

**ESTUDIOS POBLACIONALES SOBRE LA ALMEJA
PISMO *Tivela stultorum* EN UNA PLAYA DE
BAJA CALIFORNIA, MEXICO**

**POPULATION STUDIES OF THE PISMO CLAM
Tivela stultorum IN A BEACH OF
BAJA CALIFORNIA, MEXICO**

Ricardo Searcy Bernal
Augusto Saavedra Rosas

Instituto de Investigaciones Oceanológicas
Universidad Autónoma de Baja California
Apdo. Postal 453
Ensenada, BC

Searcy-Bernal Ricardo y Saavedra Rosas, A. Estudios poblacionales sobre la almeja pismo *Tivela stultorum* en una playa de Baja California, México. Population Studies of the Pismo Clam *Tivela stultorum* in a Beach of Baja California, Mexico. Ciencias Marinas 14(2): 1-14,1988.

RESUMEN

Se realizaron muestreos en la zona intermareal de Playa San Ramón, BC, de julio de 1979 a febrero de 1981, para estudiar la composición por longitudes, densidad poblacional, crecimiento de juveniles y época de reclutamiento.

Los juveniles de la clase 1979 aparecieron de julio a enero con un máximo en agosto y su crecimiento anual promedio fue de 32.5mm (2.6mm por mes). La clase 1980 empezó a aparecer en las muestras en julio, con un crecimiento mensual promedio de 2.4mm. Esta última clase anual fue más abundante que la anterior (3.7 contra 2.4 organismos/m²). Las fluctuaciones anuales en el éxito del reclutamiento podría explicar la estructura bimodal observada en la composición por longitudes.

ABSTRACT

Samples from the intertidal zone of Playa San Ramón, BC, were taken from July 1979 to February, 1981, in order to study the length composition, population density, growth of juveniles and recruitment season.

Juveniles of the 1979 year class appeared from July to January, with a peak in August, and their average annual growth was 32.5mm (2.6mm per month). The year class of 1980 first appeared in July samples, and an average growth of 2.4mm per month was estimated. This year class was more abundant than the preceding (3.7 versus 2.4 organisms/m²). The annual fluctuations in the recruitment success could explain the bimodal length structure observed .

INTRODUCCION

La almeja pismo *Tivela stultorum* (Mawe, 1823) es un bivalvo muy apreciado en Baja California que ocupó, por lo menos hasta

INTRODUCTION

The pismo clam *Tivela stultorum* (Mawe, 1823) is a very valuable bivalve in Baja California, that stood, at least until the

principios de la década de los 80's, uno de los primeros lugares en volumen de producción (Saavedra-Rosas, 1983).

Esta especie se distribuye únicamente en la costa occidental americana comprendida entre Halfmoon Bay, California, EUA e Isla Socorro, México. Habita en playas arenosas con una alta exposición al oleaje, desde la zona intermareal hasta profundidades someras en el sublitoral (Fitch, 1950).

Dentro de los primeros estudios sobre esta especie en California, destacan los de Weymouth (1923) y Herrington (1930), que versan principalmente sobre aspectos morfológicos, reproductivos y biológico-pesqueros. Posteriormente se publicaron trabajos que complementaron la información biológica acerca de la especie, con aportaciones sobre nutrición y otros aspectos fisiológicos (Coe, 1947; Coe y Fitch, 1950). Un resumen de estos estudios es presentado por Fitch (1950).

Dentro de las investigaciones más recientes publicadas en Estados Unidos se pueden citar a Tomlinson (1968), que aplicó modelos de rendimiento por recluta a esta pesquería, y a Nybakken y Stephenson (1975), que estudiaron aspectos sobre depredación, crecimiento, reproducción y distribución espacial de la especie en Monterey, California.

En México, Granados (1970) estudió la estructura poblacional de algunas Playas de la región de San Quintín, Baja California.

Entre 1978 y 1981, el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California, realizó un estudio multidisciplinario sobre este recurso en Playa San Ramón, región de San Quintín, BC, que se caracterizó tradicionalmente por ser la más reproductiva de la Península de Baja California (Searcy, 1982). Los trabajos incluyeron aspectos biológico-pesqueros, ecológicos, histológicos, plantonológicos y bioquímicos, entre otros (Sautto y Searcy, 1978).

En esta aportación se estudian diversos aspectos poblacionales sobre la especie en Playa San Ramón, BC, como son la composi-

beginning of the eighties, in one of the first places in the production volume (Saavedra-Rosas, (1983).

The species is distributed only on the american western coast between Halfmoon Bay, California, USA and Isla Socorro, Mexico. It lives in sandy beaches highly exposed to waves, from the intertidal zone to shallow waters in the sublittoral (Fitch, 1950).

Among the first studies on this species in California, the most important are those of Weymouth (1923) and Herrington (1930), that deal mainly with morphology, reproduction and fishery biology. Later on, papers complementing the biological information on the species with contribution relating to nutrition and other physiological aspects were published (Coe, 1947; Coe and Fitch, 1950). Fitch (1950) presented a summary of these studies.

Among the investigations recently published in the United States, Tomlinson (1968) applied yield per recruit models to this fishery and Nybakken and Stephenson (1975) studied aspects of predation, growth, reproduction and spacial distribution of the species in Monterey, California.

In Mexico, Granados (1970) is studying the population structure of some beaches in the San Quintín area, in Baja California.

Between 1978 and 1981, the Instituto de Investigaciones Oceanológicas of the Universidad Autónoma de Baja California carried out a multidisciplinary study of this resource in Playa San Ramón, San Quintín area, BC. It proved to be traditionally one of the most productive in the Baja California peninsula (Searcy, 1982). These studies included fishery - biology, ecological, histological, planktonological and biochemical aspects, among others (Sautto and Searcy, 1978).

In this contribution, several population aspects of the species are studied in Playa San Ramón, BC, such as composition by length, density and juvenile growth of two annual classes as well as the recruitment time in the area.

ción por longitudes, densidad y crecimiento de juveniles de dos clases anuales, así como la época de reclutamiento al área.

MATERIALES Y METODOS

La zona de estudio es una playa arenosa localizada a unos 180km al sur de Ensenada, BC, tiene una longitud aproximada de 16km y se encuentra totalmente desprotegida del oleaje durante todo el año.

