



**Universidad Autónoma de  
Baja California**

**Escuela Superior de  
Ciencias Marinas**

ASPECTOS POBLACIONALES DE LA  
ALMEJA PISMO (*Tivela stultorum*)  
INFERIDOS DEL ANALISIS DE LA EDAD,  
EN MUESTRAS DE CAPTURA COMERCIAL  
DE PLAYA SAN RAMON, B. C., MEXICO.

**TESIS**

Que Para Obtener el Titulo de  
**OCEANOLOGO**

Presenta:

**RAUL JUAREZ ROMERO**

ENSENADA, B. C., MAYO DE 1986.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS

"ASPECTOS POBLACIONALES DE LA ALMEJA PISMO  
(Tivela stultorum), INFERIDOS DEL ANALISIS DE  
LA EDAD, EN MUESTRAS DE CAPTURA COMERCIAL DE  
PLAYA SAN RAMON, B.C., MEXICO."

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
O C E A N O L O G O  
PRESENTA:  
RAUL JUAREZ ROMERO

ENSENADA, B. C., MAYO DE 1986.

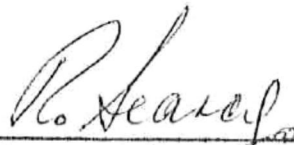
## RESUMEN

Se determinó la edad a un total de 1368 almejas, en muestras de captura comercial de Tivela stultorum, colectadas durante el período comprendido entre julio de 1978 y septiembre de 1980, adicionándose además una muestra del mes de febrero de 1983. Se empleó el método de lectura de marcas de crecimiento anuales en la concha. Alrededor de 25 clases de edad componían la estructura de edad entre 1978 y 1980, misma que presentó la característica de bimodalidad, sugiriendo que existen fuertes fluctuaciones en abundancia entre las clases anuales. No se encontraron diferencias significativas entre sexos, respecto a la edad, longitud, peso de la carne y peso de la concha. A lo largo del período de estudio, se observó una tendencia general a disminuir de la talla de captura, lo que tuvo como consecuencia que los grupos de mayor edad disminuyeran su abundancia relativa. Se calculó la curva de crecimiento de von Bertalanffy, obteniendo los valores  $k=0.1973$ ;  $L_{\infty}=13.32$  y  $t_0=0.46$ . Esta curva se comparó con otras obtenidas por diversos autores. El análisis de mortalidad indica un rápido abatimiento de las clases de mayor edad importantes por su abundancia en cada año de pesca. La tasa instantánea de mortalidad total promedio anual, calculada para las clases de edad comprendidas entre 28 y 33 años para 1978 fué de  $Z=0.501$ ; para 1979 en estas mismas cohortes el valor aumentó a  $Z=0.621$ . Para 1980, no aparecieron clases de más de 33 años de edad y la mortalidad de la edad 28 a la 33 fué de  $Z=0.624$ . El crecimiento lento de esta especie y el escaso reclutamiento que se ha observado en un numeroso grupo de clases anuales, así como, las observaciones hechas sobre la disminución de la talla y edad, y el aumento en la mortalidad de las clases más abundantes, señalan un posible desequilibrio entre la capacidad de producción pesquera del recurso y el esfuerzo pesquero a que se le ha sometido, por este método de pesca.

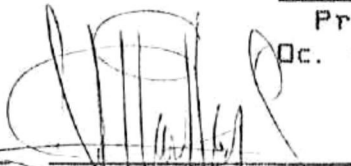
"ASPECTOS POBLACIONALES DE LA ALMEJA PISMO  
(Tivela stultorum), INFERIDOS DEL ANALISIS DE  
LA EDAD, EN MUESTRAS DE CAPTURA COMERCIAL,  
DE PLAYA SAN RAMON, B. C., MEX.

T E S I S  
QUE PRESENTA:  
RAUL JUAREZ ROMERO

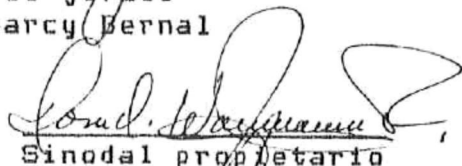
Aprobada por:



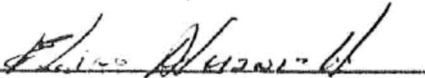
Presidente del jurado  
Dc. Ricardo Searcy Bernal



Sinodal propietario  
Dc. Alfredo Salas Garza



Sinodal propietario  
Biol. Dora Waumann Rojas



Sinodal suplente  
Dc. Eliseo Almanza Heredia



Sinodal suplente  
Dc. Jose A. E. Almanza Heredia

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente al Oc. Ricardo Searcy Bernal, por su participación como director de esta tesis, haciendo un reconocimiento a su capacidad que en todo momento mostró, durante el desarrollo del trabajo. Deseo agradecer igualmente a mis sinodales Oc. Alfredo Salas G., Biol. Dora Waumann R., Oc. Eliseo Almanza H. y Oc. J. Antonio Almanza H., quienes con sus acertadas observaciones, colaboraron en la mejor realización de este trabajo. Agradezco además a la dirección del Instituto de Investigaciones Oceanológicas, por haberme permitido realizar mi tesis en sus instalaciones, así como al personal del centro de cálculo del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. Deseo hacer una mención especial para el M.C. Ricardo Vidal por las observaciones y consejos que en forma totalmente desinteresada hiciera a lo largo del desarrollo de mi tesis.

Dedico esta tesis a mis padres Raúl y María; a mi mujer y mis hijos Teresa, Raúl y Ernesto; y a mis hermanos y abuelos.

## INDICE

	Página
LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE FIGURAS	x
1. - INTRODUCCION.	1
1.1. - Biología del organismo.	1
1.2. - Importancia	4
1.3. - Estudios anteriores.	6
1.4. - La edad en la almeja y el crecimiento de la concha.	8
1.5. - Consideraciones teóricas.	14
1.6. - Objetivos.	17
2. - METODOLOGIA.	18
2.1. - Localización y particularidades del area de estudio.	18
2.2. - Procedencia de las muestras.	20
2.3. - Precisión de las lecturas de edad.	21
2.4. - Determinación de la edad.	24
2.5. - Clasificación de datos y pruebas preliminares.	26
2.6. - Comparaciones entre sexos, períodos y grupos de edad.	27
2.7. - Crecimiento.	28
2.8. - Mortalidad	30

3. - RESULTADOS.	33
3.1. - Determinación de edad y prueba de precisión.	33
3.2. - Pruebas estadísticas preliminares.	35
3.3. - Análisis entre sexos.	39
3.4. - Estructura de la población por edades y tallas.	39
3.5. - Análisis comparativo entre períodos y grupos de edad.	55
3.6. - Crecimiento.	65
3.7. - Mortalidad.	69
4. - DISCUSION.	79
4.1. - Pruebas de precisión y error de las lecturas de edad	79
4.2. - Prueba de normalidad y comparaciones entre sexos,	80
4.3. - Estructura de edad y fluctuaciones naturales en abundancia,	82
4.4. - Variaciones del peso de la carne con la edad.	87
4.5. - Crecimiento.	88
4.6. - Mortalidad y reclutamiento	92
4.7. - Indicios de sobrepesca.	94
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES	101
LITERATURA CITADA	103

LISTA DE TABLAS.

No.		Página
I	Captura mensual y anual de almeja pismo en número de individuos, para playa San Ramón, B. C. (Segun datos de la sociedad cooperativa de producción pesquera "Colonia Vicente Guerrero").	5
II	Resultados de la prueba de precisión y error de las lecturas de edad, en muestras de captura comercial de almeja pismo, así como para las almejas menores de 21 años (grupo A) y mayores o iguales de 21 años (grupo B).	34
III	Valores del estadígrafo de Kolmogorov-Smirnov en pruebas de ajuste a la distribución normal, para los diferentes períodos y variables. (Se incluyen todas las edades).	36
IV	Valores del estadígrafo de Kolmogorov-Smirnov, en pruebas de ajuste a la distribución normal, para los diferentes períodos y variables, en almejas menores de 21 años de edad (grupo A).	37

V	Valores del estadígrafo de Kolmogorov-Smirnov, en pruebas de ajuste a la distribución normal, para los diferentes períodos y variables, para almejas mayores o iguales de 21 años de edad (grupo B).	38
VI	Valores del estadígrafo U de la prueba de Mann-Witney, para comparaciones entre sexos, en cada variable y en cada período.	40
VII	Frecuencias de edad en las muestras de captura comercial de almeja pismo ( <u>T. stultorum</u> ), utilizadas en este estudio.	41
VIII	Frecuencia por clase de longitud, para muestras de captura comercial de almeja pismo ( <u>T. stultorum</u> ), incluidas en este estudio.	43
IX	Promedios respectivos de las variables en cada período y Valores del estadígrafo H de la prueba de Kruskal-Wallis, para comparaciones entre periodos. (Se incluyen todas las edades).	56
X	Prueba de comparaciones múltiples entre los períodos, correspondientes a la prueba de Kruskal-Wallis de la tabla IX.	58

- XI Promedios respectivos de tallas (cm), peso de la carne (gr) y pesos de la concha (gr), así como valores del estadígrafo H de la prueba de Kruskal-Wallis, para comparación entre periodos de las variables, para almejas menores de 21 años de edad. (Grupo A). 59
- XII Prueba de comparaciones múltiples entre los cuatro períodos, de la prueba de Kruskal-Wallis, correspondientes a la tabla XI. (Grupo A). 60
- XIII Promedios respectivos de tallas (cm), peso de la carne (gr) y peso de la concha (gr), así como valores del estadígrafo H de la prueba de Kruskal-Wallis, para comparación entre períodos de las variables, en almejas mayores o iguales de 21 años de edad. ( Grupo B ). 62
- XIV Prueba de comparaciones múltiples entre los cuatro períodos, correspondientes a la prueba de Kruskal-Wallis de la tabla XIII. 63
- XV Valores del estadígrafo U, de la prueba de Mann-Withney, aplicada entre los dos grupos de edad ( A y B ), para cada período. 64



LISTA DE FIGURAS.

No.		Página
1	Zona de captura de <u>T. stultorum</u> por la sociedad cooperativa "Vicente Guerrero".	19
2	Frecuencia relativa por clase de edad, en muestras de captura comercial de <u>Tivela stultorum</u> recolectada durante el segundo semestre de 1978, en playa San Ramón, B. C.	44
3	Frecuencia relativa por clase de edad, en muestras de captura comercial de <u>Tivela stultorum</u> recolectada durante el primer semestre de 1979, en playa San Ramón, B. C.	45
4	Frecuencia relativa por clase de edad, en muestras de captura comercial de <u>Tivela stultorum</u> recolectada durante el segundo semestre de 1979, en playa San Ramón, B. C.	46
5	Frecuencia relativa por clase de edad, en muestras de captura comercial de <u>Tivela stultorum</u> , recolectada durante el primer semestre de 1980, en	

- playa San Ramón, B.C. 48
- 6 Frecuencia relativa por clase de edad, para la muestra de captura comercial de Tivela stultorum, recolectada en el mes de febrero de 1983, en playa San Ramón, B.C. 49
- 7 Frecuencia relativa por clase de longitud, en la muestra de captura comercial de Tivela stultorum, correspondiente al mes de febrero de 1983, en playa San Ramón, B.C. 50
- 8 Distribución de frecuencia relativa por clase de longitud para el total de Tivela stultorum recolectadas durante el segundo semestre de 1978 (histograma) y distribución porcentual de las almejas menores de 21 años (línea punteada) y mayores o iguales de 21 años (línea continua). 51
- 9 Distribución de frecuencia relativa por clase de longitud, para el total de Tivela stultorum recolectada durante el primer semestre de 1979 (histograma) y distribución porcentual de almeja menores de 21 años (línea punteada) y mayores o iguales de 21 años (línea continua). 52

- 10        Distribución relativa por clase de longitud para el total de Tivela stultorum recolectada durante el segundo semestre de 1979 (histograma) y distribución porcentual de almejas menores de 21 años (línea punteada) y mayores o iguales de 21 años (línea continua). 53
- 11        Distribución de frecuencia relativa por clase de longitud para el total de Tivela stultorum, recolectada durante el primer semestre de 1980 (histograma) y distribución porcentual de almejas menores de 21 años (línea punteada) y mayores o iguales de 21 años (línea continua). 54
- 12        Curvas de crecimiento de von Bertalanffy calculadas de los promedios de longitud basadas en intervalos de 1, 2 y 3 años, para Tivela stultorum. 70
- 13        Comparación de la curva de crecimiento 3 de la figura 12 con otras reportadas en la literatura para T. stultorum . 71
- 14        Curva de pesca de Tivela stultorum correspondiente al año de 1978 para playa San Ramón, B. C. 73

No.		Página
15	Curva de pesca de <u>Tivela stultorum</u> correspondiente al año de captura de 1979, para playa San Ramón, B. C.	74
16	Curva de pesca de <u>Tivela stultorum</u> correspondiente al año de captura de 1980, para playa San Ramón, B. C.	75

## 1. - INTRODUCCION

### 1.1. - Biología del organismo.

La almeja pismo (Tivela stultorum, Mawe, 1823), es un molusco bivalvo que habita en las playas de arena en las costas de California, E.U. y en la costa occidental de la Baja California en México. Es un típico excavador eulamelibranquio perteneciente a la familia Veneridae. Sus límites de distribución se encuentran desde Halfmoon Bay, California, E.U. hasta isla Socorro, Baja California Sur, México, Fitch (1950).

El papel de la almeja pismo en la ecología del medio marino y de la zona entremareas es notable, debido a su gran abundancia, ya que es fuente de alimento importante para otros muchos organismos del bentos, necton y plancton, tales como equinodermos, mantarrayas, tiburones, curvinas, copépodos, cangrejos y caracoles, así como otros depredadores terrestres como gaviotas y el hombre; siendo éste último el que mayormente ha afectado su existencia, justamente por ser el que mayor mortalidad ha causado entre la población adulta, al explotarla irracionalmente, (Fitch, 1950).

El género Tivela, esta restringido a playas de arena

expuestas al oleaje (Weymouth, 1923); posee dos valvas gruesas simétricas unidas por el umbo con un ligamento, que son mantenidas eficientemente cerradas por un par de músculos aductores, situados en la parte anterior y posterior del organismo. Vive enterrándose en la arena, ayudado por un pie excavador. El umbo se orienta perpendicular y de frente a las olas. Se distribuye desde el límite más bajo de la marea alta y más allá de la zona de rompientes a varios metros de profundidad. La mayor densidad de organismos adultos se encuentra en la zona entremareas. Se alimentan filtrando del agua plancton y detritus por medio de un sifón incurrente, el cual hace la función de una malla de selección de partículas, el alimento es apartado al llegar a las branquias para posteriormente pasar al tubo digestivo, las partículas e impurezas no ingeridas salen por el sifón excurrente (Fitch, 1950). La almeja pismo se alimenta de dinoflagelados, diatomeas, zooplancton, gametos de invertebrados, zoosporas, bacterias, algas y detritus, (Coe, 1948). Se ha calculado que una almeja de 11.5 cm es capaz de filtrar diariamente aproximadamente 50 lt de agua, (Fitch, 1950).

La almeja pismo crece continuamente a lo largo de toda su vida, su crecimiento varía con las estaciones del año, siendo mas rápido en la primavera, el verano y parte del otoño, disminuyendo marcadamente durante el invierno, dando

lugar a la formación de una marca concéntrica oscura en la concha, llamada anillo de crecimiento, el cual es usado frecuentemente en la determinación de la edad del organismo, (Weymouth, 1923), (Fitch, 1950). El crecimiento de la almeja pismo es rápido en sus primeros años de vida, alcanzando su talla comercial (11.5 cm), entre los 6 y 11 años de edad en playa San Ramón, (Granados, 1970). Es un organismo longevo con una alta esperanza de vida en condiciones naturales, (Tomlinson, 1968). El organismo de más edad reportado ha sido una almeja de Zuma Beach, California, E.U. la cual contaba con 53 años de edad al momento de su captura (Fitch, 1965). Esta especie presenta sexos separados y la fecundación de los gametos es externa. Maduran sexualmente por primera vez durante el primer o segundo año de vida, aumentando la producción de huevos con la edad; Desovan generalmente durante el otoño o fines del verano, condición quizá asociada a cambios en la temperatura del agua, (Weymouth, 1923). El sexo de la almeja es determinado con la ayuda de un microscopio mediante la observación de los gametos, pues no existe característica morfológica macroscópica que los diferencie sexualmente. Algunas almejas pueden experimentar desoves parciales durante la mayor parte del año, pero el desove masivo generalmente ocurre a fines de verano y durante el otoño, (Searcy, 1982). Una hembra de 12 cm es capaz de desovar alrededor de 15 millones de huevos, aunque sólo un porcentaje menor del 1%

logrará sobrevivir la etapa larval. La etapa larval de la almeja pismo tiene una duración aproximada entre 20 y 40 días, durante los cuales podrían ser transportados de 40 a 100 millas a lo largo de la costa. Al momento de la fijación, la larva desarrolla un biso, el cual es una estructura que sirve al organismo de anclaje mientras crece y desarrolla el pié y las valvas durante unos meses, Fitch (1950).

### 1.2. - Importancia.

La importancia económica que como recurso posee la almeja pismo, es considerable. En la tabla I, se muestran los volúmenes mensuales de captura de almeja pismo en playa San Ramón B.C. por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Vicente Guerrero; que es la única sociedad de este tipo, autorizada para la explotación comercial de este recurso en ésta playa. La comercialización de almeja pismo se inició en 1942 en la península de Baja California y desde entonces ha sido sujeta a una constante explotación que ha ido en aumento a lo largo del tiempo (Aplin, 1946; Cranados, 1970; Searcy 1982). La explotación irracional de almeja pismo ocasionó que la población disminuyera al grado de colapsar la pesquería, en algunas playas de California, E. U., por lo que las leyes de ese país prohibieron la pesca comercial de la especie en algunas

TABLA I.

Captura mensual y anual de almeja pismo en número de individuos para playa San Ramón, B. C. (Según datos de la Sociedad Cooperativa de producción pesquera "Colonia Vicente Guerrero"). \* Los datos de 1982 no se incluyen debido a que no se encontraron completos al momento de escribir este trabajo.

Año	1978	1979	1980	1981	1982*	1983
En.	161,604	171,264	166,644	216,828	--	10,008
Fb.	202,531	190,452	69,780	195,966	--	25,236
Mr.	108,966	202,752	252,798	243,072	--	41,988
Ab.	198,606	221,022	294,648	339,930	--	55,620
Mj.	222,810	214,074	303,474	293,712	--	106,404
Ju.	342,096	214,674	311,490	261,672	--	108,456
Jl.	272,130	196,320	328,518	329,460	--	100,752
Ag.	229,824	179,928	258,672	118,164	--	60,756
Sp.	115,590	238,236	226,164	161,394	--	53,220
Dc.	222,420	184,058	194,688	148,596	--	71,616
Nv.	190,242	202,038	172,812	63,756	--	53,028
Dc.	208,356	205,116	237,696	57,132	--	93,240
N	2,475,174	2,419,944	2,817,390	2,492,682	--	780,324

playas y en otras la captura se restringió a organismos mayores de 13 cm (Fitch, 1950).

En 1945, los Estados Unidos importaron 6,667,000 lb de carne de almeja pismo congelada, extraída del area de San Quintín, B.C. (Aplin, 1946). Playa San Ramón, dentro de esta área, ha aportado más del 70% del total extraído en 1965 (Granados, 1970), y más del 80% en 1978 (Searcy, 1982), en la captura comercial total del estado de Baja California, para ésta especie, Searcy (1982).

