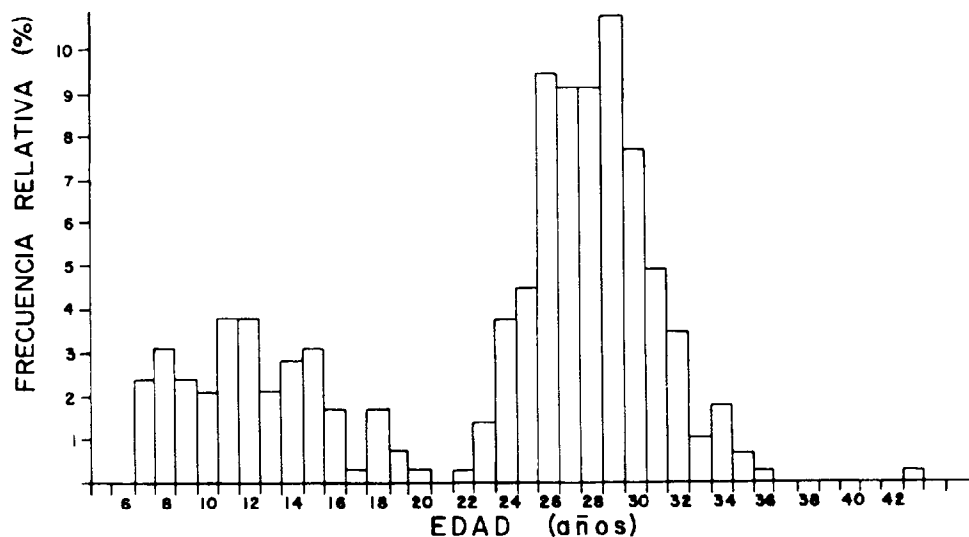


Figura 2b. Frecuencia relativa por clase de edad, en muestras de captura comercial de *Tivela stultorum* recolectada durante el período II (enero a junio de 1979), en playa San Ramón, B.C., México.

Figure 2b. Relative frequency per age class in commercial catch samples of *Tivela stultorum* from Playa San Ramón, B.C., Mexico, for period II (January to June, 1979).

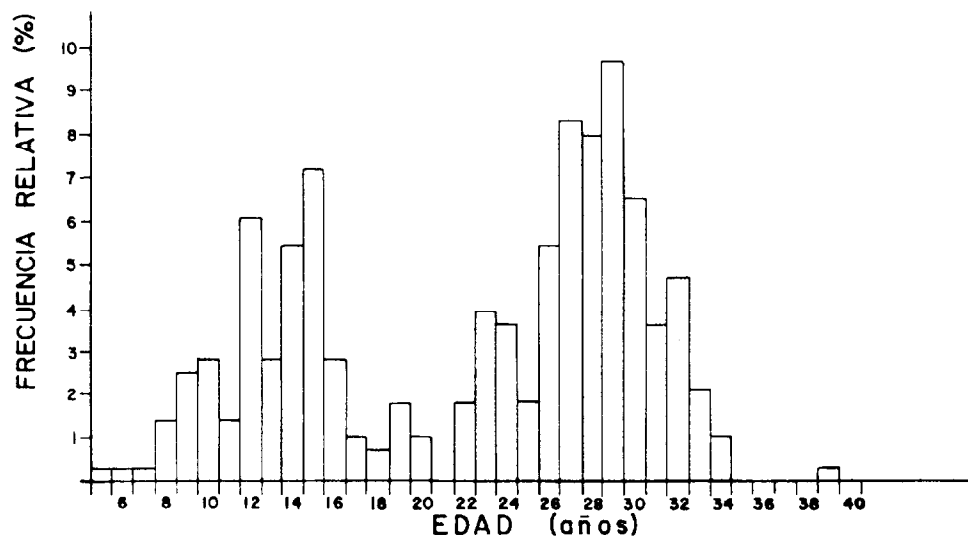


Figura 2c. Frecuencia relativa por clase de edad, en muestras de captura comercial de *Tivela stultorum* recolectada durante el período III (julio a diciembre de 1979), en Playa San Ramón, B.C., México.

Figure 2c. Relative frequency per age class in commercial catch samples of *Tivela stultorum* from Playa San Ramón, B.C., Mexico, for period III (July to December, 1979).