A lo largo de la playa se establecieron tres áreas de estudio: una en la parte central y, tomando ésta como referencia, otra a 3km al norte y la tercera a 4km al sur. Cada área quedó señalada por dos mojeneras separadas unos 500m entre sí, instaladas sobre las dunas y que se utilizaron para ubicar los muestreos.

Entre julio de 1979 y febrero de 1981, se efectuaron 14 salidas de campo durante las cuales se realizaron 35 muestreos. Generalmente en cada salida se tomaron muestras en dos o tres de las áreas establecidas; pero para efectos del presente trabajo se agruparon los datos de éstas sobre una base mensual.

En cada muestreo, se ubicó un área de 8 x 30m con el eje mayor perpendicular a la línea de playa, en la zona adyacente al nivel del agua durante las mareas más bajas de cada mes. De esta área (240m²) se seleccionaron aleatoriamente 24 cuadrantes de 1m² (unidades de muestreo) que fueron delimitados con marcos metálicos, en los cuales se colectó la arena superficial (5-6cm) con una pala y se cernió a través de un tamiz con luz de 4mm para retener almejas pequeñas. Después de esta operación, se buscaron almejas de longitud mayor con una horquilla similar a las comerciales.

Las almejas colectadas fueron medidas a lo largo de su eje mayor con precisión de 1.0mm, cuando su longitud era mayor de 60mm, y de 0.1mm en el caso de tallas menores.

El crecimiento se estimó siguiendo progresivamente el promedio de longitud de los grupos de talla asignados a las clases anuales 1979 y 1980. Los límites de cada grupo modal fueron determinados visualmente, sin recurrir

MATERIAL AND METHODS

The studied zone is a sandy beach approximately 180km south of Ensenada, BC. It measures some 16km in length and is totally unprotected from the waves all year long.

Three study zones were established along the beach: one in the middle and, considering it as reference, one 3Km North and one 4Km South. Each area was physically determined by two landmarks, some 500m apart, set up on dunes, and used to locate the samplings.

We went out on field fourteen times and made 35 samplings between July 1979 and February 1981. Normally two or three samplings were carried out each time on each established area; but for the purpose of this paper, the data were grouped on a monthly basis.

In each sampling, an area of 8 x 30m with the longer axis perpendicular to the beach line was determined in the zone adjacent to the water level during the lowest tides of each month. From this area (240m²), 24 quadrants of 1m² (sampling units) were selected and delimited with a metallic frame. The surface sand (5-6cm) in it was collected with a shovel and was passed through a 4mm mesh sieve to retain small clams. After this operation, longer clams were looked for with a fork similar to the commercial ones.

The collected clams were measured along its longer axis with a 1.0mm precision when it was longer than 60mm and 0.1mm precision for smaller sizes.

The growth was estimated by following progressively the average length of the size groups assigned to the annual classes 1979 and 1980. The limits of each modal group were visually determined, without using any analytical method, since, at least during this period, it seems that no overlapping occurred between those groups, and the juvenile abundance of the previous annual classes (1977 and 1978) was practically null at the beginning of the study.

a método analítico alguno, ya que al menos durante este período, no parece haber existido traslape entre estos grupos, y la abundancia de juveniles de las clases anuales anteriores (1977 y 1978) era prácticamente nula al inicio de este estudio.

Para determinar la época de reclutamiento al área, se calcularon las densidades promedio de los organismos menores de 10mm, colectados durante cada fecha de muestreo a lo largo del período de estudio. Dado que en algunos casos los muestreos se espaciaron por dos meses y ante la posibilidad de que durante ese período se pudieran reclutar almejas menores de 4mm (luz del cernidor) y sobrepasar la talla de 10mm, se consideró conveniente incluir también en este análisis a los juveniles menores de 20mm, para hacer inferencias más adecuadas.

RESULTADOS

El número de muestras correspondiente a las áreas norte, centro y sur fue de 12, 9 y 14 con 270, 211 y 335 unidades de muestreo respectivamente.

La densidad poblacional promedio a lo largo del período de estudio fue de 1.97 almejas/m² con un rango de 0.70 a 4.36. De este promedio global, sólo un 16% (0.31/m²) correspondió a organismos de talla comercial (>110mm).

Las Figuras 1 y 2 representan la composición por longitudes en algunos meses seleccionados, con el propósito de ilustrar su variación temporal. Es interesante notar la escasez de organismos de longitudes intermedias al principio del período de estudio, así como la aparición de dos clases anuales en los histogramas correspondientes a agosto de 1979 y 1980.

Las Tablas I y II resumen la información utilizada para seguir el crecimiento de los juveniles de las clases anuales 1979 y 1980 respectivamente, misma que se presenta gráficamente en la Figura 3.

El incremento anual promedio de la clase 1979, estimado con base en las diferencias de agosto de 1979 a agosto de 1980, fue de

To determine the recruitment period to the area, the average densities of the organisms smaller than 10mm, collected during each sampling date were calculated throughout the study. Since in some cases the sampling took place every two months and since it was possible to recruit clams smaller than 4mm (mesh) and larger than 10mm during this period, it was considered convenient to also include in this analysis juveniles smaller than 20mm to make more adequate inferences.

RESULTS

The number of samplings corresponding to the northern, central and southern areas was 12, 9 and 14 with 270, 211 and 335 sampling units, respectively.

The average population density during the study period was 1.97 clams/m² with an interval from 0.70 to 4.36. Of this global average, only 16% (0.31/m²) corresponded to commercial size animals (larger than 110).

Figures 1 and 2 represent the composition per length in some selected months to illustrate their seasonal variation. Note the lack of organisms of intermediate length at the beginning of the study period, as well as the appearance of two annual classes in the histograms corresponding to August 1979 and 1980.

Tables I and II summarize the information used to follow the growth of the juveniles of annual classes 1979 and 1980 respectively. This information is also plotted in Figure 3.

The average annual increase of class 1979, estimated on the basis of the differences from August 1979 to August 1980, was 32.5 (monthly average of 2.6mm). For class 1980, the mean increase per month was 2.4mm from August 1980 to February 1981 which, extrapolated to one year, would represent a 28.8mm growth.

The density behavior of juveniles smaller than 10 and 20mm is shown on Figure 4. The difference between both curves corresponds to organisms with lengths between 10 and 20mm.