### 1.3. - Estudios Anteriores.

Weymouth (1923), publica un reporte detallado acerca de aspectos biológicos y económicos, que son complementados por Herrington (1930). Las estadísticas de la población han sido publicadas por Clark (1935), entre otros autores. Coe (1947, 1948), realiza estudios sobre aspectos biológicos, incluyendo la alimentación y digestión, así como su sexualidad. Fitch (1950), publica un documento acerca de la ecología, crecimiento y utilización de la almeja pismo, así como del manejo de la pesquería. Todos estos estudios han sido realizados principalmente en playas de California, E. U.

Aplin (1946), emite un primer reporte acerca de la explotación y utilización de la almeja pismo en San Quintín,

B.C con fines de exportación hacia E.U. La cifra que emite es extraordinariamente alta (6,667,000 lb). Searcy (1982), considerando que el promedio individual de peso de la carne por almeja de talla comercial era alrededor de 100 gr calculó en 30 millones aproximadamente, las almejas extraídas en el año de 1945. Comparando esta cifra con los datos de la tabla I, es notoria la enorme diferencia en los niveles de explotación a que ha sido sometido el recurso a lo largo del tiempo.

Searcy (1982), realizó estudios en playa San Ramón sobre aspectos biológico-pesqueros, proporcionando información sobre la estructura por tallas de la población de almeja de tamaño comercial, así como de aspectos reproductivos; Saavedra (1983), realiza el estudio de las tallas inferiores a la talla comercial, visualizando aspectos importantes como la densidad sobre la playa de organismos juveniles, los cuales deberán incorporarse en un futuro al stock pescable. Otros estudios sobre crecimiento en la misma zona son proporcionados por Lugo (1981). Beltrón (1981), realizó un estudio durante éste período de aspectos ligados con la explotación pesquera, como son registros de captura y captura por unidad de esfuerzo, así como muestreos masivos de tallas. Estos últimos estudios son parte de un amplio proyecto de investigación realizado en ésta playa durante los años 1978, 1979 y 1980, auspiciado

por el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO), de la Universidad Autónoma De Baja California, (UABC) y la Secretaría de Educación Pública, (Sautto y Searcy, 1978).

#### 1.4.- La edad en la almeja y el crecimiento de la concha.

El crecimiento de la concha en moluscos tiene lugar en el epitelio externo del manto, el cual se encuentra adyacente a la superficie interna de la concha, separado por el espacio extra-paleal, en el cual se aloja el fluido extrapaleal que es considerado el medio por el cual la depositación de la concha tiene lugar. La composición es controlada por la actividad metabólica del epitelio externo del manto, (Lutz y Rhoads, 1980). Esta zona ha sido objeto de intensos estudios en diversos moluscos, ya que las marcas formadas sobre la concha son consideradas registros de información acerca de la historia del organismo. Actualmente estudios en este sentido, son llevados a cabo en la descripción de paleoambientes por medio de fósiles de moluscos, (Clark, 1974), así como en estudios biológicos y pesqueros como el presente, (ver p.e. Jones, et al. 1978). Es pues el manto el órgano encargado del crecimiento de la concha, el cual dará cabida al cuerpo del animal; Por lo tanto el crecimiento de la concha se lleva a cabo durante casi todo el año mientras el organismo se desarrolla. El

crecimiento de los bivalvos se reduce notablemente conforme el organismo envejece e incrementa su producción de gametos. Pero a pesar de esto, se ha visto en ciertos bivalvos una sorprendente variabilidad del crecimiento con respecto a la edad y las condiciones ambientales; así, un organismo adulto con crecimiento casi nulo, puede renovar su crecimiento en forma notable al presentarse condiciones favorables. Entre los factores ambientales que afectan la razón de crecimiento en bivalvos figuran: Temperatura, luz, salinidad, profundidad, turbidez, densidad de población, cantidad de alimento y exposiciones prolongadas a la intemperie, así como exposiciones a medios de alta energía y tormentas, (Lutz y Rhoads, 1980).

Existen actualmente 2 teorías acerca de la formación de las marcas de crecimiento que son ampliamente discutidas por Lutz y Rhoads, (1980). La primera, propone un constante crecimiento de la concha por acreción donde la marca de crecimiento se va formando por la menor depositación de carbonato de calcio con respecto a la matriz orgánica. "Durante todo el año, finas capas de carbonato de calcio son precipitadas sobre la matriz orgánica, compuesta principalmente de proteínas y carbohidratos, siendo menor en proporción la depositación de carbonatos durante el invierno, por lo que las capas de matriz orgánica con baja cantidad de carbonatos quedan muy juntas entre sí, dando una

visión macroscópica de una banda oscura mas o menos uniforme. En la familia Veneridae, la composición de la concha es principalmente de aragonita, siendo rara la secreción de calcita.

La otra hipótesis que se plantea, es de que la concha una vez depositada, es disuelta periodicamente de su matriz, dando lugar a la formación de las líneas de crecimiento. En efecto, es sabido que muchos bivalvos disuelven la concha previamente depositada cuando se encuentran en condiciones anaeróbicas. Dicha adaptación es quizá una condición evolutiva de estos organismos para soportar períodos prolongados de anaerobiosis, propios de la zona entremareas y de las zonas abisales. La mas alta razón de depositación tiene lugar en el margen creciente de la concha, el cual comprende hasta la línea paleal, delineada por el ligamento paleal, que marca la separación entre la zona marginal del manto y la zona central o proximal del manto. El fluído extrapaleal se encuentra en mayor cantidad en la zona central del manto, esta zona está más cercanamente asociada con el metabolismo ácido-base del organismo y con la disolución anaeróbica de la concha. La evidencia indica que las células de la zona marginal tienen un metabolismo aeróbico activo y una alta capacidad sintética, controlando el movimiento de calcio a través de esta zona del manto. El fluído extrapaleal, se encuentra siempre saturado de  $\text{CaCO}_3$

con respecto a la concha, hacia ambos lados de la línea paleal. Las células de la zona central del manto son más pequeñas, con menos mitocondrias y el aparato de Golgi se encuentra menos desarrollado, probablemente posean una baja tasa de respiración aeróbica y una baja capacidad sintética y sea libre permeable al paso de iones calcio. Si esto último es real, entonces la zona marginal puede estar íntimamente asociada con la formación neta de la concha. La disolución de la concha ocurre como resultado de la glucólisis anaeróbica, con lo cual el organismo suple los requerimientos de energía necesaria durante los períodos de privación de oxígeno. El ácido producido durante la anaeróbiosis es principalmente ácido succínico el cual debe ser neutralizado por una base ( $\text{CaCO}_3$ ) para mantener el PH fisiológico, para esto, el organismo disuelve la concha, que en estas circunstancias representa una reserva importante de dicho elemento. Existe muy poca información acerca de como se lleva a cabo la síntesis de la matriz orgánica en la cual el mineral está embebido o bien, que permanece como residuo después de que el mineral ha sido disuelto y de cómo es controlada su síntesis. También se desconoce el mecanismo exacto acerca de la disolución de la concha, pero esto ha sido evidenciado por incrementos en las concentraciones de calcio y  $\text{CO}_2$  en los fluidos corporales y tejidos suaves en organismos que han sido removidos del agua. Se ha visto además que la disolución de la concha

empieza en cuestión de minutos después de encontrarse en estado anaeróbico. Evidencias directas de la disolución de la concha han sido reportadas solamente en aquellas especies de bivalvos que cierran firmemente sus valvas durante su exposición al aire. El género Tivela posee estas últimas características, además de vivir en la zona entremareas, donde quedan expuestas en ocasiones al aire durante varias horas en gran parte de la playa durante las mareas invernales".

Aunque estas dos teorías no son excluyentes, se ha visto con ayuda del microscopio electrónico que los anillos de crecimiento en bivalvos están formados por una serie de capas microscópicas de matriz orgánica con  $\text{CaCO}_3$  embebido en baja proporción en comparación con la época de mayor crecimiento en la cual el mineral predomina sobre la matriz, (Lutz & Rohds, 1980). El material de la matriz orgánica es translúcido mientras que el mineral es opaco a la luz blanca, (Fitch, 1965).

Hall, et al, (1974), en un estudio espectrográfico de rayos X, y microscopía sobre cortes finos de conchas de T. stultorum, observaron que en general, "ocurre anualmente un período de crecimiento más lento de la concha, formando una banda macroscópica de color oscuro, consistente de incrementos diurnos y semidiurnos de capas alternas de

matriz orgánica y aragonita". Aparentemente, la estación de formación de la banda de crecimiento lento en almeja pismo varía con la latitud. La mediana de depositación en el límite norte del rango geográfico de distribución de dicha banda es en noviembre, y en el límite sur, la mediana se encuentra entre enero o febrero, además el número de incrementos diarios dentro del anillo de crecimiento, varía también con la latitud para individuos de la misma edad y clase anual, siendo aproximadamente un 20% mayor el número de incrementos a latitudes más bajas (111 incrementos promedio), que a latitudes altas el rango de distribución (con un promedio de 82 incrementos). Aun sin embargo, estos resultados de la investigación de Hall, et al., (1974), no se considera determinante y generalizable para cualquier año y clase anual, debido a que los eventos estacionales no ocurren exactamente al mismo tiempo cada año, y la suma en número de días del período de crecimiento más rápido y del período de crecimiento lento, no necesariamente coincide con el número de días en un año. En un estudio con almejas marcadas en playa San Ramón, Searcy, com. pers. \*, ha encontrado que de 88 almejas marcadas y recapturadas entre 1 y 3 años después, 70 registraron marcas según lo esperado (79.5%) con una  $P > 0.995$ . En base a lo anteriormente expuesto, en el presente estudio se considera a los anillos de crecimiento como un registro confiable de la edad de las almejas en años.

---

\* Oc. Ricardo Searcy Bernal. Instituto de Investigaciones - Oceanológicas, U.A.B.C. Apdo. Postal 453, Ensenada, B.C.

### 1.5. - Consideraciones Teóricas.

La determinación de la estructura por edades de la captura comercial de una población de peces, es conocida en ciencia pesquera como la curva de pesca. El análisis de dicha curva es generalmente de gran utilidad en la investigación pesquera, ya que es complementaria de los estudios generales sobre un organismo o recurso que está siendo explotado con fines comerciales. La curva de pesca nos brinda información valiosa de aspectos importantes de la población como son: mortalidad, sobrevivencia y en general sobre el estado en que se encuentran, en un momento dado, las diferentes clases anuales de organismos, así como su evolución en el tiempo (Ricker, 1975).

Weymouth (1923), encuentra que existen amplias variaciones en la abundancia de las clases anuales de adultos de almeja pismo, deduciendo que esto puede ser debido a la mortalidad que sufrió cada clase anual durante sus períodos larvales, y que tales fluctuaciones de abundancia serían entonces independientes de la pesca. Si esto último es cierto, cabría esperar, dentro de la captura comercial dichas fluctuaciones en la abundancia de las distintas clases anuales, independientemente de la pesca. Es decir, que la estructura por edades de las capturas comerciales podría presentar en un momento dado dos o mas

nodas en un polígono de frecuencia que muestre la abundancia relativa de organismos para las clases de edad completamente reclutadas a la talla comercial, como resultado de las diferencias en el número de larvas que logran sobrevivir año con año. Además es posible que una gran abundancia de adultos en la playa pueda afectar en forma significativa el número de larvas que logran asentarse y sobrevivir en la playa, ya que los huevos e incluso algunas larvas pudieran ser filtradas indiscriminadamente por almejas de mayor talla, o bien que las larvas que lograron asentarse no sobrevivan a la competencia por el alimento contra los adultos, (Fitch, 1965).

Fitch (1950), ha visto que la mortalidad en los primeros años de vida de la almeja es relativamente alta en comparación a los años siguientes y Tomlinson (1968), ha encontrado que la sobrevivencia de la almeja pismo se incrementa con la edad. Por otro lado, en toda población sujeta a pesca, existe una tendencia al equilibrio entre la capacidad de producción biológica y el esfuerzo pesquero ejercido en un período de tiempo dado. Cuando el equilibrio es alcanzado, es posible mantener un esfuerzo pesquero constante por tiempo indefinido, sin observar cambios significativos en el rendimiento y las características poblacionales, mas que aquéllas debidas a interacciones con el medio ambiente, (Schaffer, 1968; Gulland, 1974). Uno de

Los principales problemas en ciencia pesquera y en toda pesquería, es establecer los límites de dicho equilibrio para cada población particular (Schafer, 1968), es decir, ¿qué esfuerzo de pesca es más conveniente aplicar en un momento dado, sin afectar gravemente los parámetros poblacionales más limitantes, tales como la abundancia de reproductores, época de reproducción etc.? Uno de los principios de la ecología más aceptado es que cualquier población, si se le permite reproducirse en un ambiente constante, finalmente alcanzará una distribución estable de edades, (Rabinovich, 1980). Considerando entonces el caso particular de la almeja pismo, que posee fluctuaciones naturales de abundancia en la distintas cohortes, (Weymouth, 1923); que se encuentra sujeta a constante pesca en playa San Ramón, B.C., (Searcy, 1982); y que es un organismo de alta longevidad, (Fitch, 1965), se hace evidente la necesidad de determinar el nivel de explotación que se debe aplicar en un momento dado, sin afectar gravemente los límites de dicha estabilidad. El conocimiento y análisis a lo largo del tiempo de la estructura de edad de la captura comercial, es particularmente útil en la búsqueda de una solución de éste problema, en conjunto con otros conocimientos no menos importantes, sobre aspectos biológico-pesqueros.

### 1.6. - Objetivos.

El objetivo general de este trabajo, es contribuir al diagnóstico de la pesquería de almeja pismo (T. stultorum) en playa San Ramón, B.C.; mediante el análisis de la estructura por edades en muestras de captura comercial. Para esto, se plantean los siguientes objetivos particulares:

1 - Determinar los cambios en la estructura de edades a lo largo del período de estudio, y relacionarlo con las variaciones de la longitud, peso de la carne y peso de la concha.

2. - Calcular la curva de crecimiento de von Bertalanffy en base a la captura comercial, y compararla con otras reportadas en la literatura.

3. - Estimar coeficientes de mortalidad total y curvas de pesca en los distintos años, para observar su comportamiento a lo largo del tiempo.

## 2. - METODOLOGIA

### 2.1. - Localización y particularidades del área de estudio.

Playa San Ramón se encuentra geográficamente situada en la costa occidental de B.C., entre el poblado de San Quintín y la Colonia Vicente Guerrero, (fig. 1), a 180 Km al sur del puerto de Ensenada. La playa mide aproximadamente 16 Km de largo, y está limitada en sus extremos por formaciones rocosas. 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, en algunos lugares, se extiende mas 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, perpendiculares a la costa, con una distancia media entre ellos de aproximadamente 500 m. Una observación importante de estos canales de retorno es su movimiento lateral con respecto a un punto fijo en la playa. Esto último provoca la erosión gradual de los bancos de arena adyacentes, logrando desenterrar algunas almejas.

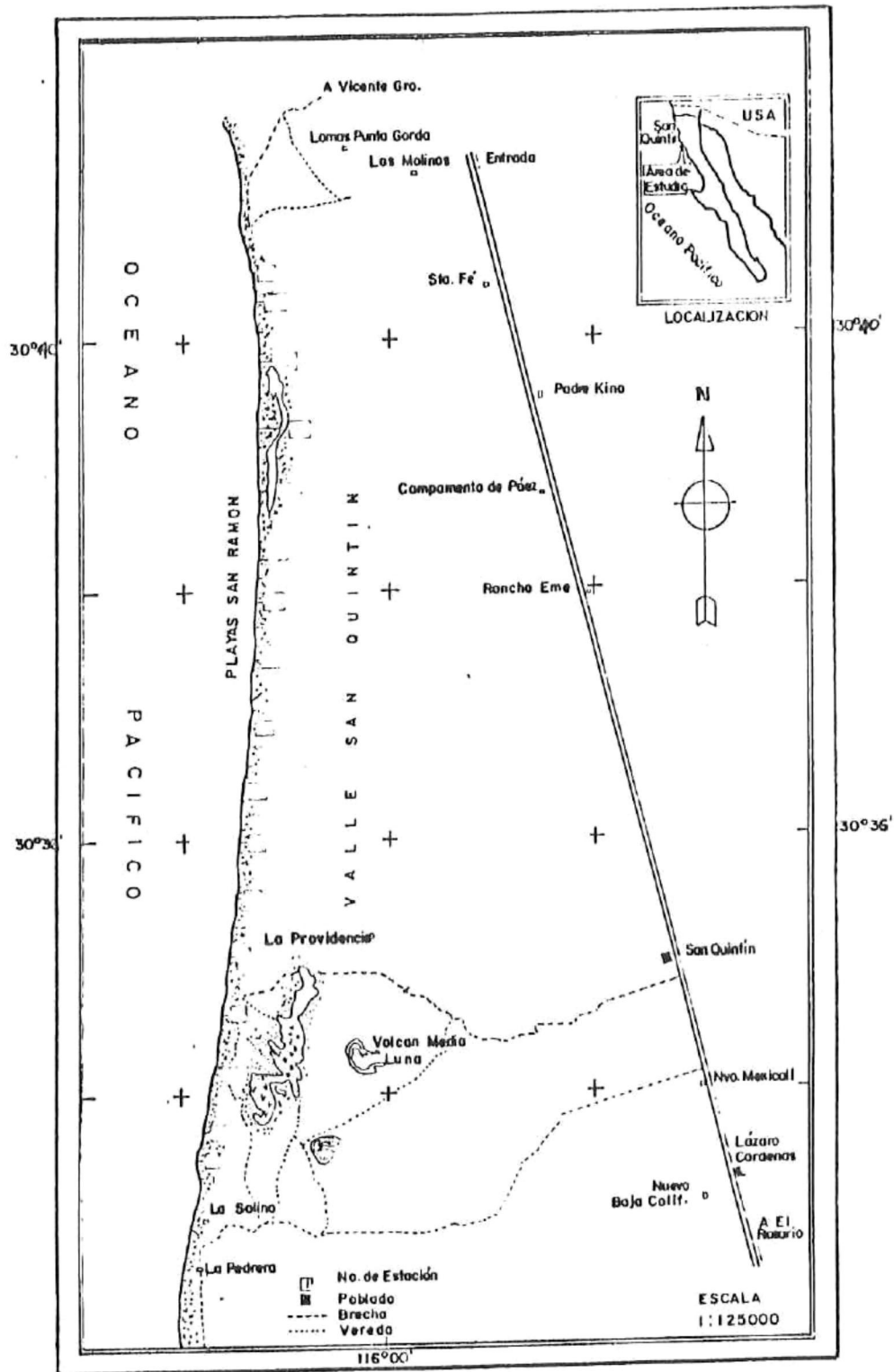


FIG.1- ZONA DE CAPTURA DE T. stultorum POR LA SOC. COOP.  
" VICENTE GUERRERO "

Cabe señalar que estas últimas observaciones fueron hechas por el autor en esta misma playa, pero que a la fecha no se ha realizado ningún estudio completo al respecto, ni sobre la hidrodinámica y transporte local de los sedimentos, y su implicación en la vida individual y poblacional de las almejas.

## 2.2. - Procedencia de las muestras.

Este trabajo es un complemento al trabajo realizado por Searcy (1982), por lo tanto las muestras de conchas y datos correspondientes de tallas, peso de la carne, peso de la concha y sexo, provienen de ese trabajo. El tamaño mínimo de muestra fué fijado en ese entonces en base a la composición por tallas, resultando  $N=62$  el tamaño mínimo necesario para detectar variaciones anuales de 1mm en la longitud promedio, para una significación del 0.05 y  $P=99\%$ . Las colectas fueron realizadas indistintamente al momento de la pesca en la playa o en el lugar de descarga en Ensenada, el tiempo transcurrido entre la colecta y el procesamiento en el laboratorio varió de 24 a 48 hrs. La longitud se determinó con precisión de 0.1 cm y los pesos con precisión de 0.1 gr. La determinación del sexo se realizó mediante la observación microscópica (100X) de frotis gonadal.