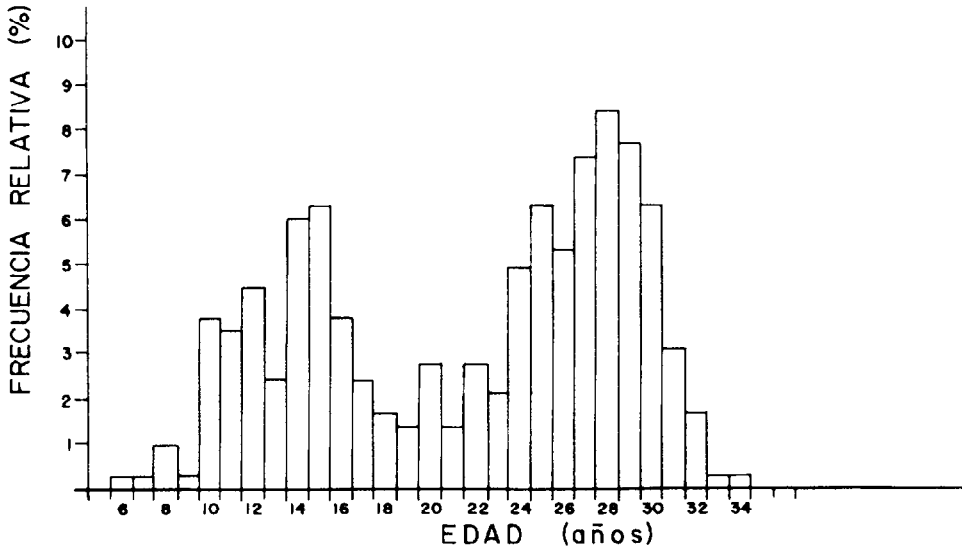


Figura 2d. Frecuencia relativa por clase de edad, en muestras de captura comercial de *Tivela stultorum* recolectada durante el período IV (enero a junio de 1980), en playa San Ramón, B.C., México.

Figure 2d. Relative frequency per age class in commercial catch samples of *Tivela stultorum* from Playa San Ramón, B.C., Mexico, for period IV (January to June, 1980).

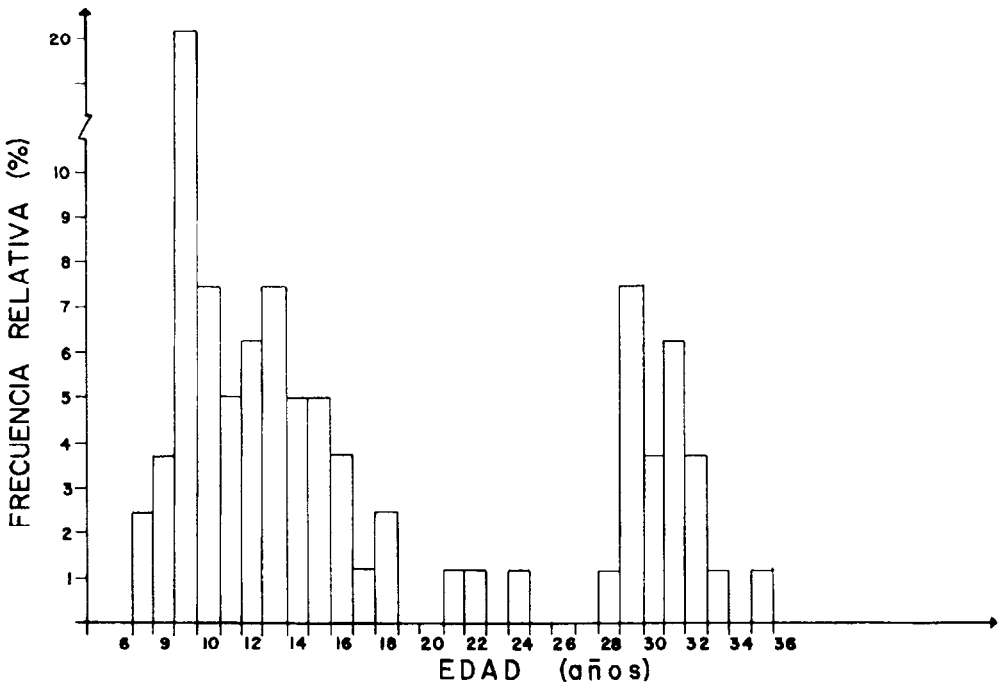


Figura 2e. Frecuencia relativa por clase de edad, en muestras de captura comercial de *Tivela stultorum* recolectada durante el mes de febrero de 1983, en playa San Ramón, B.C., México.