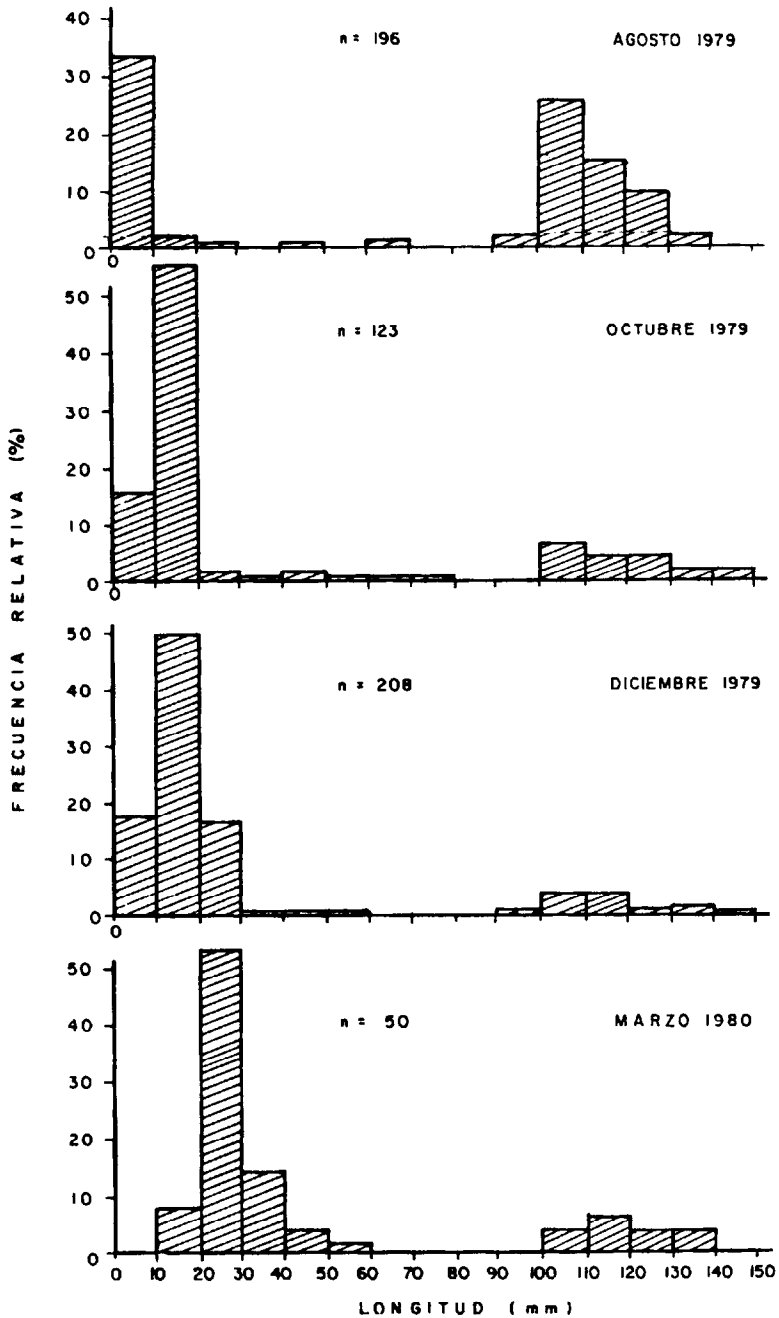


Figura 1. Composición por longitudes de las muestras de almeja pismo en agosto, octubre y diciembre de 1979 y marzo de 1980.

Figure 1. Composition by longitude of the pismo clam samples in August, October and December, 1979 and March, 1980.