La metodología empleada aquí, se reduce entonces, a la

toma confiable de la lectura de la edad en las almejas y el tratamiento estadístico de esta variable contra las demás características, de acuerdo con los objetivos delineados anteriormente. De las 22 muestras obtenidas entre julio de 1978 y septiembre de 1980, fueron escogidas 15 muestras para la determinación de la edad, fluctuando el tamaño de éstas entre 60 y 127 almejas, procurando que quedaran espaciadas en el tiempo con un mes de diferencia como mínimo, aunque en algunos casos las muestras quedaron espaciadas hasta por dos meses por razones ajenas a nuestra voluntad. Se agregó además aquí, una muestra de captura comercial correspondiente a febrero de 1983, con el objeto de dar un poco más de actualidad al presente estudio, esto totaliza 16 muestras que constituyen el material principal con que se desarrolló el presente trabajo.

### 2.3. Precisión de las lecturas de edad.

Para determinar el grado de consistencia o precisión con que las lecturas de edad fueron realizadas en el presente trabajo, se hicieron tres lecturas independientes para cada muestra, sobre tres muestras seleccionadas de manera que quedaran espaciadas aproximadamente un año. A estas muestras de lecturas se les calculó el porcentaje de error promedio (APE), según el método descrito por Beamish & Fournier (1981). Todas las lecturas independientes fueron

realizadas por el autor en distintos días. Cada lectura de edad que se realizó en este análisis, estuvo basada sobre cinco conteos sucesivos por cada organismo, decidiéndose cada vez por el valor más frecuente observado para constituir una sola lectura de edad, hecho esto tres veces en forma independiente, se obtuvieron las tres lecturas antes mencionadas para esta prueba. El porcentaje de error promedio APE es definido según la siguiente ecuación:

$$APE = \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \frac{X_{ij} - X_j}{X_j} (100) \quad \text{----- (1)}$$

Donde  $X_{ij}$ , es la iésima determinación de la edad de la jésima almeja; R es el número de veces que la edad es tomada y  $X_j$  es la edad promedio tomada para la jésima almeja.

Además se calculó el coeficiente de variación (V), propuesto por Chang (1982), el cual es la desviación estándar representada como una fracción de la media en porcentaje. Puede ser obtenida reemplazando el promedio absoluto de desviación de la media aritmética de la edad en la ecuación (1) por la desviación estándar:

$$V = \left( \frac{(\sum X_{ij} - X_j)}{R(R-1)} \right)^{1/2} / X_j \quad \text{----- (2)}$$

El porcentaje de error contribuido por cada observación

puede ser calculado por el índice de precisión (D), el cual equivale a la raíz cuadrada de  $V/R$ . El índice de error  $D_j$  para cada observación, multiplicado por el promedio de edad de cada observación, nos da el porcentaje de error contribuido a cada observación.

Las muestras elegidas para esta prueba fueron las siguientes: agosto de 1978, agosto de 1979 y septiembre de 1980. A las tres muestras se les calculó para cada organismo su APE,  $V$ , y  $D$ , así como sus respectivos promedios por muestra. Para calcular y comparar el porcentaje de error entre organismos jóvenes y viejos, se unieron las tres muestras y se separaron los organismos menores o iguales a 21 años de edad de los mayores de 21 años en dos grupos (A y B respectivamente), con el objeto de comparar sus APE,  $V$  y  $D$  promedio entre los grupos. Esta separación se hizo de este modo debido al escaso número de almejas que se presentaron en las clases de edad comprendidas entre los 18 y los 23 años de edad en todas las muestras, por lo que no se consideró conveniente en este caso, hacer las comparaciones entre cada clase de edad presente en las muestras. Por último cabe señalar que, en las muestras que no se incluyeron en este análisis, la edad fue tomada como el valor más frecuente de las 5 observaciones en una sola lectura; mientras que en las muestras que se aplicó la prueba de precisión y error, la edad fue basada en el valor

promedio obtenido de las tres lecturas, redondeándolo al valor entero más cercano.

#### 2.4. - Determinación de la edad.

El método usado para la determinación de la edad y las técnicas empleadas, fueron anteriormente descritas por Weymouth (1923), y enriquecidas por Fitch (1965). En todas las muestras se seleccionó una sola valva para el análisis de edad. En algunos casos una concha podría presentar alguna marca causada localmente por algún golpe que la otra concha no tuviese, en estos casos se elegía la concha que estuviera libre de estas marcas. Las valvas fueron seccionadas desde la región del umbo hasta la región marginal de la concha, en forma perpendicular al eje mayor. El corte fué hecho con una sierra eléctrica marca HP 10 TSB con punta de diamante. Una vez hecho el corte, se pulió esta superficie con ayuda de una pulidora giratoria marca Buehler SPM de 1140/550 RPM, usando distintos tamaños de abrasivos en forma gradual, desde el 120 G hasta el 600 G en tamaño de grano, de esta manera los anillos quedaban más distinguibles. Debido a la dificultad para "leer" los anillos de reciente formación en las almejas más viejas, se tomó la sección de concha cortada que no se pulió y se le aplicó un pequeño corte en la región marginal (2 cm aprox.), similar al método empleado por Fitch (1965), para analizarlo

a transluz con ayuda de un estereoscopio (100 X) y luz blanca. La apreciación de los primeros anillos se hizo a simple vista hasta el anillo marginal más distinguible, en seguida era analizado el pequeño corte del margen tomando en cuenta el último anillo incluido en el conteo a simple vista. La apreciación de los pequeños cortes a través de la luz blanca en el estereoscopio, era de pequeñas líneas alternas entre tonos opacos y translucidos; la región translúcida indica la formación del anillo y la región opaca el periodo de crecimiento de la concha o la mayor depositación de  $\text{CaCO}_3$ . En los últimos anillos de los organismos más viejos, la depositación de  $\text{CaCO}_3$  es casi nula, predominando durante la mayor parte del año la formación de bandas translúcidas de matriz orgánica. En este análisis de la zona marginal de la concha, el conteo se basó en las cada vez más delgadas bandas opacas, las cuales representan como anteriormente se había señalado, el período de máximo crecimiento de la concha durante cada año, separando a las regiones translúcidas de no-depositación de mineral o "anillos de crecimiento". El último anillo o de más reciente formación, fué incluido en los conteos, sin importar la época del año en que éste pudiera encontrarse justo en el margen de la concha.

## 2.5. - Clasificación de datos y pruebas preliminares.

Una vez obtenidos los datos de edad, se procedió a definir el tipo de estadística a usar, para efectuar las comparaciones y pruebas que se requieren para alcanzar los objetivos 2 y 3. Debido a que en algunas ocasiones los muestreos se espaciaron más de 2 meses y con el objeto de trabajar con tamaños de muestra mayores, se decidió agrupar las muestras en períodos semestrales para el análisis de la edad contra las demás variables y su cambio en el tiempo. Los períodos semestrales quedaron definidos entonces de la siguiente manera: Período I, abarca las muestras colectadas entre los meses 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. Otra observación importante que se hizo sobre la edad, fué la presencia de dos modas de edad claramente marcadas, con una escasez notable de las almejas de edad intermedia entre estas dos modas, por lo que se decidió analizar estas dos modas o grupos de almejas, separando a los organismos menores de 21 años como grupo A y a los mayores o iguales de 21 años se le denominó grupo B.

Una vez reagrupados los datos de la manera antes señalada, se procedió a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov para bondad de ajuste a la distribución

normal, sobre cada uno de los periodos semestrales para las variables de tallas, pesos de la carne y concha, y edad, así como para los grupos de edad. Todas las pruebas estadísticas que se emplearon, fueron tomadas de los textos de Sokal and Rohlf (1969), y Hollander and Wolfe (1973). Los cálculos matemáticos fueron realizados con la ayuda de una computadora PRIME 400 propiedad del Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE). El resultado de la prueba en la mayoría de los casos en que se aplicó resultó negativa, por lo que se decidió entonces por el uso de estadística no-paramétrica.

#### 2.6. - Comparaciones entre sexos, períodos y grupos de edad.

Para detectar posibles diferencias significativas entre las variables con respecto al sexo, se realizó una prueba de Mann-Witney para cada período por variable. El resultado preliminar de esta prueba indica que no existen diferencias significativas entre los sexos, por lo cual se continuaron los análisis sin diferenciación de sexos. Con el objeto de observar si existen diferencias significativas en las distribuciones de pesos y tallas entre los dos grupos de edad, se aplicaron pruebas de Mann-Witney para cada período. Por otro lado para observar la variación de los datos en el tiempo de la captura en general y de cada grupo de edad por

separado, se aplicaron pruebas de Kruskal-Wallis para cada variable, como un equivalente no-paramétrico del análisis de varianza de 1 vía. En el análisis comparativo de pesos entre los 2 grupos de edad, fué necesario estandarizar los pesos a una talla específica, eligiéndose para este caso las almejas comprendidas entre 11.0 y 11.9 cm por ser las clases mas numerosas y representativas de estos dos grupos en la captura comercial. Se realizó una prueba de Mann-Witney para ésta comparación en datos del año de 1979 completo. El mismo análisis fué practicado con los pesos de la concha.

#### 2.7. - Crecimiento.

Se calculó aquí la curva de crecimiento de las almejas de la captura comercial, con el objeto de poder comparar con otras investigaciones realizadas en este campo. En este caso se incluyeron en el análisis las clases de edad comprendidas entre los 9 y los 34 años de edad. El criterio con que se definió las clases de edad 9 y 34 como límites para este análisis, es completamente subjetivo. Con los promedios obtenidos de talla para cada clase de edad en el análisis, se procedió a calcular los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy (1938). Esta ecuación es considerada como uno de los modelos que mejor refleja el crecimiento de la mayoría de las especies de animales

superiores y ha sido usada para los cálculos de rendimientos por recluta de almeja pismo por Tomlinson (1968). La ecuación de von Bertalanffy se enuncia como sigue:

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)}) \quad \text{----- (3)}$$

Donde  $L_t$ , es la longitud estimada de un organismo a un tiempo  $t$ ;  $L_{\infty}$ , es la longitud máxima teórica que un organismo puede alcanzar;  $t_0$ , es una constante de integración;  $k$ , es la constante de crecimiento.

En observaciones previas de la estructura por edades y tallas de la captura comercial, se apreció que un amplio rango de edades de la captura se encuentran completamente reclutadas a la pesca (alrededor de 20 clases de edad), y que el rango de tallas de la captura es relativamente estrecho para el número de clases de edad que se encuentran dentro de éste, así como la escases de datos con que algunas clases quedaron representadas y el pequeño número de años en que se basan los promedios de cada clase de edad. En base a éstas últimas apreciaciones, se procedió a calcular los parámetros  $k$  y  $L_{\infty}$  de la ecuación de crecimiento, basándose en tres distintas agrupaciones de los datos de la manera que a continuación se describe: En el primer ajuste de datos que se realizó, se utilizaron los promedios de cada clase anual tal como se presentaron. El segundo ajuste, se basó en los

promedios de talla de los datos agrupados en clases bianuales, y por último, se agruparon los datos en clases trianuales para calcular una tercera curva.

Para el cálculo de  $t_0$ , se utilizó la siguiente ecuación obtenida al despejar  $t_0$  de la ecuación de crecimiento.

$$t_0 = t + \frac{1}{K} \ln \frac{L_{\infty} - Lt}{L_{\infty}} \quad \text{-----4)}$$

Se calculó un  $t_0$  para cada edad incluida en el análisis y un promedio de ésta, utilizando en los cálculos la  $K$  y  $L_{\infty}$  respectivas, previamente calculadas.

#### 2. B. - Mortalidad.

Se analizó la mortalidad, en base al análisis del coeficiente instantáneo de mortalidad total ( $Z$ ), para cada una de las clases anuales del limbo derecho de las curvas de pesca de los años 1978, 1979 y 1980, calculados a partir de las muestras que se obtuvieron durante esos años y las capturas totales anuales en número de almejas. Si bien el número de años que se requiere para poder calcular un coeficiente de mortalidad promedio no resulta en este caso suficiente, un aumento en la mortalidad anual de una o varias clases anuales durante este período puede ser indicativo de un rápido agotamiento del recurso. Es por

esto que se considerará en este análisis, solo a las clases mas representativas en la captura. Para el cálculo de Z no se consideraron las fluctuaciones de la captura por unidad de esfuerzo que pudieran existir, por lo tanto se calculó Z según el método señalado por Riker (1975):

$$Z_i = \ln \frac{N_i}{N_{i+1}} \quad \text{-----} 5)$$

Donde  $Z_i$  es el coeficiente instantáneo de mortalidad total para la clase "i".  $N_i$ , es el número de almejas de la clase "i" capturadas en el año.  $N_{i+1}$ , es el número de almejas de la clase "i" capturadas durante el siguiente año.

Para este cálculo de la mortalidad, es necesario tener en cuenta las suposiciones que implica el modelo matemático empleado. Entre algunas de las muchas implicaciones que señala el autor antes mencionado, son dignas de mencionar aquí a tres de las mas importantes como son, el que la captura comercial sea representativa de la población en las clases anuales importantes; que las tasas de mortalidad son constantes con respecto a la edad y que el reclutamiento es constante. generalmente éstas suposiciones suelen no cumplirse. Es posible, además, que la mortalidad de cada clase anual varíe eventualmente, de acuerdo a variaciones de algún otro factor limitante, ya sea a corto o a largo plazo, sobre todo cuando ésta especie es explotada o depredada severamente.

Con el objeto de profundizar en el análisis de mortalidad, se empleó además, el método de regresión basado en la curva de captura, según lo describe el mismo Ricker (1969, 1975) y lo detalla Erhardt (1981). Este método se basa en la ecuación básica que relaciona la abundancia de edades sucesivas de un mismo cohorte:

$$N_t = N_0 e^{-zt} \quad \text{----- (6)}$$

Donde  $N_t$ , es el número de individuos a una edad  $t$ ;  $N_0$ , es el número de individuos en condiciones de población no explotada (población virgen);  $Z$ , es el coeficiente instantáneo de mortalidad total y  $t$  es el tiempo.

Según la teoría,  $N_t$  puede ser representada como un índice, como por ejemplo la captura por unidad de esfuerzo. En este caso se usaron únicamente la captura en número como indicador de abundancia y la gráfica que resulta de la ecuación anterior, a partir de la primera edad totalmente reclutada, es para cada una de las edades posteriores, un limbo descendente en forma exponencial.

La ecuación (6), se puede transformar por medio de logaritmos, en una relación lineal de la manera siguiente:

$$\ln(N_t) = \ln N_0 - zt \quad \text{----- (7)}$$

Donde  $Z$  se estima directamente como la pendiente.

### 3. - RESULTADOS

#### 3.1. - Determinación de edad y prueba de precisión.

Los resultados de la prueba de precisión y error con que se trabajó en la toma de lectura de edad, se resumen en la tabla II. En las tres muestras en que se aplicó la prueba, el APE promedio resultó inferior al 3% por lo que los promedios fueron considerados iguales.

Por otra parte observando los valores de el APE, V y D, entre los dos grupos de edad, se nota un ligero aumento entre las almejas con menos de 21 años, respecto de las almejas mayores de 21 años. Una observación importante, fué que ciertas almejas presentaron algunas irregularidades en la formación de los anillos de crecimiento, o bien, que estos no fueron claramente distinguibles de otras bandas oscuras parecidas a simple vista, pero que son formadas por disturbios diversos a lo largo de un año. En la mayoría de las almejas (98%), la banda o anillo de crecimiento, fué claramente distinguible siendo precedida comunmente por una banda más delgada. Estas bandas se presentaban en sucesión, por lo general en forma regular. En algunas almejas no aparecía en ocasiones la banda delgada, o no era perceptible a simple vista, quedando solo la banda mayor de crecimiento la cual en esos casos resultaba más nítida. De 1406 almejas analizadas, solamente se deshecharon 38 almejas a las que

TABLA II.

Resultados de la prueba de precisión y error de las lecturas de edad, en muestras de captura comercial de almeja pismo y entre los grupos de edad en que se dividió el análisis (ver texto).

MUESTRA	APE	V	D
Agosto 1978	2.42	2.94	1.69
Agosto 1979	2.60	3.72	1.83
Sept. 1980	2.11	2.60	1.49
Grupo A	3.44	4.18	2.37
Grupo B	2.07	2.54	1.48

APE = Porcentaje de error promedio.

V = coeficiente de variación.

D = índice de precisión.

fué imposible determinar su edad, debido a las irregularidades que presentaron en la formación de los anillos de crecimiento y por el error que pudieran haber introducido en los presentes resultados.

### 3.2. - Pruebas estadísticas preliminares.

Respecto al tipo de distribución de los datos, en la tabla III se presentan los resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov para bondad de ajuste a la distribución normal. En todos los casos, la hipótesis de que los datos se ajustan a ese modelo es rechazada al 5% de significación. En las tablas IV y V, se presentan los resultados de la misma prueba de normalidad, pero para los dos grupos de edad por separado. En el grupo de edad de almeja joven (grupo A, tabla IV), hubo rechazo de normalidad en los períodos I, III y IV para todas las variables, pero en el período II no existió rechazo de la hipótesis nula en tres variables, con la excepción de la edad que no se distribuyó normal en este ajuste. En el grupo de almeja más vieja (grupo B, tabla V), hubo rechazo total en los 4 períodos sobre edad y peso de la concha, pero en tallas y pesos de la carne, solo hubo rechazo en los períodos I, II y IV, y en los períodos I y IV respectivamente. Debido a que en el 100% de los casos ocurrió rechazo de normalidad para los datos de edad, así como para la mayoría de las ocasiones sobre las demas

TABLA III

Valores del estadígrafo de Kolmogorov-Smirnov  
 en pruebas de ajuste a la distribución normal,  
 para los diferentes períodos y variables.  
 (Se incluyen todas las edades).

PERIODOS FECHA	I Jl-Dc. 78	II Fb-Jl. 79	III Ag-Dc. 79	IV En-Sp. 80
TAJ LA	0.1041	0.1048	0.0874	0.1143
P. CARNE	0.0642	0.0575	0.0860	0.0955
P CONCHA	0.1137	0.1044	0.0991	0.1416
EDAD	0.2138	0.2236	0.1784	0.1812
N	457	278	272	208
P < 0.05 Hip. nula rechazada en todos los casos.				

TABLA IV.

Valores del estadígrafo de Kolmogorov-Smirnov, en pruebas de ajuste a la distribución normal, para los diferentes períodos y variables, en alnejas menores de 21 años de edad (grupo A).

PERIODO FECHA	I J1-Dc. 78	II Fb-J1. 79	III Ag-Dc. 79	IV En-Sp. 80
TALLA	0.1257*	0.0780 ns	0.1449*	0.1670*
P. CARNE	0.0936*	0.0810 ns	0.1055*	0.1351*
P. CONCHA	0.1246*	0.0783 ns	0.1167*	0.1359*
EDAD	0.1924*	0.0982*	0.1018*	0.1019*
N	93	87	107	79
ns= no significativo. * = P < 0.05				

TABLA V.

Valores del estadígrafo de kolmogorov-smirnov, en pruebas de ajuste a la distribución normal, para los diferentes períodos y variables, para almejas mayores o iguales de 21 años de edad (grupo B).