Figure 2e. Relative frequency per age class in commercial catch samples of *Tivela stultorum* from Playa San Ramón, B.C., Mexico, for February 1983.

Tabla 1. Promedios, número de observaciones (N) y desviación estándar (S) para longitud (L) y edad (E), de almeja pismo comercial, en cada período de estudio, así como los valores de la probabilidad (P) asociada a la prueba de Kruskal-Wallis realizada entre períodos por variable.

Table 1. Averages, number of observations (N) and standard deviation (S) for length (L) and age (E) of the commercial pismo clam for each study period. The values of the probability (P) associated to the Kruskal-Wallis test carried out between periods per variable are also given.

Período	Variable				
	(N)	L (cm)	(S)	E (años)	(S)
I	457	12.21	0.928	24.88	6.60
II	278	12.13	0.941	23.24	8.05
III	272	12.13	0.913	22.27	7.87
IV	281	11.92	0.993	21.68	7.09
P		0.007959		0.002291	

Wallis y su significancia respectiva entre los períodos. Las comparaciones múltiples detectaron que en las tallas, el período IV fue significativamente menor que todos los demás con una tendencia general hacia la disminución. En lo que a edad se refiere, el período I se distinguió en forma significativa de los demás por su mayor edad promedio, notándose nuevamente una tendencia hacia la disminución.

DISCUSION

Una característica relevante de la estructura de edad de la captura comercial de almeja pismo de playa San Ramón, es el gran número de clases anuales de que está compuesta. La estructura de edad a lo largo del período de estudio, se caracterizó por la presencia de dos modas o grupos principales de abundancia, así como de un grupo intermedio entre estas modas de poca abundancia, el cual sugiere un período aproximado de ocho años continuos de escaso reclutamiento.

La existencia de fluctuaciones naturales en abundancia en la almeja pismo fue reportada primeramente por Weymouth (1923) en Pismo Beach, California. Atribuyó su ocurrencia a sucesos de mortalidad larval muy elevada en años con severos disturbios naturales. Sin embargo, es posible que en un momento dado, la densidad de adultos limite en forma significativa el asentamiento y sobrevivencia de larvas, ya que la gran longevidad que posee, así como la alta tasa de filtración de los

an intermediate group of low abundance between these two modes. This suggests a period of approximately eight continuous years of little recruitment.

The existence of natural fluctuations in abundance for the pismo clam was first reported by Weymouth (1923) in Pismo Beach, California. This author attributed this to very high larval mortality in years with severe natural disturbances. However, it is possible that at a given moment, the density of adults significantly limits the settling and survival of larvae, since the longevity as well as the high rate of filtration of the adults could lead the species to a condition of intraspecific competition by filtering its own larvae (Woodin, 1976). Alternatively, the larvae that manage to settle do not survive as they are not able to compete for food with the same efficiency as the adults. Fitch (1965), in a study carried out in a dense sublittoral bank on Zuma Beach, California, found that out of 200 clams collected, only one was younger than 13 years of age, six were younger than 16 and only five clams measured less than 11.5 cm.

From the high abundance that is observed of age classes 24 to 31 (Fig. 2a, b, c, d) and assuming that density influences the number of organisms recruited to an area, then it could be expected that, prior to 1947, a high mortality of adults occurred either due to fishing or natural causes. Aplin (1946) reported that during 1945, 3,035,000 kg of

adultos podría llevar a la especie a una condición de competencia intraespecífica, al filtrar sus propias larvas (Woodin, 1976), o bien, con el resultado de que las larvas que logran asentarse no sobrevivan al no poder competir por el alimento con la misma eficiencia que los organismos adultos. Fitch (1965), en un estudio realizado en un denso banco sublitoral en Zuma Beach, California, encontró que de 200 almejas colectadas, solamente una fue menor de 13 años de edad, seis fueron menores de 16 y solamente cinco almejas midieron menos de 11.5 cm de longitud.