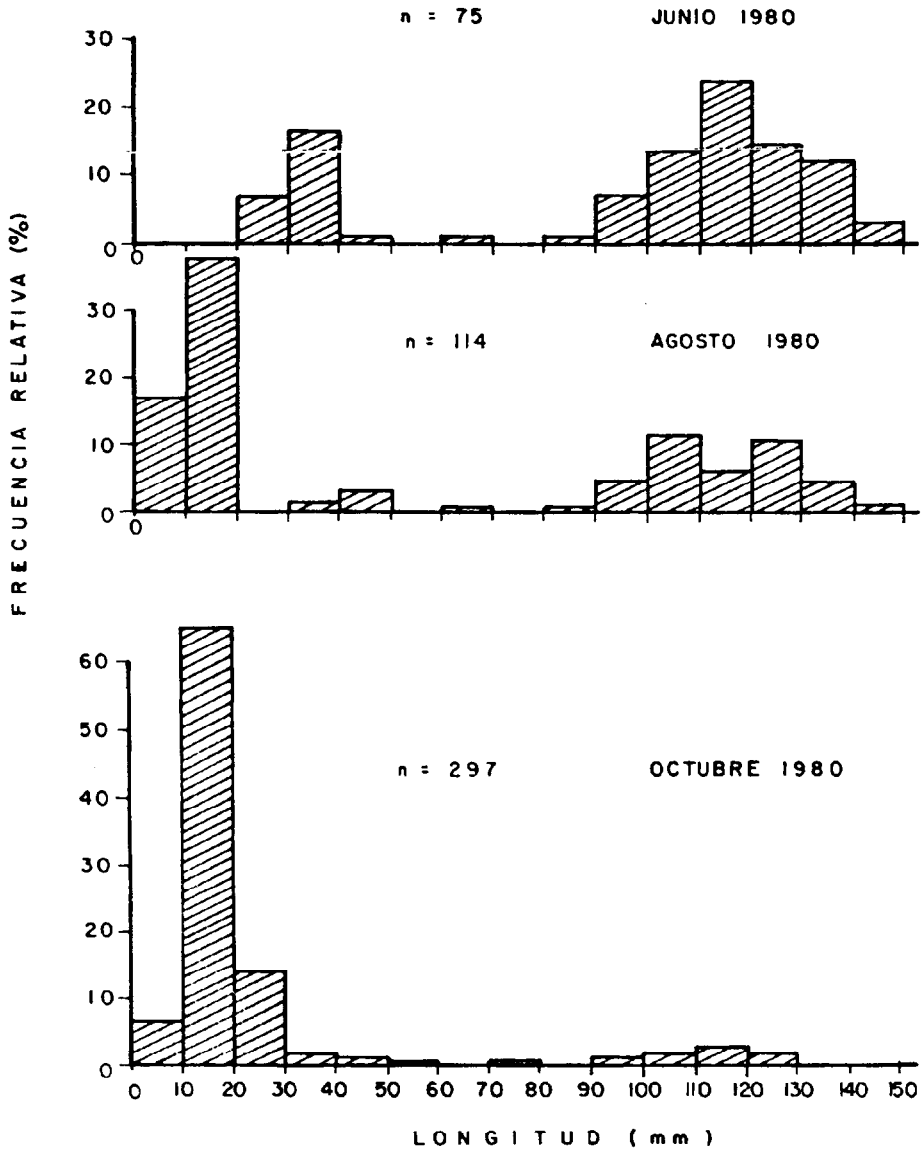


Figura 2. Composición por longitudes de las muestras de almeja pismo en junio, agosto y octubre de 1980.
Figure 2. Composition by longitude of the pismo clam samples in June, August and October, 1980.

Tabla I. Densidad (n/m^2), longitud (\bar{l}) y desviación estándar de la longitud (S_L) de los juveniles de *T. stultorum* de la clase anual 1979.

Table I. Density (n/m^2), longitude (\bar{l}) and longitude standard deviation (S_L) of the *T. stultorum* juveniles of the 1979 annual class.

Fecha	n	n/m^2	\bar{l} (mm)	S_L
Julio 1979	25	0.347	9.3	2.5
Agosto 1979	72	1.500	7.1	3.0
Septiembre 1979	45	0.714	7.4	3.3
Octubre 1979	93	1.310	13.5	3.4
Noviembre 1979	69	0.986	12.9	4.0
Diciembre 1979	173	2.403	15.1	5.1
Enero 1980	111	2.313	16.8	3.9
Marzo 1980	38	0.792	28.3	5.7
Abril 1980	2	0.043	29.2	6.2
Junio 1980	17	0.354	33.7	4.8
Julio 1980	7	0.167	36.3	4.2
Agosto 1980	5	0.070	39.6	4.2
Octubre 1980	11	0.162	44.2	6.6
Febrero 1981	4	0.083	62.5	7.0

Tabla II. Densidad (n/m^2), longitud promedio (\bar{l}) y desviación estándar de la longitud (S_L) de los juveniles de *T. stultorum* de la clase anual 1980.

Table II. Density (n/m^2), longitude mean value (\bar{l}) and longitude standard deviation (S_L) of the *T. stultorum* juveniles of the 1980 annual class.

Fecha	n	n/m^2	\bar{l}	S_L
Julio 1980	2	0.048	10.6	5.4
Agosto 1980	64	0.901	12.0	3.0
Octubre 1980	252	3.706	15.9	4.4
Febrero 1981	67	1.396	24.8	4.5

32.5mm (promedio mensual de 2.6mm). Para la clase 1980, el incremento medio por mes fue de 2.4mm, de agosto de 1980 a febrero de 1981, lo cual extrapolado a una año representaría un crecimiento de 28.8mm.

El comportamiento de la densidad de juveniles menores de 10 y 20mm se señala en la Figura 4. La diferencia entre las dos curvas corresponde a organismos con longitudes entre 10 y 20mm.

In 1979, clams smaller than 10mm appeared from July to January, with a maximum in August and another one with lower density in December. In 1980, recruits of this lengths began to appear in the August samplings, although it is observed that already in this month a considerable quantity grew larger than 10mm (Fig. 4).

The 1980 recruitment was apparently more intense than in 1979, as presented on

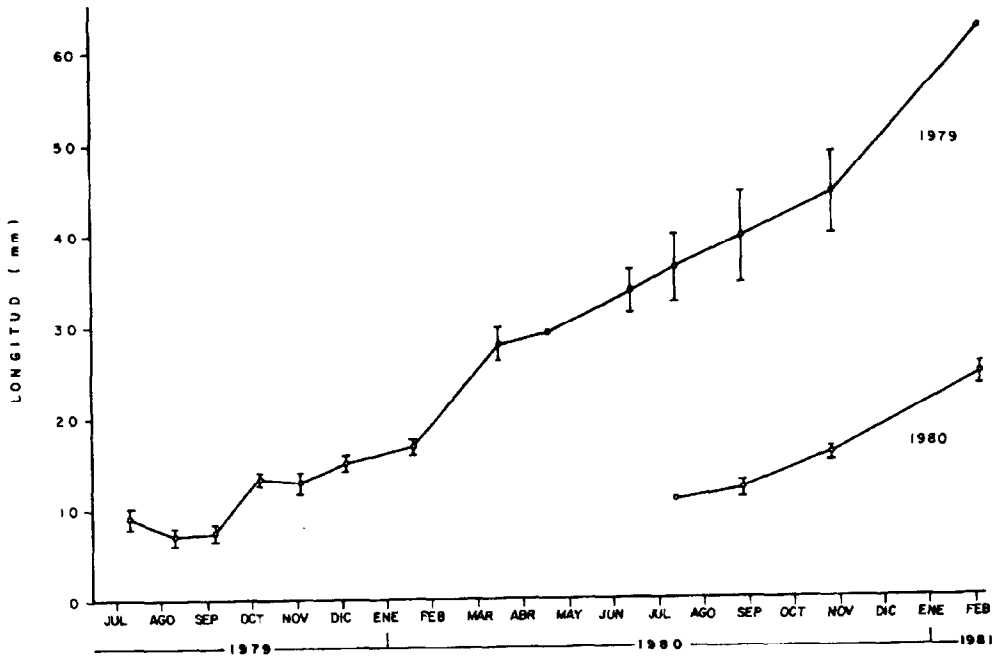


Figura 3. Crecimiento de juveniles de *Tivela stultorum* en Playa San Ramón para las clases anuales 1979 y 1980. Las barras verticales representan intervalos de confianza al 95%.

Figure 3. Growth of *Tivela stultorum* juveniles in Playa San Ramón for the 1979 and 1980 annual classes. The vertical bars represent reliability intervals of 95%.