PERIODO FECHA	I J1-Dc. 78	II Fb-J1. 79	III Ag-Dc. 79	IV En-Sp. 80
TALLA	0.0908*	0.0924*	0.0617 ns	0.0867*
P. CARNE	0.0702*	0.0577 ns	0.0661 ns	0.0997*
P. CONCHA	0.1032*	0.0878*	0.0706*	0.1264*
EDAD	0.1237*	0.1077*	0.0914*	0.1127*
N	364	191	165	129
ns = no significativo. * = $P < 0.05$				

variables, fué usada estadística no-paramétrica, para efecto de las comparaciones que se realizaron entre períodos, grupos de edad y sexo.

### 3.3. - Análisis entre sexos.

Los resultados de la prueba de Mann-Witney aplicada a los sexos, se resumen en la tabla VI, en donde se puede ver que no existe diferencia significativa en la distribución de las variables entre los dos sexos, a excepción del peso de la carne en el período I, donde se observa que el peso de los machos, es ligera pero significativamente mayor que el peso de las hembras. Debido a que no se detectó ninguna otra diferencia significativa entre las variables de los dos sexos, los demás análisis fueron llevados a cabo sin diferenciación de sexos.

### 3.4. - Estructura de la población por edades y tallas.

En la tabla VII se presentan las frecuencias observadas de edad para cada muestra de la captura comercial incluida en el presente estudio. Nótese el amplio rango de edades que se presenta en la captura comercial, así como la presencia de dos modas de edad de mayor abundancia y una gran escasez de almeja de edad intermedia entre estas dos modas. El organismo más joven que se le determinó edad

TABLA VI.

Valores del estadígrafo U de la prueba de Mann-Witney, para comparaciones entre sexos, en cada variable y en cada período.

PERIODO FECHA	I J1-Dc. 78	II Fb-J1. 79	III Ag-Dc. 79	IV En-Sp. 80
TALLA	60514.0	6407.0	10246.0	2848.0
P. CARNE	62277.5*	6798.0	10232.5	2817.5
P. CONCHA	60969.5	6638.0	10610.5	2928.0
EDAD	57769.0	6337.0	10658.0	2982.0
N (MACHOS)	270	71	98	50
N (HEMBRAS)	166	113	126	61
* = $P < 0.05$ (Ho. se rechaza).				

TABLA VII.

Frecuencias de edad en las muestras de captura comercial de almeja pismo (*T. stultorum*), utilizadas en este estudio.

Año	-1978-				-----1979-----				-1980-				-----1983-----					
Mes	Jl	Ag	Dc	Nv	Dc	Fb	Kr	My	Jl	Ag	Sp	Dc	Dc	En	Mr	Jn	Sp	Fb
edad-																		
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
7	0	0	0	2	0	0	2	1	4	0	1	0	0	0	1	0	0	2
8	0	1	2	2	1	0	0	7	2	2	2	0	0	1	0	0	2	3
9	0	0	1	2	1	2	1	0	4	2	4	0	1	0	0	0	1	16
10	4	0	0	1	1	0	1	3	2	2	4	1	1	1	6	1	3	6
11	1	0	2	0	0	0	2	6	3	2	0	0	2	1	3	2	4	4
12	1	1	0	1	5	2	3	3	3	3	7	3	4	5	2	0	6	5
13	1	2	0	2	0	1	0	2	3	1	3	3	1	1	2	1	3	6
14	5	6	2	2	10	2	1	2	3	2	2	9	2	3	5	2	7	4
15	3	3	1	3	3	1	2	2	4	1	10	8	1	3	9	1	5	4
16	3	1	0	1	1	1	1	1	2	0	4	3	1	1	6	2	2	3
17	1	3	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	2	4	1	0	1
18	1	1	1	0	1	0	2	1	2	0	0	2	0	0	3	1	1	2
19	1	0	2	0	1	0	1	1	0	1	2	2	0	1	2	0	1	0
20	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	1	3	2	2	0
21	6	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1
22	3	0	2	1	0	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	0	4	1
23	5	1	3	1	0	2	1	1	0	1	1	8	1	1	0	1	4	0
24	6	1	6	2	2	5	2	2	2	3	1	5	1	4	1	2	7	1
25	6	3	12	8	3	5	3	2	3	0	2	2	1	6	3	4	5	0
26	10	11	15	11	6	6	8	9	4	4	2	5	4	4	0	6	5	0
27	15	10	18	7	5	6	8	11	1	8	4	8	3	8	5	6	2	0
28	18	7	13	10	15	9	6	7	4	7	4	3	8	7	2	12	3	1
29	8	8	16	7	9	10	3	14	4	10	6	1	10	7	4	10	1	6
30	3	5	8	9	2	7	5	7	3	7	2	3	6	5	5	5	3	3
31	1	2	11	3	2	7	5	2	0	2	3	0	5	3	1	5	0	5
32	1	6	3	3	4	4	1	4	1	1	3	1	8	1	2	2	0	3
33	2	0	1	2	4	0	0	2	1	4	2	0	0	0	0	1	0	1
34	1	1	1	2	1	0	1	2	2	0	0	0	3	1	0	0	0	0
35	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
36	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	108	75	127	83	80	73	60	95	57	67	71	73	65	69	72	69	73	79

tenía 5 años y la almeja más vieja que se pudo leer tenía 43 años al momento de su captura. En la tabla VIII, se muestran las frecuencias de longitudes en cada una de las muestras incluidas.

En la figura 2 se puede observar la estructura por edades de las capturas comerciales correspondientes al segundo semestre de 1978 (periodo I), a este nivel 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, la estructura de edad que se observa en la captura comercial (fig. 3), muestra cambios en la distribución porcentual de las clases de menor edad con respecto de las mayores, aumentando su abundancia relativa hasta un 31% aproximadamente. Durante el segundo semestre de 1979 (periodo III) la situación cambió, observándose un incremento de la abundancia relativa de los grupos de edad más jóvenes con respecto a los organismos de más edad (fig. 4). En este semestre el 42% de la captura total correspondió a individuos menores de 21 años, mientras que en los periodos anteriores fué como se mencionó del orden del 22%. Durante el primer semestre de 1980, la proporción entre almeja menor y mayor de 21 años se mantiene

TABLA VIII.  
 Frecuencia por clase de longitud, para muestras de captura  
 comercial de almeja pismo (T. stultorum),  
 incluidas en este estudio.

Año	-1978-				-1979-				-1980-				-1983-					
Mes	Jl	Ag	Oc	Nv	Dc	Fb	Mr	My	Jl	Ag	Sp	Oc	Dc	En	Mr	Jn	Sp	Fb
Intervalo																		
9.0-9.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.5-9.9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.0-10.4	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	15
10.5-10.9	1	2	11	4	1	3	3	6	10	3	6	6	2	6	8	6	12	18
11.0-11.4	20	19	28	9	11	13	7	15	8	13	25	20	6	22	29	9	16	16
11.5-11.9	20	24	27	19	20	21	16	22	17	15	11	15	6	11	13	16	17	10
12.0-12.4	24	18	21	14	16	9	10	15	8	9	9	12	20	7	11	13	9	4
12.5-12.9	15	6	16	14	10	12	8	11	7	12	10	11	7	7	6	10	5	4
13.0-13.4	14	4	10	13	10	5	8	12	4	10	8	2	14	5	2	6	6	1
13.5-13.9	6	4	3	11	6	7	3	7	0	1	2	5	3	9	2	3	3	0
14.0-14.4	7	0	6	2	3	2	5	3	1	3	1	2	6	1	0	4	1	0
14.5-14.9	0	1	1	4	2	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1
15.0-15.4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
15.5-15.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
N	103	78	119	90	80	73	60	94	56	66	72	73	65	69	72	69	74	82

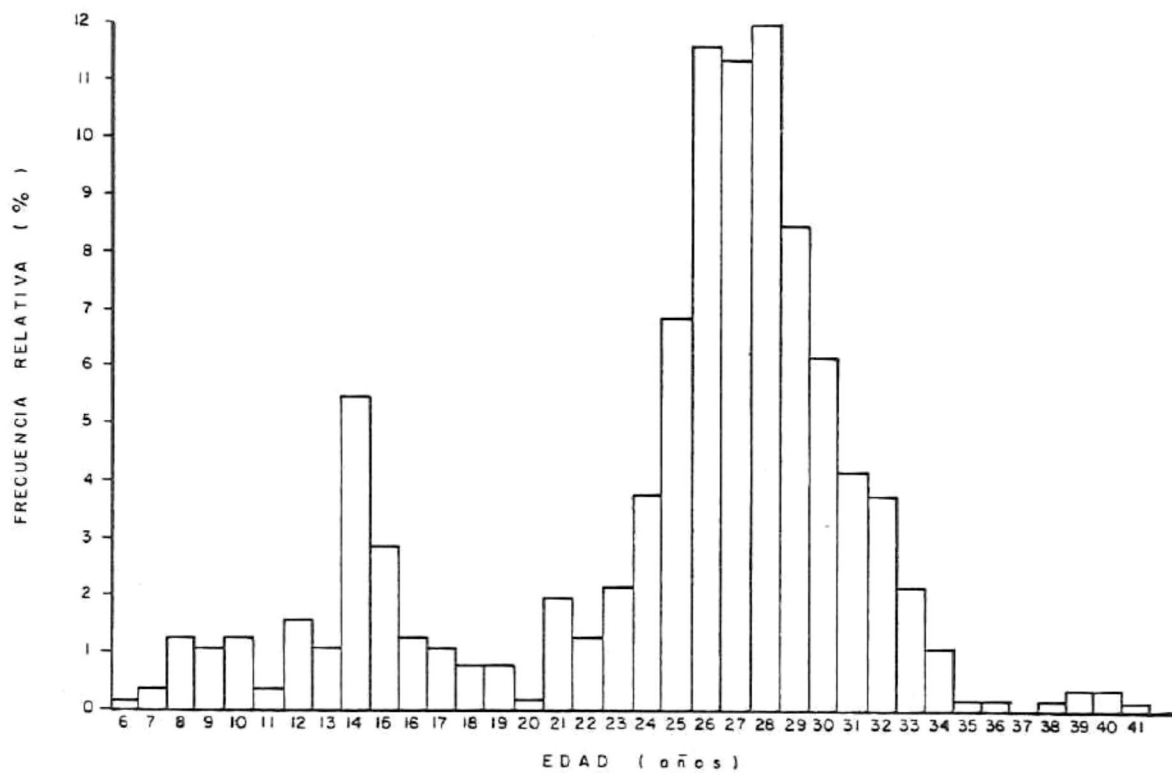


FIG. 2 - FRECUENCIA RELATIVA POR GRUPO DE EDAD EN MUESTRAS DE CAPTURA COMERCIAL DE ALMEJA PISMO (*T. stultorum*), COLECTADAS DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DE 1978.

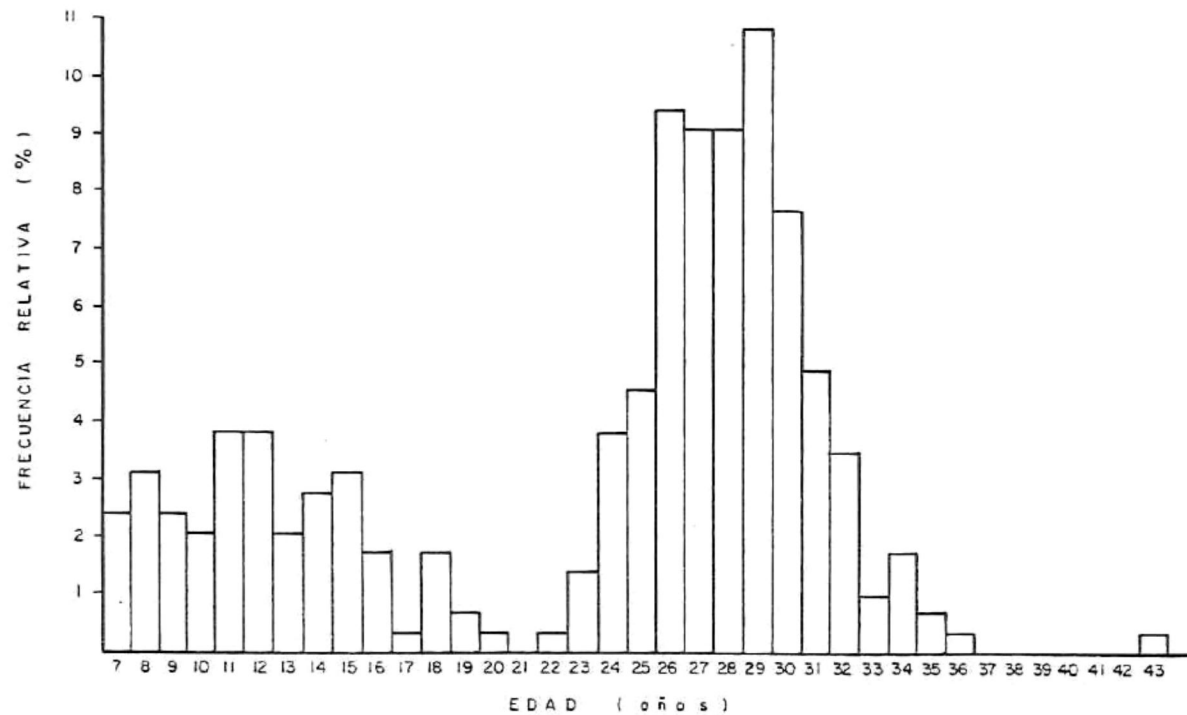


FIG. 3 - FRECUENCIA RELATIVA DE EDAD PARA LAS MUESTRAS DE CAPTURA COMERCIAL DE ALMEJA PISMO (T. stultorum), CORRESPONDIENTES AL PRIMER SEMESTRE DE 1979.

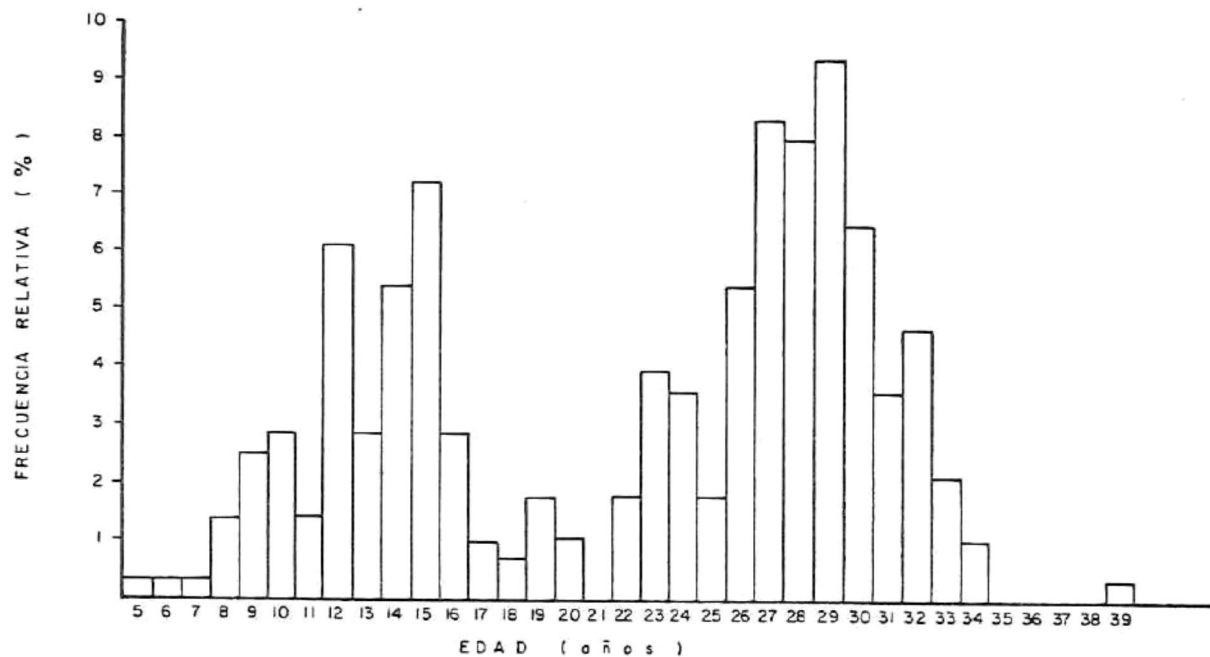


FIG. 4 = FRECUENCIA RELATIVA DE EDAD EN MUESTRAS DE CAPTURA COMERCIAL DE ALMEJA PISMO (T. stultorum) CORRESPONDIENTE AL SEGUNDO SEMESTRE DE 1979.

casi igual al semestre anterior, disminuyendo ligeramente del 42% al 40% la abundancia de las almejas menores de 21 años, observandose unicamente diferencias entre las clases de edad en particular (fig. 5).

En las figuras 6 y 7 se observa la estructura por edades y tallas correspondientes a febrero de 1983. A este nivel, se observa en la composición por edades, la casi desaparición de las almejas más viejas que predominaron en más del 70% en la captura de 1978. El estado que se presenta en esta muestra es de que más del 70% de la almeja no excedió los 21 años de edad; además la moda de abundancia de los organismos de más edad se encuentra más recorrida hacia la derecha, debido a que estos grupos cuentan ya con 3 a 5 años más que en el periodo 1978-1980. En la figura 7, se observa como predominan las clases 10.0, 10.5 y 11.0 cm, además de que ninguna almeja excede los 13.5 cm de longitud.

En las figuras 8, 9, 10 y 11 se puede observar la distribución relativa de tallas entre los dos grupos de edad para cada uno de los 4 períodos. Observese como en 1978, las clases de abundancia principales fueron en orden de importancia la 12.0 y la 11.5 cm tanto en la distribución total, como en ambos grupos de edad. Además es notable la escasez de almeja del grupo A, mayor de 12.5 cm así como la

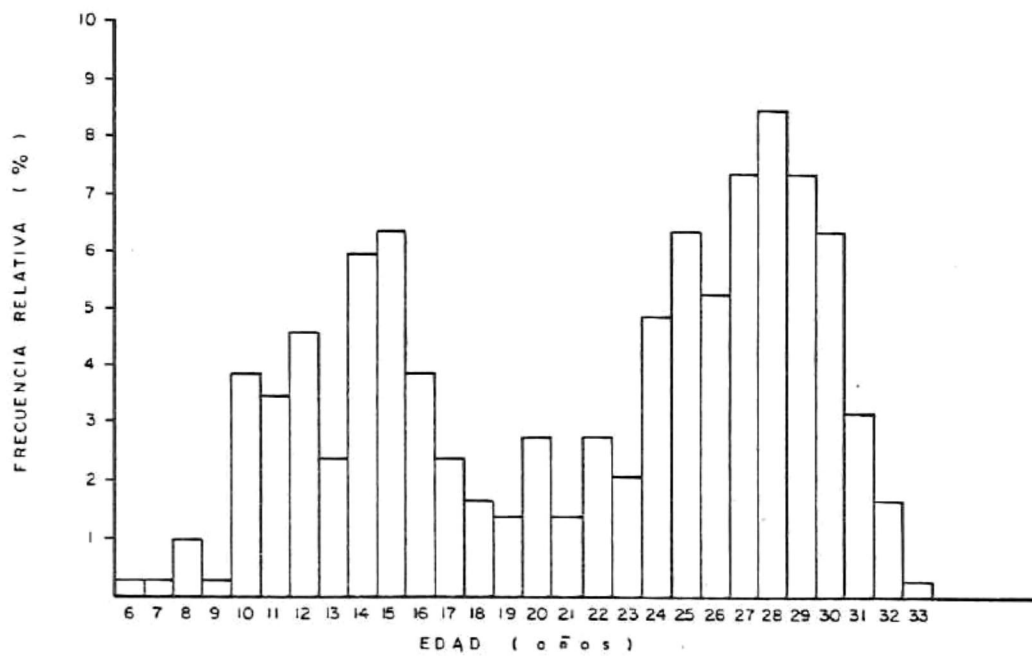


FIG. 5 - FRECUENCIA RELATIVA POR GRUPO DE EDAD EN MUESTRAS DE CAPTURA COMERCIAL DE ALMEJA PISMO (T. stultorum) COLECTADAS DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DE 1980.