Si se considera la gran abundancia que se observa, a partir de la clase de edad 24 hasta la clase de edad 31 (Fig. 2a, b, c, d), y si se acepta que la densidad es un argumento válido que influye la densidad de los organismos que se reclutan al área, entonces cabría esperar que anteriormente al año 1947, haya ocurrido una gran mortalidad de adultos ya sea por pesca o por causa natural. Aplin (1946) reporta que durante 1945 se extrajeron del área de San Quintín, B.C., 3,035,000 kg de carne de almeja pismo, la cual fue exportada a los Estados Unidos. Según cálculos de Searcy-Bernal (1982), esta cifra representa aproximadamente 30 millones de almeja de tamaño comercial. Seguramente un porcentaje elevado de almeja fue extraída de esta playa, ya que por muchos años fue la que registró las mayores capturas de la región. De esta manera, al quedar la playa relativamente libre de organismos adultos, podrían haberse asentado con éxito las siguientes clases anuales, hasta alcanzar nuevamente un equilibrio poblacional relativo.

Otra observación importante respecto a las fluctuaciones anuales en abundancia, es la coincidencia que hubo entre el período de escaso reclutamiento y la ocurrencia en el mismo período del fenómeno denominado "El Niño", el cual repercute en temperaturas más altas de lo normal y producción orgánica primaria y secundaria menores (Chelton *et al.*, 1982). Philander (1983) muestra que este fenómeno sucedió con mayor intensidad de lo normal entre 1956 y 1960, llegando su efecto hasta California, EUA, coincidiendo exactamente con las clases anuales de poca abundancia. Sin embargo, las evidencias más claras respecto de las fluctuaciones en abundancia que se presentan aquí, es que probablemente exista un efecto combinado de aspectos ambientales y factores denso-dependientes de la

pismo clam meat were extracted from the San Quintín area, B.C., and exported to the United States. According to Searcy-Bernal's (1982) calculations, this figure represents approximately 30 million clams of commercial size. A high percentage of clams was probably extracted from this beach, since for many years the highest catches of the region were recorded in this area. Consequently, as the beach was left relatively free of adults, it was possible for the next annual classes to settle successfully, until a relative population equilibrium was again reached.

Another important observation with respect to the annual fluctuations in abundance, is that the period of scant recruitment coincided with the occurrence of the "El Niño" phenomenon, which causes higher than normal temperatures and lower primary and secondary organic production (Chelton *et al.*, 1982). Philander (1983) showed that this phenomenon occurred with greater than normal intensity between 1956 and 1960. Its effects reached California, USA, and exactly coincided with the annual classes of low abundance. However, the clearest evidence of the fluctuations in abundance presented herein, is that there is probably a combined effect of environmental aspects and denso-dependent factors of the species. If this is valid, then the fishery factor would play a very important role in the abundance of adults on the beach and the recruitment of the clam to the area. If the resource is overexploited during the years in which adverse environmental factors occur, there is the danger that the beach will be left without important quantities of adults and juveniles for several years, delaying its recuperation longer than normal.

Searcy-Bernal (1982) interpreted the decrease in the average commercial length as a sign of overexploitation. In Table 1, it can be seen that the age decreased even more dramatically than the length. This can be explained by the normal process of fishery selection towards larger sizes, combined with the scant recruitment of the clam of commercial size of the younger age classes, due to the existence of wide fluctuations in the relative abundance observed between the different cohorts of which the commercial catch is composed.

The evidence indicates that there is a combined effect of the fishery factor and adverse environmental events that cause

especie. Si esto es válido, entonces el factor pesca desempeñaría un papel sumamente importante en la abundancia de los adultos sobre la playa y el reclutamiento de almeja al área, ya que si se sobreexplota el recurso hacia los años en que factores ambientales adversos hacen su aparición, se corre el peligro de que la playa quede sin cantidades importantes de adultos y juveniles durante varios años, demorando su recuperación más tiempo de lo normal.