En 1979, aparecen almejas menores de 10mm de julio a enero, con un máximo en agosto y otro de menor intensidad en diciembre. En 1980 los reclutas de estas longitudes inician su aparición en las muestras de agosto, aunque se observa que ya en este mes una cantidad considerable habían sobrepasado la talla de 10mm (Fig. 4).

El reclutamiento en 1980 fue aparentemente más intenso que en 1979, lo cual se aprecia en la Figura 4 y en las Tablas I y II, donde se señala que las máximas densidades de estas clases anuales correspondieron a 3.7 y 2.4 organismos/m² respectivamente.

DISCUSION

La acentuada bimodalidad observada en la estructura de longitudes (Figura 1 y 2), se podría explicar con base en fluctuaciones del éxito del reclutamiento en distintos años,

Fig. 4 and Tables I and II, which show that the maximum density of these annual classes corresponded to 3.7 and 2.4 organisms/m² respectively.

DISCUSION

The marked bimodality observed in the length structure (Figs. 1 and 2) could be due to fluctuations of the success of recruitment in various years, which is a widely studied phenomenon from the beginning of the studies on this species (Weymouth, 1923; Herrington, 1930).

Considering the slow growth of the pismo clam, it seems that fishery on this beach during the study period was sustained by various successful annual classes recruited several years ago (groups of clams larger than 80mm). Later, at least two or three annual failures must have occurred in the recruitment

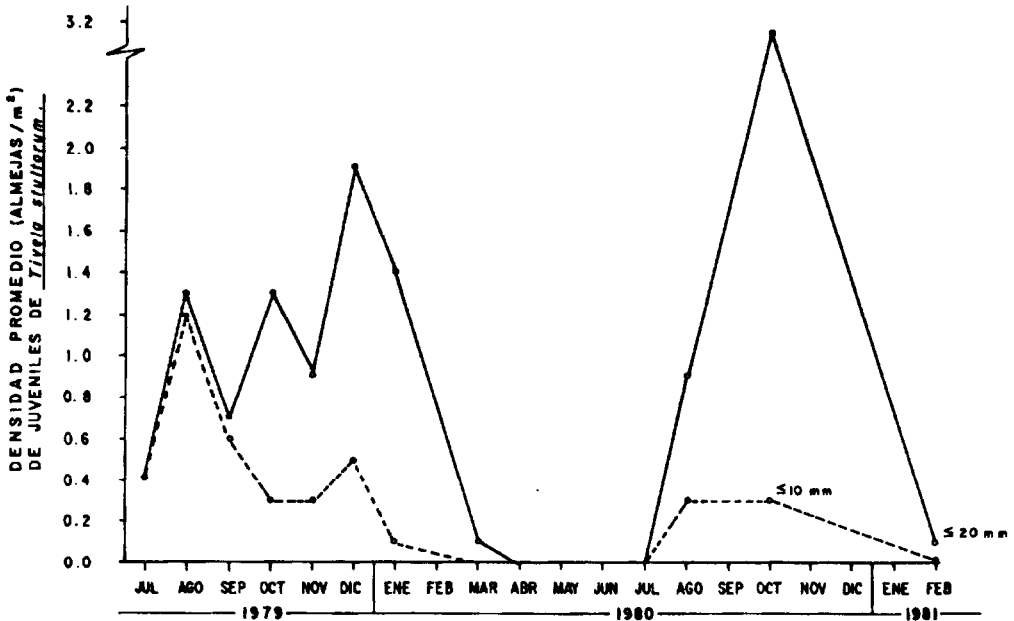


Figura 4. Variación de la densidad promedio en organismos menores o iguales a 10mm (—) y 20mm (---) a lo largo del período de estudio.
Figure 4. Variation of the density mean value in organisms smaller than or equal to 10mm (—) and 20mm (---) during the study period.

lo cual es un fenómeno ampliamente documentado desde los primeros estudios sobre esta especie (Weymouth, 1923; Herrington, 1930).

Tomando en cuenta el lento crecimiento de la almeja pismo, la pesquería en esta playa durante el período de estudio parece haber estado sostenida por varias clases anuales exitosas reclutadas hace varios años (grupo de almejas mayores de 80mm). Posteriormente deben haber ocurrido por lo menos dos o tres fracasos anuales en el reclutamiento y/o sobrevivencia temprana de los reclutas, que explicarían la escasez de tallas intermedias. Por último, las clases 1979 y 1980, aparentemente más exitosas que las precedentes explicarían la abundancia de almejas pequeñas.

Cabe señalar aquí que en los diferentes trabajos realizados en California, se coincide en señalar una elevada mortalidad de los

and/or early survival of the recruits, which would explain the lack of intermediate sizes. Eventually, the 1979 and 1980 classes, apparently more successful than the previous ones might account for the abundance of small clams.

Note that the different works carried out in California coincide in indicating high mortality of the pismo clam recruits. For example, in La Jolla, survival is estimated to be only 34% in the first year of life (Coe and Fitch, 1950); in Pismo Beach, the values for the same period are from 22% (Fitch, 1950) to 45% (Tomlinson, 1968). It is possible that on San Ramón Beach, mortality is even higher, considering the densities reported on Tables I and II. During only three months (December 1979 to March 1980), the 1979 class survival was 32.9% (Table I), while in four months, the 1980 class reached a value of 37.7% (Table II).

reclutas de almeja pismo. Por ejemplo, para La Jolla, se estima una sobrevivencia de sólo un 34% en el primer año de vida (Coe y Fitch, 1950); para Pismo Beach se calculan cifras para el mismo lapso, desde un 22% (Fitch, 1950) hasta un 45% (Tomlinson, 1968). Es posible que en Playa San Ramón, la mortalidad sea aún mayor, a juzgar por las densidades reportadas en las Tablas I y II. En sólo tres meses (diciembre de 1979 a marzo de 1980), la sobrevivencia de la clase 1979 fue de 32.9% (Tabla I); mientras que en cuatro meses, la clase 1980 alcanzó una cifra del 37.7% (Tabla II). Fitch (1950) menciona las diversas causas de mortalidad en juveniles, que incluyen factores abióticos, depredación y el efecto del hombre.