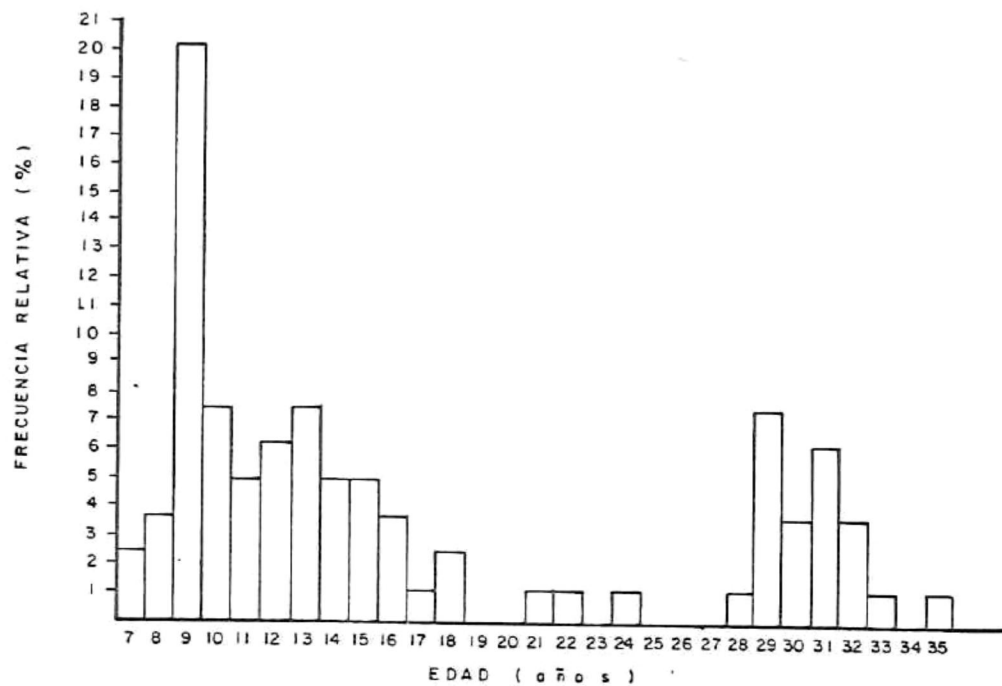


FIG. 6 - FRECUENCIA RELATIVA DE EDAD EN UNA MUESTRA DE CAPTURA COMERCIAL DE ALMEJA PISMO (*T. stultorum*) COLECTADA EN FEBRERO DE 1983.

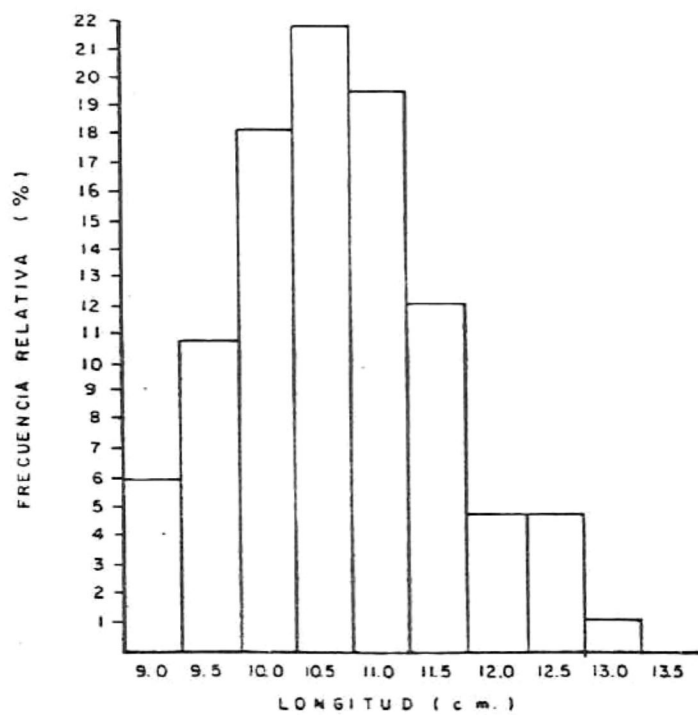


FIG. 7 - FRECUENCIA RELATIVA DE LONGITUD PARA UNA MUESTRA DE CAPTURA COMERCIAL DE ALMEJA PISMO (*T. stultorum*) CORRESPONDIENTE A FEBRERO DE 1983.

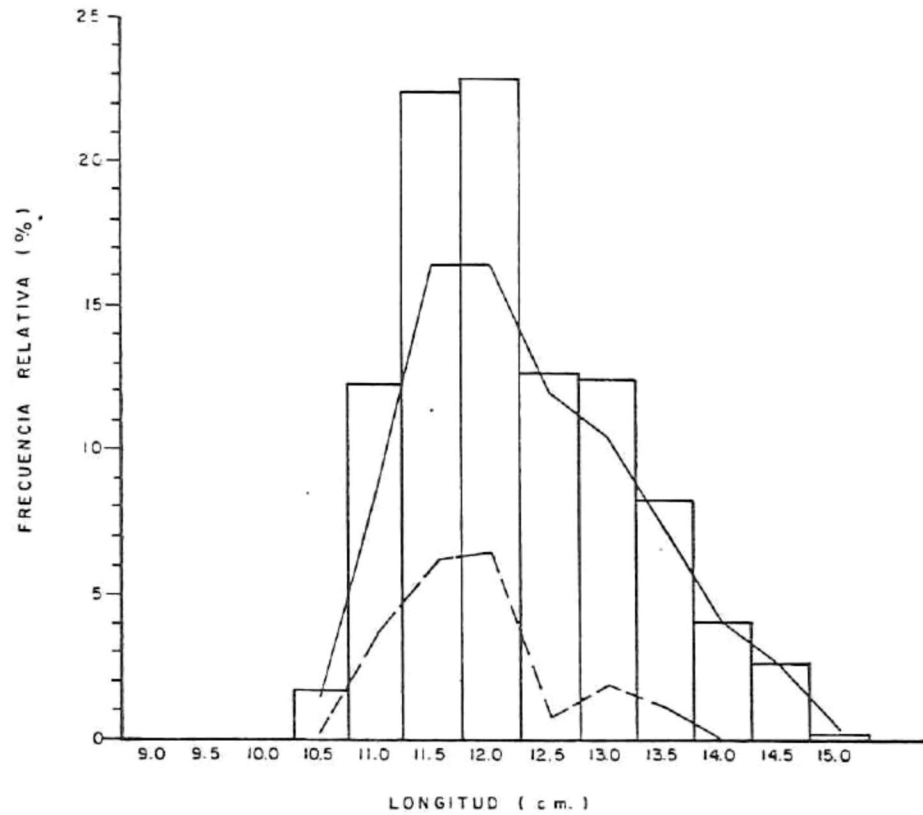


FIG. 8 - DISTRIBUCION DE FRECUENCIA RELATIVA POR CLASE DE LONGITUD PARA EL TOTAL DE (*T. stultorum*), COLECTADAS DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DE 1978 (HISTOGRAMA) Y DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS ALMEJAS MENORES DE 21 AÑOS (LINEA PUNTEADA) Y MAYORES O IGUALES DE 21 AÑOS (LINEA CONTINUA).

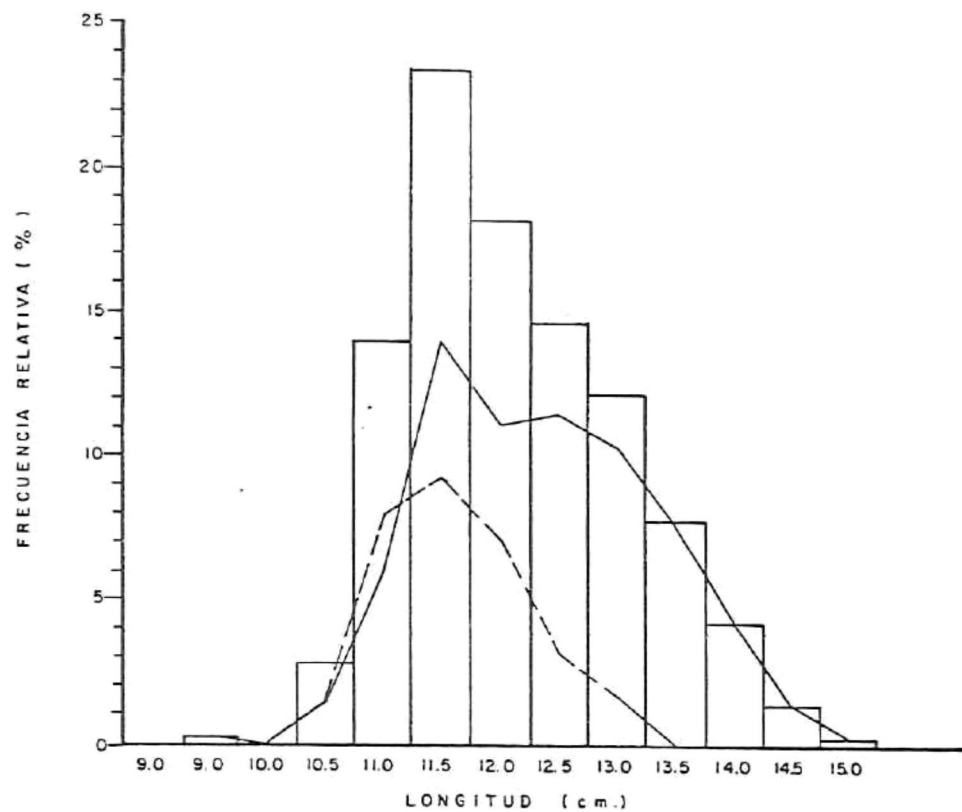


FIG. 9 - DISTRIBUCION DE FRECUENCIA RELATIVA POR CLASE DE LONGITUD, PARA EL TOTAL DE (*I. stultorum*) COLECTADAS DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DE 1979 (HISTOGRAMA) Y DISTRIBUCION PORCENTUAL DE ALMEJA MENORES DE 21 AÑOS (LINEA PUNTEADA) Y MAYORES O IGUALES DE 21 AÑOS (LINEA CONTINUA).

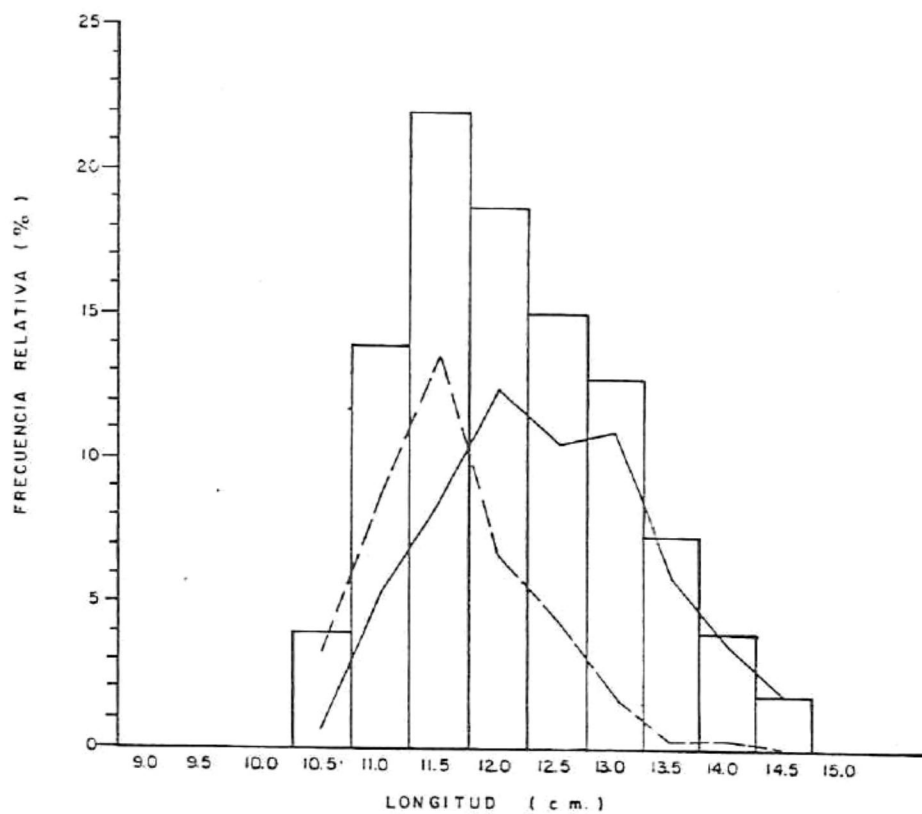


FIG. 10 = DISTRIBUCION RELATIVA POR CLASE DE LONGITUD PARA EL TOTAL DE (T. stultorum) CORRESPONDIENTE AL SEGUNDO SEMESTRE DE 1979 (HISTOGRAMA) Y DISTRIBUCION PORCENTUAL DE ALMEJAS MENORES DE 21 AÑOS ( LINEA PUNTEADA ) Y MAYORES O IGUALES DE 21 AÑOS ( LINEA CONTINUA ).

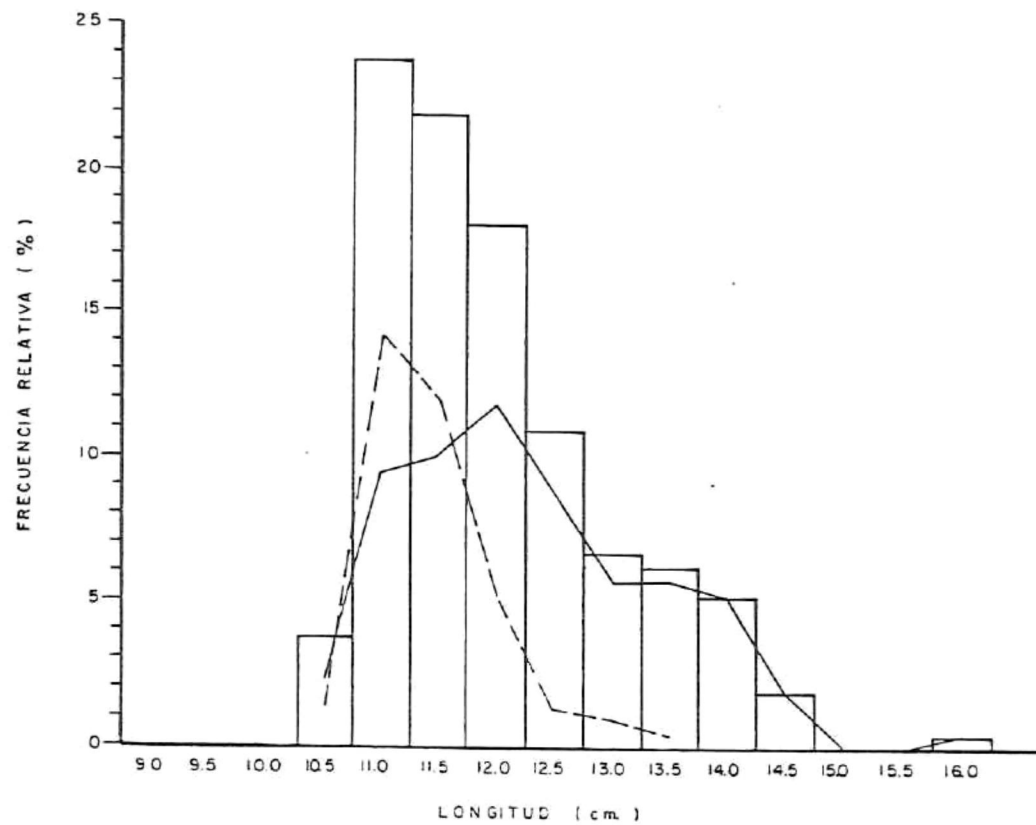


FIG. 11 - DISTRIBUCION DE FRECUENCIA RELATIVA POR CLASE DE LONGITUD PARA EL TOTAL DE (*T. stultorum*) COLECTADA DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DE 1980 (HISTOGRAMA) Y DISTRIBUCION PORCENTUAL DE ALMEJAS MENORES DE 21 AÑOS (LINEA PUNTEADA) Y MAYORES O IGUALES DE 21 AÑOS (LINEA CONTINUA).

desproporcionalidad en abundancia entre los 2 grupos. En el primer semestre de 1979, el grupo A ha aumentado en forma notable su abundancia relativa, sobre todo en la clase 11.0 cm, la cual rebasó en abundancia al otro grupo de edad. En el segundo semestre de 1979, el grupo A domina ya las tallas más pequeñas, siendo la clase 11.5 cm la de mayor abundancia durante 1979. Para el primer semestre de 1980, la situación es similar al período anterior y la disminución de la talla continua, siendo a este nivel la clase 11.0 cm la de mayor abundancia donde prevalece el dominio de almeja joven. Observese como las clases de tallas mayores donde todo el tiempo dominó la almeja de mayor edad, ha ido disminuyendo su porcentaje de abundancia al transcurrir el tiempo.

### 3.5.- Análisis comparativo entre períodos y grupos de edad.

En las observaciones anteriores de la estructura por edades y tallas de la captura comercial, se han descrito los cambios que parecieron más importantes entre los períodos, el resultado de la prueba de Kruskal-Wallis entre los períodos para cada variable (Tabla IX), indica que existen cambios significativos entre los períodos para cada variable. Los promedios de estas variables son usados aquí, únicamente como indicadores de la tendencia que observan los datos, pues la prueba de Kruskal-Wallis no se usa para

TABLA IX.

Promedios respectivos de las variables en cada período y valores del estadígrafo H de la prueba de Kruskal-Wallis para comparaciones entre períodos.  
(Se incluyen todas las edades).

PERIODO FECHA	I J1-Dc78	II Fb-J179	III Ag-Dc79	IV En-Sp80	H
LONGITUD cm	12.22	12.13	12.13	11.99	0.007959*
P. CARNE gr	64.99	66.70	69.94	64.98	0.000018*
P. CONCHA gr	348.34	329.44	328.74	316.35	0.000000*
EDAD años	24.9	23.2	22.3	21.6	0.002291*

\* = P < 0.05

comparación de medias. La tendencia que se observa de estos promedios, es hacia la disminución en general. En la tabla X, se observa los resultados de las comparaciones múltiples correspondientes a la tabla IX, en tallas únicamente difirió de los demás el período IV, siendo menor su promedio. En los pesos de la carne, el período III se distinguió en forma significativa por su mayor peso.

En el análisis de los pesos de la concha (tabla X), todas las comparaciones resultaron significativas, a excepción de la pareja de períodos II-III. Para las edades, se observa que el período I difiere de los demás, pero no existió diferencia significativa entre los períodos II, III y IV. Los promedios indican también en este caso, una tendencia a la disminución a lo largo del tiempo.

En un análisis similar, al separar las dos modas de edad, se puede observar que existe una disminución del promedio de la talla a lo largo del tiempo, en el grupo de almeja más joven de la captura comercial (tabla XI); la disminución del peso de la concha se encuentra por lo tanto ligada a la disminución de la talla. El peso de la carne en este caso se comporta con cierta independencia de las otras dos variables. En la tabla XII, se observan las comparaciones múltiples entre los 4 períodos de tiempo para este grupo de edad (grupo A). Las tallas del período I,

TABLA X

Prueba de comparaciones múltiples entre los períodos correspondientes a la prueba de Kruskal-Wallis de la tabla IX.