Searcy-Bernal (1982) interpretó la disminución de la longitud promedio comercial como una señal de sobreexplotación. En la Tabla 1 se puede ver que la edad disminuyó aún más dramáticamente que la longitud, lo cual se puede explicar por el proceso normal de selección pesquera hacia tallas mayores, combinado con el escaso reclutamiento de almeja de tamaño comercial aportado por las clases de edad más jóvenes, producto de la existencia de amplias fluctuaciones en la abundancia relativa observada entre las diferentes cohortes de que se compone la captura comercial.

La evidencia señala que existe un efecto combinado del factor pesca y sucesos ambientales adversos que provocan fuertes fluctuaciones en la abundancia del reclutamiento a través de los años, lo cual provoca que en un momento dado, el ritmo de extracción pesquera exceda la capacidad de reproducción del recurso, ocasionando el eminente colapso de la pesquería.

LITERATURA CITADA

- Aplin, J.A. (1946). Pismo clam of San Quintín, lower California. Cal. Fish and Game, 32(1): 31-32.
- Coe, W.R. (1947). Nutrition, growth and sexuality of pismo clam *Tivela stultorum*. J. Exp. Zool., 104: 1-24.
- Coe, W.R. (1948). Nutrition, environmental conditions, and growth of marine bivalve mollusks. J. Mar. Res., 7: 586-601.
- Chelton, D.B., Bernal, P.A. and McGowan, J.A. (1982). Large-scale interannual physical and biological interaction in the California Current. J. Mar. Res., 40: 1905-1125.
- Fitch, J.E. (1950). The pismo clam. Cal. Fish and Game, 36(3): 285-312.
- Fitch, J.E. (1965). A relatively unexploited population of pismo clam, *Tivela stultorum* (Mawe, 1823) (Veneridae). Proc. Malac. Soc. Lond., 36: 309-312.
- Granados Gallegos, J.L. (1970). Estructura de la población de almeja pismo (*Tivela stultorum*, Mawe 1823) en San Quintín, B.C. Tesis profesional, Escuela Superior de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C., México.
- Hall, C.A., Wayne, A.D. and Charles, F.C. (1974). Shell growth in *Tivela stultorum* (Mawe, 1823) and *Callista chione* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia): annual periodicity, latitudinal differences and diminution with age. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology, 15: 33-61.
- Herrington, W.C. (1930). The pismo clam. Further studies of life history and depletion. Calif. Fish and Game, Fish Bull., 18: 1-67.
- Hollander, M. and Wolfe, D.A. (1973). Non-parametric statistics methods. John Wiley & Sons, New York, London, Sidney, Toronto, 497 pp.
- Philander, S.G.H. (1983). El Niño Southern Oscillation Phenomenon. Nature, 302: 17-19.
- Sautto y Searcy, R. (1978). Bivalvos de Baja California: Estudios de la almeja pismo (*Tivela stultorum*, Mawe, 1823): Presentación de un proyecto. En: Memorias del II Congreso Nacional de Zoología, UNAL-SOMEXZOO, Monterrey, N.L., México, pp. 95-104.
- Searcy-Bernal, R. (1982). Evaluación preliminar sobre la pesquería de la almeja pismo *Tivela stultorum* (Mawe, 1823), en playa San Ramón, B.C., México. Tesis profesional, Escuela Superior de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C., México, 71 pp.

English translation by Christine Harris.

- Searcy-Bernal, R. (1989). Dinámica de una población explotada de la almeja pismo (*Tivela stultorum*). En: J. de la Rosa-Vélez y F. González-Farías (eds.), Temas de Oceanografía Biológica en México, UABC, Mexicali, B.C., México, pp. 193-226.
- Searcy-Bernal, R., Lugo-Yuriar, F.J. y Beltrán-Herrera, C. (1989). Periodicidad de depositación de anillos internos de crecimiento en la almeja pismo (*Tivela stultorum*) de playa San Ramón, B.C., México. *Ciencias Marinas*, 15(3): 45-56.
- Sokal, R.R. and Rohlf, F.J. (1969). *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. W.H. Freeman, San Francisco, 776 pp.
- Weymouth, F.W. (1923). The life history and growth of the pismo clam (*Tivela stultorum*, Mawe, 1823). *Calif. Fish and Game, Fish Bull.*, 7-120.
- Woodin, S.A. (1976). Adult-larval interactions in dense infaunal assemblages: patterns of abundance. *J. Mar. Res.*, 34: 25-34.