Las consideraciones anteriores nos llevan a pensar que las clases anuales que originaron el grupo de almejas mayores de 80mm debieron haber sido mucho más abundantes que las de 1979 y 1980 (a menos que se hayan visto favorecidas por condiciones que disminuyeron drásticamente su mortalidad, lo cual parece improbable). Existen antecedentes en California de este tipo de clases anuales, de las cuales la más sobresaliente fue la de 1919, que alcanzó densidades promedio de hasta 120 organismos/m² en Ocean Beach (Herrington, 1930).

Es evidente también que mientras sigan existiendo reclutamientos bajos o moderados (bajo las condiciones observadas de mortalidad), se mantendrá la condición de bimodalidad, por lo menos hasta que la pesquería comercial se encargue de agotar el grupo de almejas de longitud mayor, como parece haber estado sucediendo (Searcy, 1982).

El crecimiento en la almeja pismo ha sido estudiado a través de la lectura de anillos anuales de la concha (Weymouth, 1923; Herrington, 1930); mediante el marcado de organismos (Coe y Fitch, 1950; Nybakken y Stephenson, 1973; Lugo-Yuriar, 1981) y siguiendo el comportamiento de grupos modales de longitud (Weymouth 1923; Coe y Fitch, 1950). Este último método es útil sólo para los primeros cuatro o cinco años de vida de la especie, ya que después disminuye notablemente el ritmo de crecimiento y los grupos modales se confunden entre sí (Weymouth, 1923).

Fitch (1950) points that different mortality causes in juveniles and includes abiotic factors, predation and man effect.

The previous considerations lead us to think that the annual classes that originated the group of clams larger than 80mm must have been much more abundant than the 1979 and 1980 ones (unless they have been in such a favorable condition that their mortality drastically decreased, which seems improbable). In California, there are antecedents of this type of annual classes and the most important one was the 1919 class, that reached average densities up to 120 organisms/m² in Ocean Beach (Herrington, 1930).

It is clear that, as long as there are low or moderate recruitments (under the mortality conditions observed), the condition of bimodality will be maintained at least until commercial fishery exhaust the group of longer clams, as it seems to have occurred (Searcy, 1982).

The pismo clam growth has been studied through the reading of annual rings of the shell (Weymouth, 1923; Herrington, 1930), the marking of the organisms (Coe and Fitch, 1950; Nybakken and Stephenson, 1973; Lugo-Yuriar, 1981) and following the behavior of length modal groups (Weymouth, 1923, Coe and Fitch, 1950). The last method is valid only for the first four or five years of life of the species, since after that, the growth rhythm diminishes considerably and the modal groups are not distinct one from another (Weymouth, 1923).

Coe and Fitch's work (1950) is perhaps the most appropriate to compare this one with due to similarities of methodologies and because it summarizes the information of the works that were conducted up to this year and includes various Californian localities. Based on the initial lengths similar to the ones within the present study (approximately 7mm), the annual growth is 22.5, 39.76mm, for La Jolla, Sunset and Pismo Beaches respectively. Our estimates of 32.5 and 28.8mm per year for the 1979 and 1989 classes on Playa San Ramón, BC, are then found within the interval reported for California, US.

Posiblemente el trabajo que es más apropiado comparar con el presente es el de Coe y Fitch (1950), debido a la similitud de metodologías y porque además resume la información de los trabajos previos a ese año e incluye varias localidades californianas. El crecimiento anual, partiendo de longitudes iniciales similares a las de este estudio (alrededor de 7mm), es de 22.5, 39.7 y 30.7mm, para las playas de La Jolla, Sunset y Pismo respectivamente. Nuestras estimaciones de 32.5 y 28.8mm anuales para las clases 1979 y 1980 en Playa San Ramón, BC, se encuentran entonces dentro del rango reportado para California, EU.

Una diferencia interesante con Coe y Fitch (1950), es que estos autores observan un decremento notable del crecimiento durante los meses del invierno, lo cual no es aparente en nuestros datos (Fig. 3). Posiblemente esta diferencia se deba a la temperatura del agua. La temperatura mensual promedio mínima que esos autores reportan para La Jolla (que es la localidad menos fría que estudiaron) es de 13.1°C; mientras que en Playa San Ramón observamos una temperatura promedio mínima de 15.1°C, durante el invierno comprendido en nuestro período de estudio (Lugo-Yuriar, 1981).

En la Figura 4 se observan algunas inconsistencias aparentes entre el comportamiento de las densidades de organismos menores de 10mm y los menores de 20mm. Por ejemplo, el máximo de almejas de este segundo grupo de la clase 1979 en diciembre, que se debe principalmente a organismos de tallas entre 10 y 20mm, sugiere que en julio o agosto debería haberse registrado un máximo de almejas menores de 10mm, con una mayor intensidad que la observada. Es aún más notorio el caso de la clase 1980 en octubre de este año, en que la misma línea de razonamiento hace evidente una subestimación de la densidad de almejas menores de 10mm en los muestreos previos.

Esta situación se podría explicar por la combinación de varios factores: la exclusión de organismos menores de 4mm por efecto de la luz de malla (el menor colectado fue de

An interesting difference from Coe and Fitch (1950) is that these authors observe a considerable decrease of growth during winter, which does not appear in our data (Figure 3). This difference may be due to the water temperature. The minimum average monthly temperature reported by them for La Jolla (the last cold locality they studied) is 13.1°C, while on San Ramón Beach, we observed a minimum average temperature of 15.1°C, during the winter included in our study period (Lugo-Yuriar, 1981).

On Figure 4, some inconsistencies can be observed between the behavior of the densities of the organisms smaller than 10mm and smaller than 20mm. For example, the maximum of clams of this second group of 1979 class in December, mainly due to organisms ranging from 10 to 20mm, suggests that in July or August a maximum of clams smaller than 10mm, with a higher intensity than the one observed, should have been reported. The case of the 1980 class in October this year is even more notorious since the same reasoning shows an underestimation of the density of clams smaller than 10mm in the previous samplings.

This situation could be explained by the combination of various factors: the exclusion of organisms smaller than 4mm due to the mesh (the smallest one collected measured 3.8mm); the two months difference between the samplings of August and October, 1980 and spatial differences in the recruitment pattern and/or survival of recruits that could cause that samples collected in points very close to each other produce very different information on the recruit densities.

Based on both length classes considered, it is necessary to infer the age of these juveniles to determine the recruitment period to the area. This implies that various fundamental aspects are understood: the spawning period, the duration of the larval period, the settling length and the growth of the recruits from that moment until they are detected in the samplings (3 or 4mm).