PERIODOS	TALLA	P. CARNE	P. CONCHA	EDAD
I vs II	ns	ns	*	*
I vs III	ns	*	*	*
I vs IV	*	ns	*	*
II vs III	ns	*	ns	ns
II vs IV	*	ns	*	ns
III vs IV	*	*	*	ns

\*= P < 0.05. ns = no significativo.

TABLA XI

Promedios respectivos de tallas (cm), peso de la carne (gr) y pesos de la concha (gr), así como valores del estadígrafo H de la prueba de Kruskal-Wallis, para comparación entre períodos de las variables, para alpejas menores de 21 años de edad. (Grupo A).

PERIODO	I	II	III	IV	H
FECHA	J1-Dc78	Fb-J179	Ag-Dc79	En-Sp80	.
TALLA	11.85	11.60	11.62	11.48	0.003584*
P. CARNE	64.61	66.05	66.22	61.49	0.004284*
P. CONCHA	315.34	285.66	283.21	266.47	0.000000*

\* =  $P < 0.05$

TABLA XII

Prueba de comparaciones múltiples entre los cuatro períodos, de la prueba de Kruskal-Wallis, correspondientes a la tabla XI. (Grupo A).

PERIODOS	TALLA	P. CARNE	P. CONCHA	EDAD
I VS II	*	ns	*	*
I VS III	*	ns	*	ns
I VS IV	*	ns	*	ns
II VS III	ns	ns	ns	*
II VS IV	ns	*	*	*
III VS IV	ns	*	*	*

\* =  $P < 0.05$ . ns = no significativo.

difieren significativamente de las de los demás períodos en donde es notoria la tendencia a disminuir. En los pesos de la carne, únicamente difieren los períodos II y III del IV. En los pesos de la concha de este grupo, ocurre una situación similar a la ocurrida en la tabla X.

En el análisis del grupo de almeja con más edad (grupo B, tabla XIII), solamente varió significativamente la distribución de los pesos de la carne, manteniéndose estables las tallas y pesos de la concha. La tabla XIV, muestra las comparaciones de los pesos de la carne entre los períodos y se puede observar que únicamente difiere el período III de los demás, situación análoga a la ocurrida en la tabla X con esta variable. La variación en los resultados de los pesos de la carne, ocurrió principalmente en el segundo semestre de 1979 (período III), donde alcanzó el valor más alto (72.36 gr), siendo más marcada la variación en el grupo de almejas de más edad (grupo B). La tabla XV, muestra los resultados de la prueba de Mann-Whitney, aplicada para comparar los dos grupos de edad en cada uno de los períodos del estudio. La prueba resultó significativa en todos los períodos para las tallas y pesos de la concha, siendo mayor en todo momento los promedios de estas variables en las almejas del grupo B. En los pesos de la carne, solo difieren los dos grupos de edad, en los períodos III y IV, donde la diferencia en tallas y pesos de

TABLA XIII

Promedios respectivos de tallas (cm), peso de la carne (gr) y peso de la concha (gr), así como valores del estadígrafo H de la prueba de Kruskal-Wallis, para comparación entre períodos de las variables, en almejas de edad mayor o igual a 21 años ( Grupo B ).

PERIODO FECHA	I Jl-Dc78.	II Fb-Jl79.	III Ag-Dc79.	IV En-Sp80.	H . -----
TALLA.	12.30	12.37	12.46	12.29	0.163351
P. CARNE	65.23	67.00	72.36	67.12	*0.000019
P. CONCHA.	356.76	349.38	358.27	346.90	0.260023
* = Significativo (P < 0.05)					

TABLA XIV  
 Prueba de comparaciones múltiples  
 entre los cuatro períodos, de la  
 prueba de Kruskal-Wallis en la  
 Tabla XIII.

Periodos	P. Carne
I vs II	ns
I vs III	*
I vs IV	ns
II vs III	*
II vs IV	ns
III vs IV	*

\* =  $P < 0.05$

ns = no significativo.

TABLA XV.

Valores del estadígrafo U, de la prueba de Mann-Witney, aplicada entre los dos grupos de edad (A y B), para cada período. (promedios en tablas XI y XIII).

PERIODO	I	II	III	IV .
FECHA	J1-Dc. 78	Fb-J1. 79	Ag-Dc. 79	En-Sp. 80.
TALLA	16586.0*	8344.5*	9834.5*	5852.0*
P. CARNE	20596.5	12033.0	12463.5*	7328.5*
P. CONCHA	17082.0*	8983.5*	10113.0*	5654.0*

\* =  $P < 0.05$  .

la concha fué también la mayor que se observó entre estos dos grupos; pero los pesos de los períodos I y II, fueron aproximadamente iguales a pesar de que existió una notable diferencia en tallas y pesos de la concha.

En la tabla XVI, se observan los resultados de la prueba de Mann-Whitney, realizada con almejas de longitud similar, en los dos grupos de edad. El promedio de peso de la carne de los organismos más jóvenes fué significativamente mayor que el de las almejas del grupo B. En este mismo análisis, se observó que en los pesos de la concha no hay diferencia significativa entre los dos grupos para tallas iguales.

### 3.6. - Crecimiento.

Los resultados de los promedios por clase de edad que fueron utilizados en los cálculos de los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy, se resumen en la tabla XVII, con su respectivo número de observaciones (N), y su desviación estándar ( $S_{n-1}$ ). A partir de esos promedios, se realizó el primero de los tres ajustes señalados en la metodología y el cálculo de  $t_0$  para las tres ecuaciones como anteriormente se señaló. Los promedios de edad para intervalos de 2 y 3 años no se reportan aquí, ya que estos pueden ser calculados en forma aproximada a partir de la

TABLA XVI

Resultados de la prueba U de Mann-Whitney al comparar peso de la carne y concha entre almejas de los dos grupos de edad ( A y B), para una longitud de 11.0 a 11.9 cm.

VARIABLE	GRUPO A	GRUPO B	U
	(Promedios)	(Promedios)	(Estadígrafo)
P. CARNE (gr)	63.25	57.64	15142.0*
P. CONCHA (gr)	268.93	267.74	13090.0
N	113	113	.
* = P < 0.05			

TABLA XVII.

Promedios de longitud por clase de edad, utilizados en el análisis de crecimiento de T. stultorum.

N = número de observaciones;

Sn-1 = desv. standard del promedio.

Edad	Longitud	N	Sn-1
9	11.02	37	1.024
10	11.30	36	0.878
11	11.40	32	0.641
12	11.44	56	0.669
13	11.38	36	0.698
14	11.56	71	0.661
15	11.62	64	0.720
16	11.56	31	0.822
17	11.85	18	0.818
18	11.73	17	0.577
19	11.72	12	0.722
20	11.46	10	0.408
21	11.62	14	0.885
22	11.93	21	0.816
23	12.39	31	0.864
24	12.39	53	1.096
25	12.18	67	0.929
26	12.15	116	0.943
27	12.32	123	0.890
28	12.44	131	0.986
29	12.32	126	0.926
30	12.44	86	1.056
31	12.26	57	0.907
32	12.57	48	0.979
33	12.33	20	0.892
34	12.46	16	0.841

misma tabla XVII. Las rectas ajustadas de la regresión lineal entre  $L_t$  y  $L_{t+1}$ , se señalan a continuación:

$$Y = 1.78 + 0.855 X \text{ -----(8).}$$

$$Y = 2.01 + 0.839 X \text{ -----(9).}$$

$$Y = 2.38 + 0.820 X \text{ -----(10).}$$

La ecuación (8), como se mencionó antes, representa el ajuste de los datos, tal como se presentan en la tabla XVII, es decir a intervalos de edad de 1 año. La ecuación (9), representa a su vez el ajuste de  $L_t$  vs.  $L_{t+1}$ , para intervalos de edad de 2 años. Similarmente, la ecuación (10) representa el ajuste de los promedios, para cada 3 años.

Observando las ecuaciones anteriores, se puede notar como la ordenada en el origen aumenta y la pendiente disminuye, conforme el ajuste se va realizando a intervalos de edad cada vez mayores. Las ecuaciones de crecimiento obtenidas para cada ajuste respectivo, fueron las siguientes:

$$L_t = 12.29 (1 - e^{-0.156(t+2.84)}) \text{ ----- 11}$$

$$LL_t = 12.59 (1 - e^{-0.175(t-0.867)}) \text{ ----- 12}$$

$$Lt = 13.32 (1 - e^{-0.197(t - 0.460)}) \text{ ----- } 13$$

Estas funciones se observan graficadas en la figura 12. La curva 13, representa un crecimiento más rápido que las demás, indicando que los organismos alcanzarían una talla de 11.5 cm entre los 10 y 11 años de edad; mientras que, según la curva 11, esta talla la alcanzarían entre los 14 y los 15 años de edad, y entre los 15 y 16 años de edad, según la curva 12.

En la figura 13 se pueden apreciar las curvas de crecimiento estimadas por Tomlinson (1968), con almejas de playas de California, E.U. La curva calculada por Lugo (1981), con datos de marcado de almeja en playa San Ramón y una estimación realizada por el autor con datos reportados por Granados (1970), de almeja del área de San Quintín B.C. además de la curva 13 que se calculó con datos de la captura comercial en el presente trabajo.

### 3.7. - Mortalidad.

Los resultados de los cálculos del coeficiente de mortalidad "Z", para cada clase anual durante cada año de pesca, se presentan en la tabla XVIII, para cada uno de los años de pesca. Con estos datos se construyeron las curvas de pesca que se muestran en las figuras 14, 15 y 16, a las

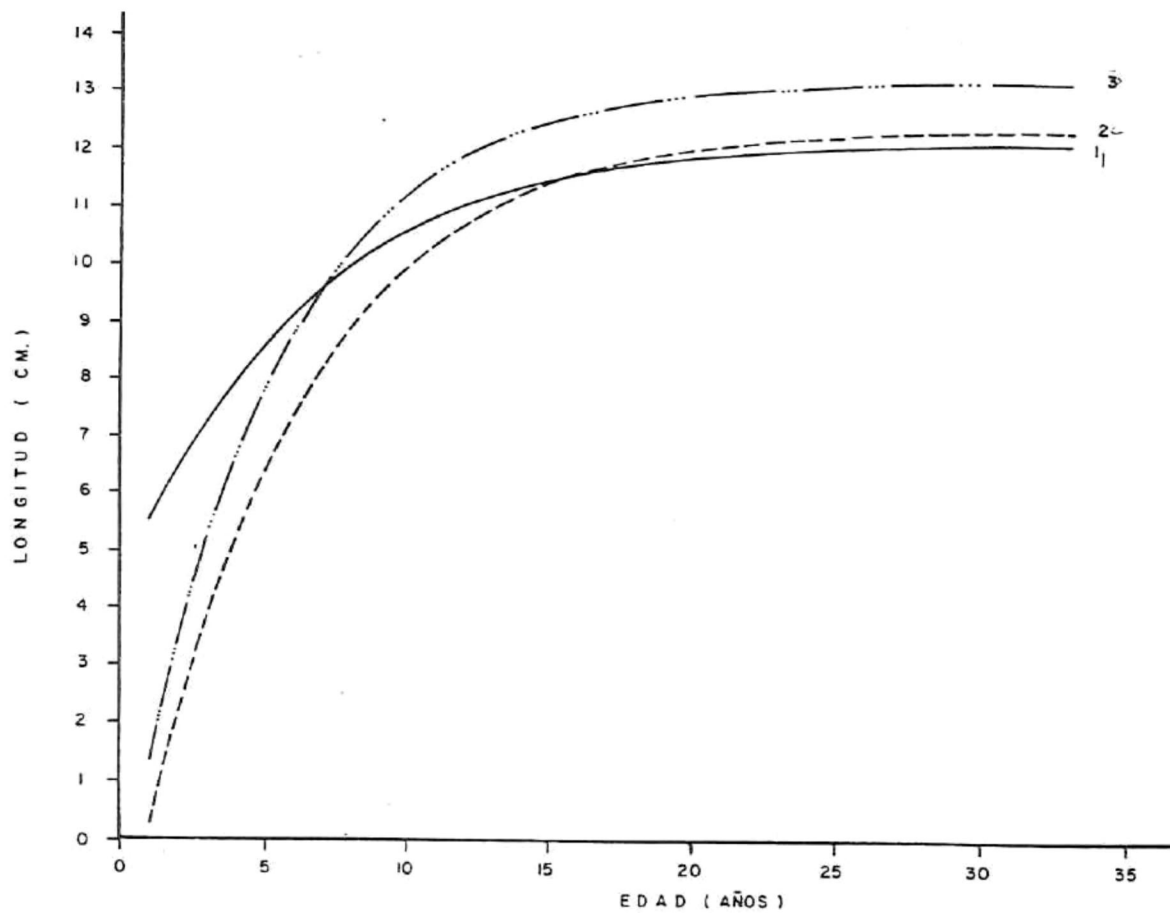


FIG. 12 - CURVAS DE CRECIMIENTO DE VON BERTALANFFY CALCULADAS DE LOS PROMEDIOS DE LONGITUD BASADAS EN INTERVALOS DE 1 (—), 2 (-----) Y 3 AÑOS (— · — · —) PARA T. stultorum.

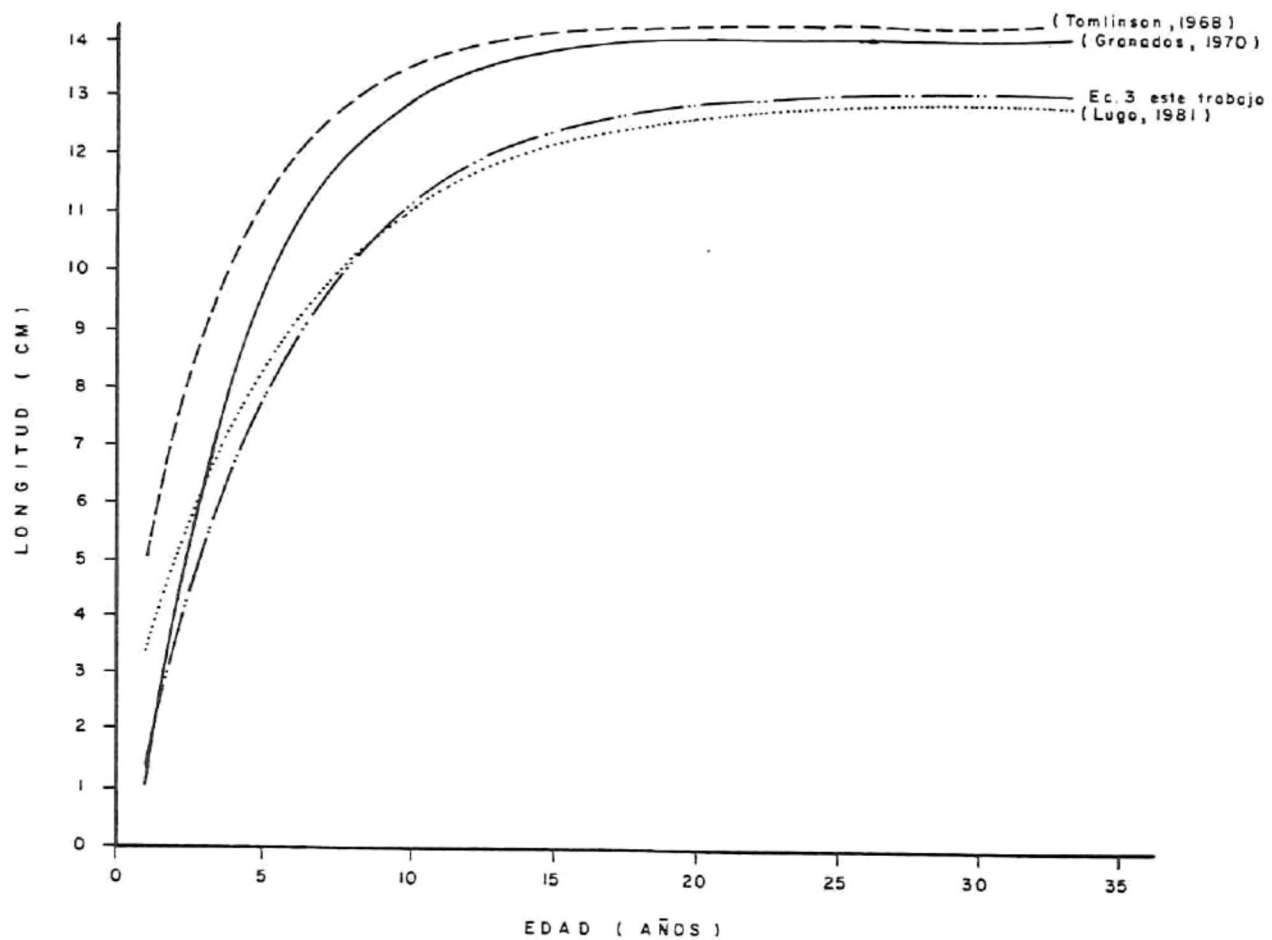


FIG. 13 - COMPARACION DE LA CURVA DE CRECIMIENTO 3 DE LA FIGURA 12 CON OTRA REPORTADOS EN LA LITERATURA PARA T. stultorum (VER TEXTO).

Tabla XVIII.

Número de almejas para cada clase anual (cohorte) en cada año de captura y tasa instantánea de mortalidad total (Z) entre los años de pesca.

Año de pesca	1978	1979	1980	Z (78-79)	Z (79-80)
Clase anual					
1937	4,950	0	0	0.00	0.00
1938	9,900	0	0	0.00	0.00
1939	9,900	0	0	0.00	0.00
1940	9,900	2,419	0	1.40	0.00
1941	0	0	0	0.00	0.00
1942	4,950	0	0	0.00	0.00
1943	4,950	2,419	0	1.40	0.00
1944	27,226	7,259	0	1.32	0.00
1945	54,453	33,879	0	0.47	0.00
1946	94,056	38,719	0	0.88	0.00
1947	103,957	99,217	8,452	0.04	2.46
1948	153,460	104,057	47,895	0.38	0.77
1949	210,389	162,136	90,156	0.26	0.58
1950	297,020	244,414	180,312	0.19	0.30
1951	282,169	205,695	208,486	0.31	-0.01
1952	287,120	208,115	239,478	0.32	-0.14
1953	170,787	179,075	208,486	-0.04	-0.15
1954	94,056	77,438	149,321	0.19	-0.65
1955	54,453	91,957	180,312	-0.52	-0.67
1956	32,177	65,338	138,052	-0.70	-0.74
1957	49,503	24,199	59,165	0.71	-0.89
1958	4,990	0	78,886	0.00	0.00
1959	19,801	16,939	39,443	0.15	-0.84
1960	19,801	29,039	78,886	-0.38	-0.99
1961	27,226	29,039	39,443	-0.06	-0.30
1962	32,177	16,939	47,895	0.64	-1.03
1963	71,780	55,658	67,617	0.25	-0.19
1964	136,134	125,837	109,878	0.07	0.13
1965	27,226	99,217	180,312	-1.29	-0.59
1966	39,602	60,498	169,043	-0.42	-1.02
1967	9,990	120,997	67,617	-2.50	0.58
1968	32,117	65,338	129,599	-0.70	-0.68
1969	27,226	60,498	98,608	-0.79	-0.48
1970	32,177	60,498	109,878	-0.63	-0.59
1971	9,900	45,978	8,452	-1.53	1.69
1972	4,950	38,719	28,173	-2.05	0.31
Total	2,475,174	2,419,944	2,817,390		

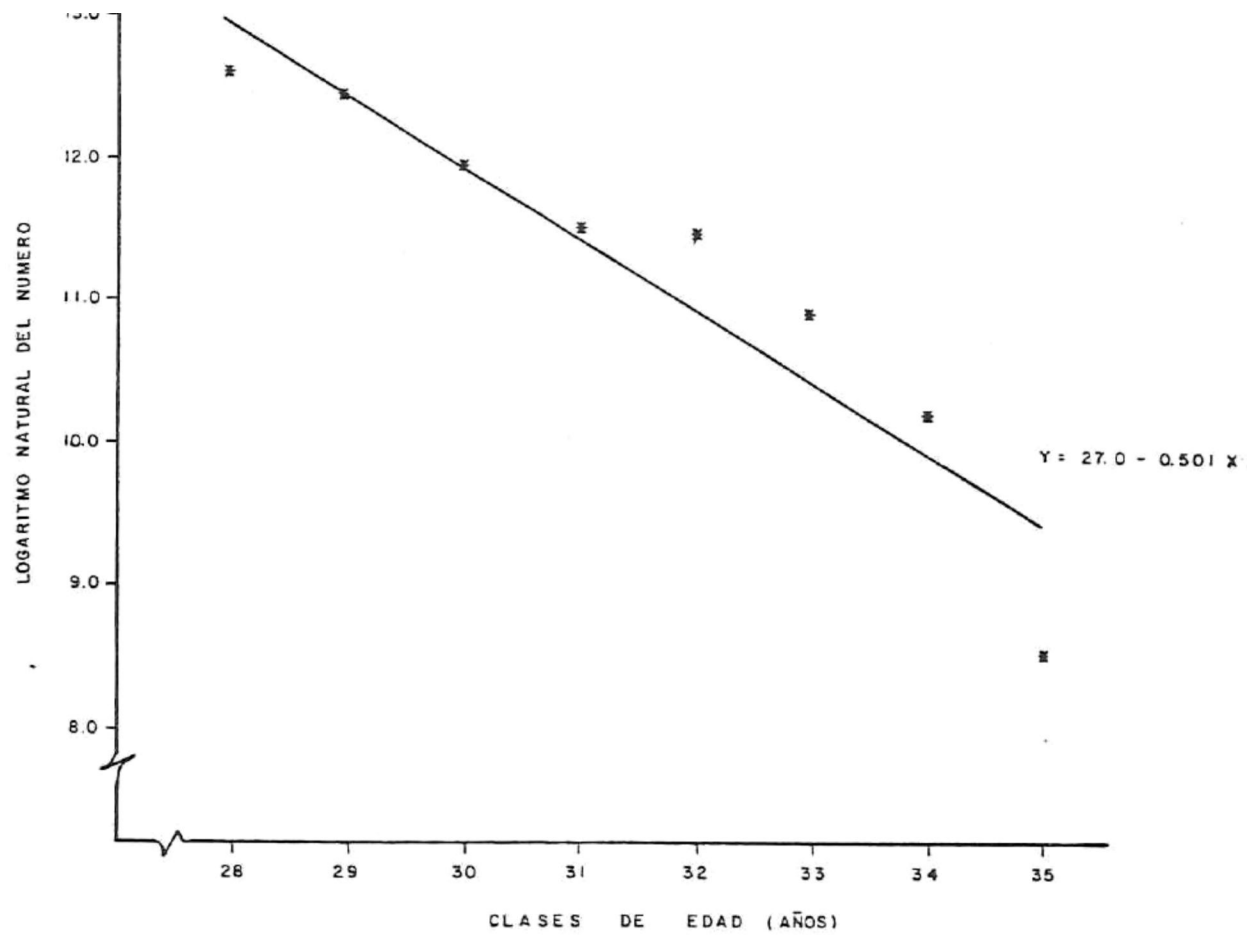


FIG. 14- CURVA DE PESCA DE (*T. stultorum*), CORRESPONDIENTE AL AÑO DE 1978 PARA PLAYA SAN RAMON, B. C.

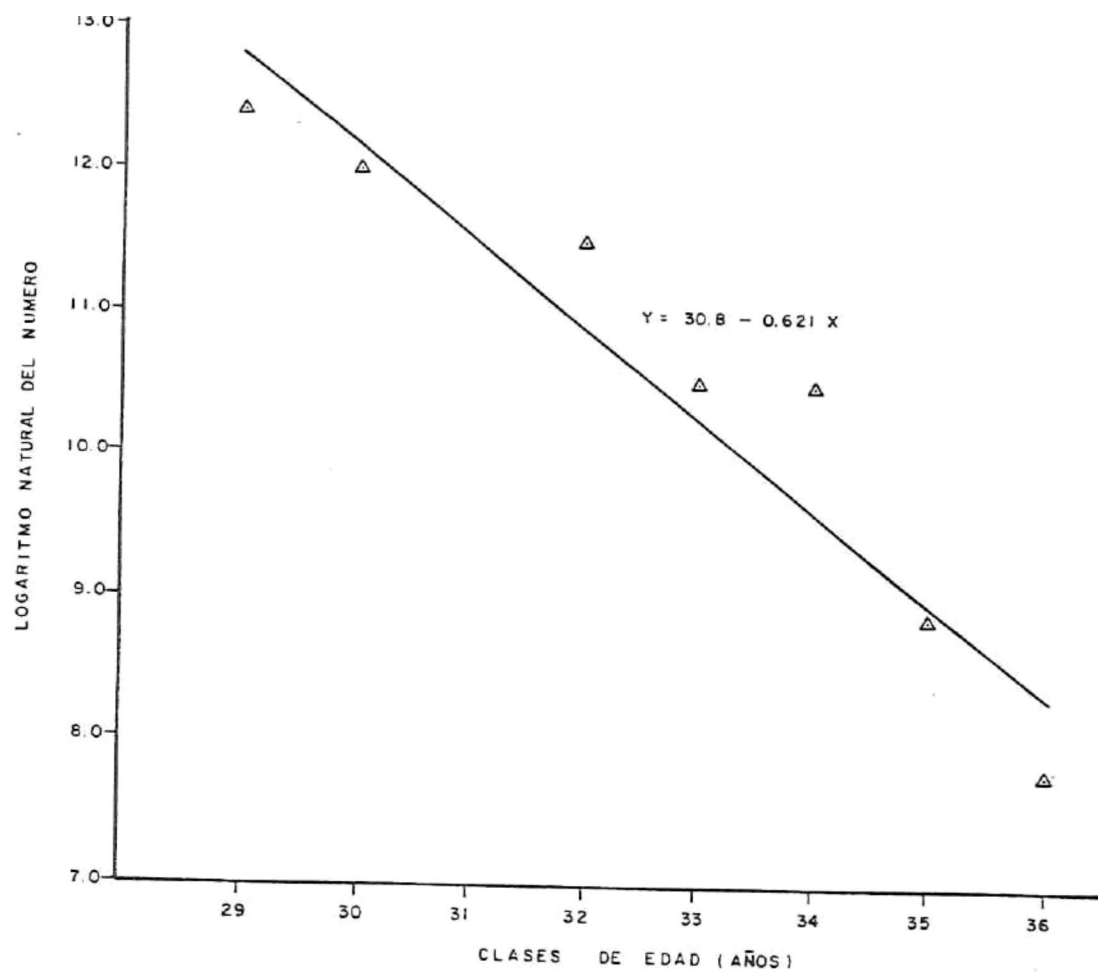


FIG. 15 - CURVA DE PESCA DE (*T. stultorum*), CORRESPONDIENTE AL AÑO DE CAPTURA DE 1979 PARA PLAYA SAN RAMON, B.C.

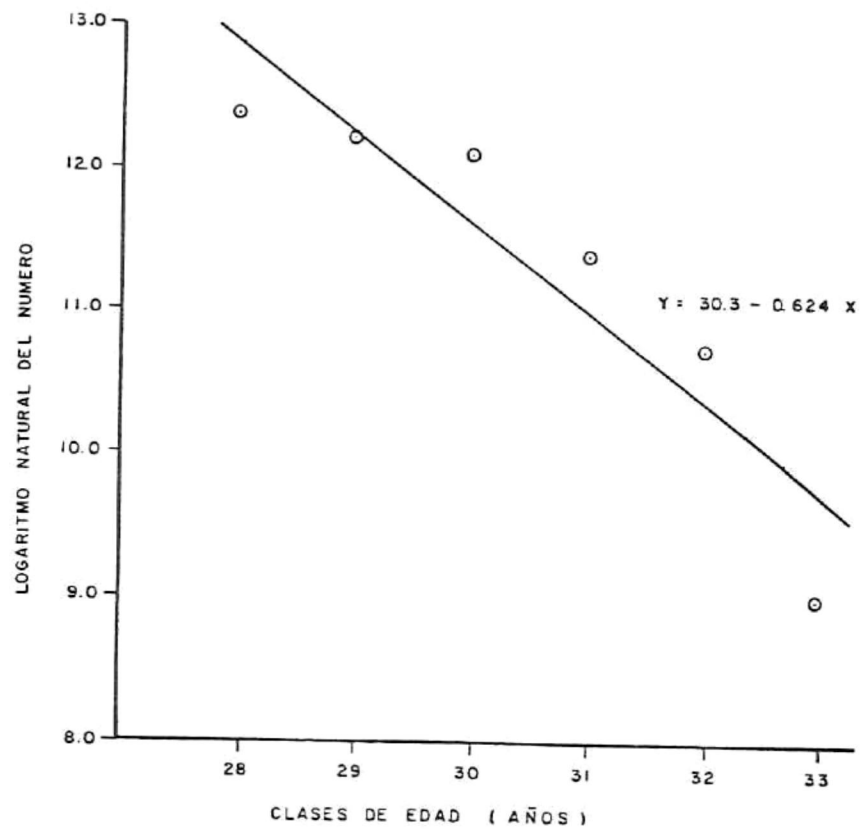


FIG. 16 - CURVA DE PESCA DE T. stultorum CORRESPONDIENTE AL AÑO DE CAPTURA DE 1980 PARA PLAYA SAN RAMON, B.C.

cuales se les ajustó por regresión, una recta que muestra la tendencia general de estos grupos. Las rectas que se obtuvieron fueron las siguientes:

$$Y = 27.0 - 0.501 X \text{ ----- (14)}$$

$$Y = 30.8 - 0.621 X \text{ ----- (15)}$$

$$Y = 30.3 - 0.624 X \text{ ----- (16)}$$

Donde la ecuación (14), corresponde a la curva de pesca de 1978 (fig. 14); la ecuación (15) corresponde a la curva de pesca de 1979 (fig. 15); y la ecuación (16), corresponde al año de 1980 (fig. 16). En la tabla XVIII se puede observar en general que la mortalidad ha estado afectando severamente a las clases que mayor edad tienen y que se encuentran totalmente reclutadas a la pesca. En este caso los coeficientes de mortalidad total calculados para todas las cohortes indican que existe reclutamiento en clases con 21 años o menos. Por otro lado se observa como la supervivencia disminuye en forma sostenida a cada año de pesca que transcurre, a partir de la clase anual 1950, la cual contaba una edad de 28 años, en el año de pesca de 1978. En el año de pesca 1979, se produce una disminución en el número de representantés de esta misma clase anual, presentándose una tasa instantánea de mortalidad "Z" de

0.19. La tasa instantánea "Z" obtenido para esta misma clase anual de 1979 a 1980, fué de 0.30 lo cual representa un aumento en la mortalidad total instantánea de esta clase anual. De la misma manera, pero observando un mayor incremento de la tasa instantánea de mortalidad, todas las clases anuales anteriores a la clase 1950, declinan francamente su abundancia.

El método de la curva de pesca, nos muestra la sobrevivencia en número, de los representantes de las diferentes clases anuales que permanecen a cada edad, y en este caso durante cada año de pesca. La curva de pesca de 1978, presenta una tasa instantánea de mortalidad ligeramente menor ( $Z= 0.501$ ), que las de 1979 ( $Z= 0.621$ ) y 1980 ( $Z= 0.624$ ), las cuales son similares (figs. 14, 15 y 16). Si se observa bien, las clases de edad con que se construyó la curva de pesca de 1978, pertenecen a las mismas cohortes con que se construyó la curva de pesca 1979, solo que para ese año tendrían un año más de edad, por esto puede resultar lógico que la pendiente de la recta o tasa instantánea de mortalidad ( $Z$ ), calculada de la recta de regresión haya aumentado de 1978 a 1979. La curva de pesca de 1980, incluye en el análisis, dos nuevas cohortes que se incorporaron al limbo derecho de la curva de pesca, y que aparentemente muestran abundancias similares a las clases que tenían la misma edad en 1978. En 1980, se ve que las

clases de edad anteriores a 1947, virtualmente han desaparecido de la captura y en la curva no aparecen las clases de más de 33 años de edad.

#### 4. - DISCUSION

##### 4 1. - Pruebas de precisión y error de las lecturas de edad.

Para los objetivos de este trabajo, se trató de que el método de lectura de edad, fuera de fácil aplicación, alta confiabilidad y precisión en las lecturas realizadas, con el objeto de poder leer la mayor cantidad posible de almeja de la captura comercial, con el menor gasto de tiempo, esfuerzo y recursos. Los resultados obtenidos de APE, V y D promedio (Tabla II), son indicadores de un margen de error relativamente pequeño (APEC 5%), aun sin embargo, cabe señalar que existen métodos más precisos y exactos para determinar la edad de la almeja pismo (ver p. ej. Hall, et al., 1974), pero su aplicación dista de ser sencilla y práctica, además de que los gastos de operación y tiempo son mayores. Es por esto que consideramos la precisión de estas lecturas dentro de los márgenes de aceptabilidad, para los fines del presente estudio.

La diferencia observada en los resultados de APE, entre los grupos A y B, se puede deber principalmente a que el APE es dependiente de la edad, es decir, que si tenemos un rango de error de mas o menos un anillo en una almeja joven y en una adulta, el resultado del APE será mayor para la almeja

más joven, por lo que se recomienda tener un mayor cuidado en las lecturas de éstas.

#### 4.2. - Prueba de normalidad y comparaciones entre sexos.

Como se mencionó en el capítulo anterior, hubo rechazo en el 100% de los casos de ajuste a la distribución normal en las distribuciones de edad en cada período, así como entre los 2 grupos de edad (tablas III, IV y V). Observando las figuras 2, 3, 4 y 5, observamos una curva bimodal, además de una gran variabilidad de la abundancia relativa entre las distintas clases de edad. Es pues debido a esta situación que la distribución de edad de la captura comercial no se distribuye normalmente. Otra situación de rechazo de normalidad fué la observada en el caso de las tallas en cada uno de los períodos, así como de los pesos de la carne y concha. En las figuras 8, 9, 10 y 11, se observa que la distribución de tallas se encuentra sesgada hacia la izquierda en cada uno de los períodos en que se aplicó la prueba. Anteriormente Searcy (op. cit.), realizó los ajustes a la distribución normal en cada una de estas muestras, señalando que en todos los casos las muestras se ajustaban a la distribución normal con una confianza superior al 95% en lo que a tallas se refiere, además realizó comparaciones entre los promedios de longitud de cada muestra a lo largo del tiempo, señalando que existe una

tendencia de los promedios a disminuir al transcurrir el tiempo. Por lo tanto al agrupar las muestras en períodos, tal como aquí se realizó, los datos se tienden a sesgarse hacia la izquierda. Esto podría explicarse en "contraste" entre la normalidad de las distribuciones de tallas de las muestras y la no-normalidad de los períodos. Por otra parte, el hecho de trabajar con tamaños de muestra mucho mayores en las agrupaciones por períodos, hace más sensible la prueba a desviaciones de la normalidad (Sokal y Rohlf, 1974).

En el análisis entre los sexos, la única diferencia que existió, fue en el período II para los pesos de la carne (tabla VII). En este caso, es muy posible que este resultado obedezca a cuestiones de edad, o bien que se encuentre ligado a la talla y peso de la coneja que resultó ser ligeramente mayor en los machos. El promedio de talla de los machos para este período fue de 12.25 vs 12.13 de las hembras y el peso de la coneja de los machos fue de 353.63 vs 341.21 gr de las hembras. Si bien la prueba de Mann-Whitney no compara los promedios sino las medianas, usando aquí estos promedios como indicadores de una situación muy particular con el fin de encontrar una respuesta más lógica de lo que ha resultado. Es posible que existan además otros factores desconocidos que puedan influir en este resultado, como pudieran ser el tiempo y

período de maduración diferencial entre óvulos y esperma, la sincronización en el desove y la capacidad de desovar entre machos y hembras; todo esto con respecto al peso ganado o perdido del organismo durante cualquiera de estos eventos. De cualquier manera la situación general de estos resultados apunta hacia la consideración de que las diferencias entre machos y hembras en cuanto a estas variables son mínimas, por lo que se considerará que las distribuciones de las variables entre los sexos fueron iguales.

#### 4.3. - Estructura de edad y fluctuaciones naturales en abundancia.

Observando los resultados de edad en las muestras (tabla VII) y en los períodos de estudio (figs. 2, 3, 4 y 5), vemos en primer lugar que el rango de edad de la captura es bastante amplio, así como de la existencia de dos modas principales de abundancia, que abarca cada una de ellas alrededor de 8 años, así como un grupo que caracteriza clases anuales de escasa abundancia la cual abarca también unos 8 años continuos de bajo reclutamiento. Este solo hecho de bimodalidad nos sugiere que la población de almeja posee mecanismos propios de regulación de la abundancia de sus individuos obedeciendo a factores limitantes de la naturaleza o bien a factores biológicos internos de la especie o a ambos. Empero es posible que esta condición de

binodalidad se encuentre ligada a su longevidad, su sobrevivencia como adulto, y alto potencial reproductivo; es decir, que bajo estas tres características de ésta especie, es posible que en un momento dado el factor densidad pueda afectar significativamente el reclutamiento de nuevos individuos. que posee. Weymouth (1923), descubrió en su estudio sobre esta especie, la existencia de estas fluctuaciones naturales en abundancia, al estimar en años sucesivos la aparición de organismos juveniles en la playa, por lo que atribuyó su ocurrencia a que las larvas sufrían mortalidades muy elevadas en años con disturbios naturales propios del medio, como pueden ser tormentas, turbulencia, veranos frios, marejadas, escasez de alimento para la larva etc., que redujeran el número de individuos de una clase anual a una mera fracción del número inicial. Sin embargo, para el caso que aquí se presenta, es posible que la escasez de organismos de las clases anuales entre 1955 y 1962 pueda ser relacionada con el fenómeno de "El Niño", que presenta años con temperaturas más altas y productividad de zooplancton menor que los normales (Chelton et al., 1984). Philander (1983), muestra que este fenómeno se presentó con mayor intensidad de la normal, llegando su efecto hasta California, E.U., entre 1956 y 1960, coincidiendo casi exactamente este período con la escasez de almeja de aquellas clases anuales. Por otro lado, el efecto que la densidad de adultos pueda tener sobre las siguientes

generaciones, puede ser otro factor importante de las fluctuaciones en abundancia, ya que la gran longevidad, alta sobrevivencia y alta tasa de filtración de los adultos puede llevar a la especie a una condición de competencia intraespecífica al ser las larvas filtradas indiscriminadamente por los adultos a niveles relativamente altos de densidad, o bien que los juveniles que logren asentarse mueran durante su primer año de vida al no poder aun competir en forma eficaz por el alimento. Fitch (1965), en un estudio realizado en Zuma Beach California, E.U., encontró que de 200 almejas colectadas, solamente una fué menor de 13 años de edad, seis fueron menores de 16 y solamente 5 individuos fueron más pequeños de 11.5 cm. Se encontró además una gran densidad de almeja adulta, con un promedio de 6 almejas por metro cuadrado y en algunos casos hasta de 13 almejas de tamaño comercial por metro cuadrado.