Unfortunately, the field studies provide information only on the spawning period. Although it can extend from the summer to

3.8mm); el desfase de dos meses entre los muestreos de agosto y octubre de 1980, y diferencias espaciales en el patrón de reclutamiento y/o sobrevivencia de reclutas que podrían originar que incluso muestras extraídas de puntos muy cercanos, arrojaran información muy distinta sobre las densidades de los reclutas.

Para intentar determinar la época de reclutamiento al área, con base en las dos clases de longitud consideradas, es necesario hacer una inferencia previa sobre la edad que podrían tener estos juveniles, lo cual implica el conocimiento de varios aspectos fundamentales: la época de desove, la duración del período larval, la longitud de asentamiento y el crecimiento de los reclutas desde ese momento hasta que son detectados en los muestreos (3 a 6 mm).

Desafortunadamente los estudios de campo sólo arrojan información sobre la época de desove, que aunque se puede extender desde verano hasta el principio del invierno, muestra un máximo distintivo en el otoño (septiembre-octubre) en las localidades estudiadas (Coe y Fitch, 1950). En Playa San Ramón, se detectó el desove masivo de 1978 en esos meses; pero en 1979 aparentemente ocurrió en noviembre-diciembre (Searcy, 1983).

Fitch (1950) estima que el período comprendido entre el desove y la aparición de juveniles en la playa, varía de 5 a 12 meses existiendo diferencia entre localidades. Sin embargo, el criterio seguido por Coe y Fitch (1950) para establecer la edad de los reclutas, se basa en considerar septiembre como la época de desove masivo, en asumir *a priori* un período larval de 3 semanas (Coe, 1947) y se considera que el crecimiento inicial de los reclutas es similar al que se observa de los 5mm en adelante, lo cual tampoco descansa sobre un fundamento sólido.

En base al criterio anterior, Coe y Fitch (1950) estiman que en Pismo Beach las almejas de 7.4mm tienen una edad aproximada de cinco o seis meses. Si asumimos este dato para Playa San Ramón, en la cual el crecimiento es similar a la localidad mencionada arriba, la clase anual 1979 debió haberse

the beginning of the winter, it shows a distinctive maximum during the autumn (September-October) in the localities studied (Coe and Fitch, 1950). In Playa San Ramón, the massive 1978 spawning was detected these months, whereas in 1979, it apparently occurred in November-December (Searcy, 1983).

Fitch (1950) estimated that the period comprised between spawning and juvenile appearance in the beach, varies from 5 to 12 months and there are differences between localities. Nevertheless, the criterium followed by Coe and Fitch (1950) to establish the recruit age considers September as the massive spawning period, assumes *a priori* a larval period of three weeks (Coe, 1947) and considers that the initial growth of the recruits is similar to the one that is observed in organisms from 5mm on. But this is not seriously backed up either.

Based on the previous criterium, Coe and Fitch (1950) estimate that in Pismo Beach the clams 7.4mm in size are approximately 5 or 6 months old. If we assume this data for Playa San Ramón where the growth is similar to that in the locality above mentioned, the annual 1979 class must have originated in February or March. This contradicts the massive spawning period observed in 1978 (September-October) (Searcy, 1983), unless the larval period is longer than the one estimated and/or the growth is slower.

Although there are not so many data for the 1980 class, the analysis of Figure 4 suggests that the recruitment period must have occurred earlier this year. For example, in August 1979, nearly all the recruits measured less than 10mm; while in August, 1980 most of the new recruits had already reached the following length class (see also Fig. 1 and 2). On the other hand, the density maxima for the 1979 and 1980 classes occurred in December and October respectively and in both cases, the average length of the annual class was some 15mm (Tables I and II).

The previous consideration suggests that the 1980 recruitment must have started more or less two months earlier than in 1979, that is to say December 1979 or January,

originado en febrero o marzo. Esto entra en contradicción con la época de desove masivo observado en 1978 (septiembre-octubre) (Searcy, 1983), a menos que el período larval fuera más amplio que el estimado y/o el crecimiento inicial fuera más lento.

Aunque no existen tantos datos para la clase 1980, el análisis de la Figura 4 sugiere que el período de reclutamiento debió haberse adelantado este año. Por ejemplo, en agosto de 1979 casi la totalidad de los reclutas tenían menos de 10mm; mientras que en agosto de 1980, la mayoría de los nuevos reclutas ya habían pasado a la siguiente clase de longitud (ver también las Figuras 1 y 2). Por otro lado, los máximos de densidad para la clase 1979 y 1980, ocurren en diciembre y octubre respectivamente y en ambos casos la longitud promedio de la clase anual es de unos 15mm (Tablas I y II).

La consideración anterior sugiere que el reclutamiento en 1980 debió haberse iniciado unos dos meses antes que en 1979, es decir, diciembre de 1979 o enero de 1980. En este caso, sí existe compatibilidad con el período de desove masivo observado en 1979 (noviembre-diciembre) (Searcy, 1983).

Sin embargo, todas estas inferencias sobre las épocas de reclutamiento descansan, a fin de cuentas, en el criterio de Coe y Fitch (1950) que como se mencionó, no tiene una base empírica sólida. Este problema merece ser tratado en forma más detallada, incluyendo información de la vida larval y post-larval que a la fecha se ha generado en los laboratorios del Departamento de Caza y Pesca en Monterey, California; así como otras consideraciones poblacionales. Esto podrá ser el tema central de una contribución posterior.

AGRADECIMIENTOS

Desearnos expresar nuestro agradecimiento a la Secretaría de Educación Pública, que financió este estudio; así como a todo el personal del proyecto que participó en los muestreos.

1980. In that case, compatibility does exist with the massive spawning period observed in 1979 (November-December) (Searcy, 1983).

Nevertheless, these inferences on recruitment periods are based on the Coe and Fitch criterium (1950) which, as it was mentioned, does not have a solid empirical basis. This problem must be dealt with more comprehensively and include information on larval and post-larval life that is being generated in the laboratories of the Department of Fish and Game in Monterey, California. This can be the central issue of a posterior contribution.

ACKNOWLEDGEMENT

We wish to express our gratitude to the Secretaría de Educación Pública that provided the financial means to carry out this study, and to the personnel of the project who took an active part in the samplings.

Katarzyna Michejda translated this paper into English.

LITERATURA CITADA

Coe, W.R. (1947) Nutrition, Growth and Sexuality of the Pismo Clam (*Tivela stultorum*). J. Exp. Zool. 104:1-24.

Coe, W.R. and Fitch, J.E. (1950) Population Studies, Local Growth Rate and Reproduction of the Pismo Clam (*Tivela stultorum*). J. Mar. Res. 9(3):188-210.

Fitch, J.E. (1950) The Pismo Clam. Calif. Fish and Game 36(3):285-312.

Granados, J.L. (1970) Estructura de la población y crecimiento de almeja pismo (*Tivela stultorum*, Mawe, 1823) en San Quintín, Baja California. Tesis de licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, BC. 47 pp.

Herrington, W.C. (1930) The Pismo Clam, Further Studies of its Life History and Depletion. Calif. Dept. Fish and Game, Fish Bull. 18, 69 pp.

- Lugo Yurjar, F.J. (1981) Aspectos del crecimiento de almeja pismo (*Tivela Stultorum*) obtenidos del análisis de datos de marcado y recaptura para Playa San Ramón, BC, p. 92-116 en Informe final del proyecto: Bivalvos de Baja California, sección almeja pismo, IIO, UABC, Ensenada, BC.
- Nybakken, J. and Stephenson, M. (1975) Effects of Engineering Activities on the Ecology of the Pismo Clam. US Coastal Engineering Res. Center, Miscellaneous paper 8-75, 65 pp.
- Saavedra Rosas, O.A. (1983) Distribución espacial de juveniles de almeja pismo (*Tivela stultorum*) en Playa San Ramón, Baja California, México. Tesis de licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas UABC, Ensenada, BC, 93 pp.
- Sautto, L. y Searcy, R. (1978) Bivalvos de Baja California: Estudios en la almeja pismo (*Tivela stultorum*, Mawe, 1823): Presentación de un proyecto. p. 95-104 en Memorias del II Congreso Nacional de Zoología. UANL - SOMEXZOO., Monterrey, N.L.
- Searcy, R. (1982) Evaluación preliminar sobre la pesquería de la almeja pismo *Tivela Stultorum* (Mawe, 1823): en Playa San Ramón, BC. I. Capturas comerciales. Tesis de licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, BC. 71 pp.
- Searcy, R. (1983) Un estudio sobre la condición de la almeja pismo *Tivela stultorum*, con datos de longitud y peso de la carne de capturas comerciales. Ciencias Marinas (Méx.) 9(2):19-30.
- Tomlinson, P.K. (1968) Mortality, Growth and Yield per Recruit for Pismo Clams. Calif. Fish and Game 54(2):100-107.
- Weymouth, F.W. (1923) The Life-History and Growth of the Pismo Clam (*Tivela stultorum*, Mawe) Calif. Dep. of Fish and Game, Fish Bull. 7, 120 pp.

FE DE ERRATAS

Searcy-Bernal Ricardo y Saavedra-Rosas, A. Estudios poblacionales sobre la almeja pismo *Tivela stultorum* en una playa de Baja California, México. Population Studies of the Pismo Clam *Tivela stultorum* in a Beach of Baja California, Mexico. Ciencias Marinas 14(2): 1-14,1988.

- Pág. 2 (1) Versión español, línea 30. Dice Méxcico, debe decir México.
(2) Versión español, línea 39. Dice reproductiva, debe decir productiva.
(3) Versión español, línea 42. Dice plantonológicos, debe decir planctonológicos.
(4) Versión inglés, línea 27. Dice is studying, debe decir studied.
- Pág. 3 (1) Versión español, línea 25. Dice perpendicular, debe decir perpendicular.
- Pág. 4 (1) Versión español, línea 13. Dice posilidad, debe decir posibilidad.
(2) Versión inglés, línea 8. Dice (mesh), debe decir (mesh size).
(3) Versión inglés, línea 21. Dice (larger than 110), debe decir (larger than 110mm).
(4) Versión inglés, línea 22. Dice composition per length, debe decir length composition.
(5) Versión inglés, línea 44. Dice behavior, debe decir fluctuation.
(6) Versión inglés, línea 45. Dice showm, debe decir shown.
- Pág. 5 (1) Versión inglés, Figure 1. Dice longitude, debe decir length.
- Pág. 6 (1) Versión inglés, Figure 2. Dice longitude, debe decir length.
- Pág. 7 (1) Versión español, Tabla I. Dice longitud, debe decir longitud promedio.
(2) Versión inglés, Table I. Dice longitude, debe decir mean length.
(3) Versión inglés, Table I. Dice longitude, debe decir length.
(4) Versión inglés, Table II. Dice longitude mean value, debe decir mean length
(5) Versión inglés, Table II. Dice longitude, debe decir length.
(6) Tabla II, column 4. Dice l , debe decir l (mm).
(7) Versión inglés, línea 4. Dice density, debe decir intensity.
- Pág. 8 (1) Versión inglés, Figure 3. Dice reliabilty intervals of 95%, debe decir 95% confidence intervals.
(2) Versión inglés, línea 13. Dice studied, debe decir documented.
- Pág. 10. (1) Versión español, línea 21. Dice 80mm debieron, debe decir 80mm, debieron.
(2) Versión inglés, línea 1. Dice points that, debe decir mentions the.
(3) Versión inglés, línea 28. Dice behavior, debe decir movement in time.
(4) Versión inglés, línea 32. Dice rythm, debe decir rate.
(5) Versión inglés, línea 37. Dice with due to, debe decir with, due to.
(6) Versión inglés, línea 44. Dice 39.76mm, debe decir 39.76 and 30.7mm.
(7) Versión inglés, línea 49. Dice California, US. debe decir California.
- Pág.11. (1) Versión inglés, línea 8. Dice last, debe decir least.
(2) Versión inglés, línea 14. Dice behavior, debe decir patterns.
(3) Versión inglés, línea 15. Dice of the organisms, debe decir of organisms.
(4) Versión inglés, línea 32. Dice th two, debe decir the two.
- Pág. 12. (1) Versión inglés, línea 32. Dice the growth, debe decir the initial growth.