Si consideramos la gran abundancia que a partir de la clase de edad asentada en 1947 se observa hasta la clase de 1955 (tabla XVIII), y que el efecto de la densidad es un argumento válido que influencia la densidad de almejas que se reclutan al area, independientemente de otros factores que pudieran actuar, entonces cabría esperar que anteriormente al año de 1947, una gran mortalidad de adultos se llevara a cabo ya sea por pesca o por causa natural.

Aplin (1945), reporta que durante 1945 se extrajeron de la región de San Quintín 6,677,000 lb. de carne de almeja fresca, con el objeto de exportarla a los Estados Unidos. Según cálculos, esta cifra representa aproximadamente 30 millones de almeja de tamaño comercial, seguramente un porcentaje relativamente alto de organismos fueron extraídos tan solo de esta playa, ya que por muchos años ha sido de ahí de donde se han reportado las mayores capturas del estado de Baja California. Es posible que este dato de 1945 refleje un periodo de varios años de capturas muy altas, aun que ese autor no hace referencia al respecto, por lo que hay que considerarlo así. Esta gran extracción de almeja podría haber causado una baja considerable en la densidad de organismos sobre la playa y, si existía denso-dependencia, se empezaría a recuperar la densidad a partir de este año en adelante, hasta alcanzar de nuevo una condición de equilibrio relativo entre la almeja que muere y la que se recluta al área, según las condiciones de alimento existente y las condiciones ambientales que intervienen en estos procesos de regulación poblacional. Según la tabla XVIII, la recuperación óptima de densidad se sitúa alrededor de la clase 1956 y de esta clase en adelante se observa una gran escasez de almeja hasta aproximadamente la clase 1963. Como ya se ha visto, alrededor de 1963 finaliza el periodo del fenómeno "El Niño" y desde 1944 a este año existen cuando menos 19 clases de edad, 10 de ellas importantes en

abundancia. La disminución causada en el número de desovantes y por lo tanto en el número de huevos y larvas producidas en esta playa, no debió de ser un factor negativo determinante en la recuperación de la playa, ya que como se mencionó en los primeros capítulos, el reclutamiento puede ocurrir con larvas que son arrastradas de otras playas y con almejas sobrevivientes de atrás de la zona de rompientes, que no es generalmente la zona de explotación que por el método tradicional se efectúa. Además se ha visto que una sola almeja es capaz de desovar alrededor de 20 millones de huevos y pueden producir gametos desde su primer año de vida (Fitch, 1950).

Otra teoría importante respecto de la regulación poblacional y de las fluctuaciones en abundancia, es que la población de algún depredador importante de larvas y juveniles de almeja crezca descomunamente durante algunos años y en períodos cíclicos, causando la baja de reclutas de esas clases anuales. Muchas otras teorías al respecto de la regulación de las poblaciones son resumidas por Rabinovich, (1980), pero las evidencias más claras respecto de las fluctuaciones en la abundancia que se presentan en este trabajo es que, probablemente exista un efecto combinado de aspectos ambientales y factores denso-dependientes de la especie. Si esto último es válido, entonces el factor de pesca desempeñará un papel sumamente importante en la

abundancia de 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 adultos y sin juveniles durante varios años, tardando en recuperarse la playa más tiempo del que podría demorar en años normales a un nivel de pesca adecuado.

#### 4. 4. = Variaciones del peso de la carne con la edad.

En el análisis del peso de la carne entre los dos grupos de edad, para organismos de una misma talla (11.0-11.9 cm, tabla XVI), se ha visto que el peso de las almejas más jóvenes es mayor que el de las almejas más viejas, aun cuando el peso de la concha y talla sean iguales entre sí. Searcy (op. cit.), ha observado como el peso promedio de la carne disminuye significativamente, cuando el porcentaje de organismos a los que se les pudo determinar el sexo disminuyó, es decir durante y después del desove, por lo que parece ser evidente que un buen porcentaje de la variación en el peso de estos organismos está en relación al proceso reproductivo del animal. Considerando el hecho de que el peso fresco de la carne varía con la edad, la relación alométrica se verá afectada por la estructura de edades con que se realice y solo será válida para un período de tiempo en que prevalesca esa estructura. Searcy (op.

cit.), estimó con anterioridad esta relación largo-peso, así como las diferencias en peso de la carne entre el período de verano e invierno, deduciendo que las diferencias en peso de la carne entre estas dos estaciones se debe principalmente al desarrollo gonadal del organismo, siendo mayor el peso de verano en un porcentaje situado entre el 13.6 y el 24.7% del peso que tienen en el invierno. Esta situación como la de los cálculos de los parámetros de la relación largo-peso, si bien es válida, debe tomarse en cuenta solo para esa estructura de edades de esos años de pesca, ya que la estructura de edad fluctúa con el tiempo.

#### 4.5.- Crecimiento.

La curva de crecimiento construída sobre la base de la captura comercial, encierra varios riesgos en su estimación, tales como: la selectividad que tiene el pescador contra los organismos de talla mayor, lo cual afecta a los promedios de talla de los más jóvenes, parcialmente reclutados a la pesca; el desplazamiento de la talla comercial promedio a lo largo del tiempo por efecto de la pesca, lo cual ha afectado a todas las clases de edad; las variaciones al azar en organismos muy viejos con altos niveles de mortalidad y escasa abundancia. En el presente trabajo ya se ha visto y demostrado como la talla ha ido disminuyendo a lo largo del tiempo (tablas IX, XI y XIII),



observa que los promedios de talla de las clases con menor número de representantes (clases de la 18 a la 21) disminuyen a pesar de que aumentan en edad, esto puede ser debido a factores aleatorios debido a la variabilidad natural de tallas para una misma edad, o bien a efectos del muestreo. Además es posible que estas clases no pudieran crecer normalmente por ser sobrevivientes de clases que fueron poco abundantes debido a factores adversos, en ese caso se puede señalar que los promedios de longitud para una clase anual debe de basarse en datos de varios años consecutivos y así eliminar estos sesgos. Debido a los pocos años con que se contó de antemano, una forma en que intentamos eliminar este sesgo de los datos, fué el agrupamiento de los datos en períodos regulares de tiempo como ya se ha señalado en la metodología. De las tres curvas obtenidas a diferentes intervalos de edad, la curva 3 se asemeja más a la curva obtenida por Lugo (1981) (figs. 12 y 13). La figura 12, muestra como la curva 1 subestima los parámetros  $L_{\infty}$  y  $K$  y al extrapolar para las primeras edades sobreestima el crecimiento, esta curva se nota más aplanada en comparación de las curvas 2 y 3 las cuales se muestran más concordantes entre sí y los parámetros  $L_{\infty}$  y  $K$  son mayores,  $t_0$  se encuentra más cercano a cero. Aun sin embargo la curva 2 subestima el crecimiento para las primeras edades si comparamos con los promedios calculados por Saavedra (1983), para el primer año de vida, que es del

orden de los 33mm. La curva 3 posee un  $L_{\infty}$  mayor y aunque subestima las primeras edades, parece ser la curva que más asemeja el crecimiento real de la especie si comparamos con otros trabajos (figura 13), por ejemplo, comparando con la curva de Lugo (1981), la cual fué calculada a partir del método de marcado y recaptura. Sin embargo, estas 2 curvas muestran un crecimiento menor que las calculadas por Tomlinson (1968) y Granados (1970). La curva de Tomlinson fué calculada con almeja de playas de California E. U. y la de Granados con almeja del area de San Quintín B.C. Mex. Es posible que la diferencia observada en el crecimiento entre estas dos curvas y las otras dos se deban a distintos factores como pueden ser, que la almeja que se desarrollo por aquellos años tuvieron condiciones de vida más favorables y la explotación era mucho mas baja que los niveles actuales, con lo cual el sesgo que incluye el factor de la pesca era menor. Tambien es posible que existan diferencias latitudinales en el caso de la curva de Tomlinson y que el crecimiento sea en efecto mayor, en las playas del norte que en las del sur. Debido a que la curva de Lugo (1981), fué calculada con almeja menor de la talla comercial, considero que representa mejor el crecimiento para estas edades que la extrapolación de la curva de la captura comercial y que ésta última representa mejor el crecimiento para edades mayores. La concordancia entre éstas dos curvas, es una evidencia a favor del método de

lectura de anillos para estimar edad.

Si tomamos en consideración la curva de Lugo y la curva de la captura, la edad a la cual se estaría reclutando la almeja a la pesca, será la edad 10, si consideramos la curva de Cranados (1970), la edad de reclutamiento será a la edad 7 y según Tomlinson (1968), la almeja rebasaría los 11cm a los 5 años de edad.

#### 4.6. - Mortalidad y reclutamiento.

Independientemente de los factores que determinen en un momento dado la abundancia de una clase anual, es evidente que el reclutamiento a la pesca será influido por las fluctuaciones naturales de abundancia, y la mortalidad total se verá afectada por éste factor. Tanto los cálculos directos de  $Z$  de la tabla XVIII, como las curvas de pesca (figs. 14, 15 y 16), nos muestran un aumento constante de la mortalidad a partir de la edad 28 en adelante y es similar para cada año, ya sea siguiendo la misma cohorte al cumplir años o las siguientes clases de edad en un mismo año. El rápido declinamiento de la abundancia observado a partir de la edad 28 en adelante, nos muestra el ritmo al que estos grupos van desapareciendo a cada año de edad que cumplan, bajo ese régimen de pesca dentro del área de captura. Observando la curva de pesca de 1978 y comparandola con la

curva de pesca de 1979, nos podemos percatar de que estan construidas con las mismas cohortes, solo que con un año mas de edad. La pendiente  $Z$  es el índice de mortalidad promedio de esas clases, y aumenta de 0.501 en 1978 a 0.621 en 1979, lo cual denota una franca declinación de la abundancia de estas clases anuales. Para 1980, la curva de pesca muestra de nuevo las clases de edad de 28 años en adelante, el índice de mortalidad  $Z$  obtenido en esta ecuación, es de  $Z = 0.624$  el cual es mayor que el obtenido en las dos curvas anteriores, a pesar de que la edad es similar a la del año de 1978. Esto sugiere que dichas clases declinarán su abundancia más rápido aun que las clases que en 1978 tenían la misma edad. Es de notar además en la tabla XVIII, como para 1980 desaparecen aparentemente de la captura las cohortes de 1946 hacia edades mayores, además de que para 1980 la cohorte de 1947 casi desaparece, después de que su abundancia en 1978 la situaban como una clase de abundancia importante. Parece ser pues, que la mortalidad ha ido superando al reclutamiento al menos en las tallas comerciales, lo que hace pensar que el factor pesca esta influyendo fuertemente en la declinación de la abundancia de estos grupos de edad aparte de la mortalidad que pudieran sufrir por causas naturales o propias de la edad fisiológica en que se encuentren. Si bien el análisis de la curva de pesca para estos grupos y durante estos años, resulta en un declinamiento regular y aproximadamente constante, esto

representa unicamente la mortalidad que sufren estas clases anuales y no se puede hacer por este método una extrapolación de lo que sucederá durante los siguientes años de pesca con las siguientes clases de edad que comiencen a reclutarse y sufrir mortalidades altas. Por otra parte, los cálculos de Z estimados aquí, deben ser tratados como meros indicadores de una situación particular, y no como una cuantificación promedio de la mortalidad total de la población o de una serie de clases anuales, ya que para hacerlo, es necesario contar de antemano con la información de una larga serie de años en este respecto. Ricker (1969), interpreta varios casos de curvas de pesca y señala el caso más sencillo, en que el limbo derecho descendiente es una recta, indicando que la razón de sobrevivencia del pez es uniforme. En este caso observando las figuras 14, 15 y 16, es evidente que los puntos no se encuentran precisamente en una recta, observándose la curva de pesca mas bien en forma cóncava. Esto nos puede indicar que tanto el reclutamiento como la sobrevivencia no son uniformes.

#### 4.7. - Indicios de sobrepesca.

Aparte del análisis de mortalidad tratado en el punto anterior, en el cual se señala que la mortalidad va en aumento y que los grupos de mayor edad han ido desapareciendo más rápido de la captura, lo que podría

evidenciar que la pesca ha sido excesiva, además es posible comparar la proporción de lo que se recluta y lo que muere por pesca. En este caso, dada la bimodalidad de las frecuencias de los grupos de edad y la escases de los grupos de edad intermedia, el resultado lógico de esperarse en la evolución de tal estructura, es de que, al agotarse las clases de edad más viejas tiendan a ser reemplazadas por las siguientes clases de edad más jóvenes, pero como tales clases siguientes fueron de pobre abundancia, la sustitución la llevará a cabo la moda de edad más joven, con lo que al transcurrir el tiempo, la abundancia relativa de la moda de almeja joven aumentará al disminuir la almeja de mayor edad, (figuras de la 2 a la 5), y la talla promedio en general disminuirá, como se observa en las figuras B, 9, 10 y 11, y se demuestra en la tabla IX. Por otra parte se ha visto también que la disminución de la talla en este periodo ha sido en su mayor parte, debido a que la almeja más joven ha ido disminuyendo su talla como lo demuestra la tabla XI y la tabla XIII. Esto quiere decir que los "gigantes" de estas clases de edad jóvenes, han sido agotados por pesca supliendo la escasez con organismos mas pequeños y aun más juvenes. Siguiendo este ritmo de pesca, desaparecerán las clases de edad mas importantes por su abundancia en la forma que ya se ha venido observando, con esto la pesca empezará a afectar los grupos de edad menos abundantes en forma más drástica aumentando la mortalidad a edades cada vez menores,

por lo que el limbo derecho de las curvas de pesca de los años siguientes deberán estar recorridas hacia edades cada vez menores. La muestra de febrero de 1983 (figuras 6 y 7), es un reflejo de lo que se pretende ilustrar, por lo que es de esperarse que en los siguientes años de pesca, el número de clases anuales que representan la captura comercial será más reducido, y su longitud y edad serán menores. Beltrón (1981), observa que la captura por unidad de esfuerzo no decayó notablemente durante 1979 y 1980, pero observó una disminución en el promedio de la talla de los muestreos pasivos al transcurrir el tiempo, en forma similar al muestreo biológico que aquí se analiza. La disminución en la talla promedio compensa la escases de almeja mas grande, manteniendo durante algun tiempo la captura por unidad de esfuerzo a un nivel aproximadamente constante, con lo cual se encubre la verdadera situación de lo que está ocurriendo. Saavedra (1983), trabajando con organismos de talla inferior a la talla comercial (11.0 cm), encuentra una densidad promedio de 1.66 almejas por metro cuadrado durante el año de 1979 de la cuales solamente 0.32 almejas por metro cuadrado son mayores de 6 cm, lo cual representa una densidad relativamente baja próxima a incorporarse al stock pescable. Por ultimo hay que señalar que la captura de 1983 fué muy baja en relación a años anteriores como se puede ver en la tabla I, y en conversaciones personales con pescadores de la cooperativa a este respecto señalan que estos últimos

años han sido de gran escase de almeja y la captura por unidad de esfuerzo muy baja por lo que de momento no les reditua una utilidad apropiada. Esto ha ocasionado que la almeja de San Ramón no se ha capturado con la frecuencia que se habituaba, teniendo los pescadores que diversificar sus actividades, ya que anteriormente dependían exclusivamente de la explotación del recurso. Quizá en el método mismo de pesca se favorezca la protección del recurso, ya que el pescador se ve limitado en este caso por el oleaje, no logrando penetrar más allá de la zona de rompiente. La pesca se realiza regularmente en forma individual, mediante el uso de un trinche, el cual es enterrado varias veces en la superficie de la arena hasta detectar la almeja, la cual es depositada momentaneamente en una bolsa de red que el pescador trae consigo amarrada a su cintura. De esta manera, al disminuir la abundancia en la zona de explotación y no poder por este método explotar la zona detrás de la rompiente, la almeja que sobrevive en aquella zona garantizará el aporte de nuevos reclutas hacia la zona de explotación, recuperandose la pesquería a vuelta de algunos años. Aun sin embargo, bajo este método de pesca, una cantidad considerable de almeja logra sobrevivir dentro de la zona de explotación, ya que al parecer a densidades bajas de almeja, la pesquería les deja de ser rentable, y por lo tanto disminuyen su explotación. Debe considerarse este método como el más adecuado para la explotación del recurso,

ya que si usan métodos mas eficaces de captura, tales como rastras, buceo atras de la zona de rompiente etc. se aceleraría el colapso del recurso.

## CONCLUSIONES

1.- La composición por edades de la captura comercial de este período presentó alrededor de 25 clases de edad, las cuales presentan amplias fluctuaciones en su abundancia relativa.

2.- La estructura de edad de la captura comercial presentó la característica de bimodalidad, lo cual sugiere un reclutamiento no uniforme entre las distintas clases anuales. La moda de almeja mayor de 21 años, representó más del 70% de la captura en 1978, porcentaje que fué disminuyendo hasta un 56% para 1980. La muestra de febrero de 1983, demuestra como esta moda de edad casi desaparece, al acumular apenas el 30% de la captura de ese mes. Estas variaciones de la estructura de edades, han ido acompañados de una disminución sostenida de la talla de captura, por lo que el efecto principal de tales cambios, es atribuible en gran parte a la pesca.

3.- La curva de crecimiento calculada a partir de la captura comercial, resultó similar a la curva de Lugo (1981), la cual fué estimada con almeja de talla inferior a la comercial, durante el mismo período de estudio. Estas curvas demuestran que el crecimiento de la almeja pismo es relativamente lento, alcanzando una talla de 11.0 cm entre

los 7 y los 10 años de edad para esta playa.

4.- Tanto las curvas de pesca, como la tasa instantánea de mortalidad total (Z), calculadas para las clases de edad principales por su abundancia, muestran un aumento progresivo conforme transcurre el tiempo, desapareciendo de la captura las clases de edad mayor.

5 - Es muy posible que en los próximos años, la abundancia de almeja pismo de tamaño comercial disminuya en forma notable, ya que al disminuir la talla de captura, el rango de edades se ha ido estrechando, desapareciendo las almeja más viejas que tienen mayor tamaño. Por otra parte el crecimiento lento de esta especie es otro inconveniente en cuanto al reclutamiento a la pesca, además de las fluctuaciones naturales de abundancia y alta mortalidad de individuos durante sus primeros años de existencia. El aumento de la mortalidad y desaparición de las clases más abundantes por efecto de la pesca, así como la escasa abundancia que presentan las clases de edad situadas entre las dos modas, y la disminución de la talla dentro de las almejas más jóvenes que se han ido incorporando a la captura, parece indicar que la pesca está superando al reclutamiento, lo cual podría ocasionar el colapso del recurso a corto plazo.

## 6. - RECOMENDACIONES

1. - Determinar y mantener rigurosamente una talla mínima de captura comercial y no comercial en esta playa.

2. - Disminuir y evitar al máximo la captura comercial de almeja durante la época de desove (hacia fines de verano y otoño) de cada año.

3. - Diversificación de la pesca por parte de los pescadores, a fin de evitar lo más posible la dependencia económica que tienen de la explotación de ésta especie.

4. - Continuar este tipo de estudios a fin de obtener un mayor conocimiento de la dinámica poblacional de esta especie, para su racional explotación.

5. - Mantener enterado al pescador de estas investigaciones, a fin de que pueda (con conocimiento de causa) prevenir oportunamente los años de abundancia y escases que se puedan presentar y tomar las medidas más adecuadas, según el evento.

6. - Investigar además de la dinámica poblacional, aspectos ligados con la biología interna del organismo, sobre todo sobre su reproducción y alimentación en todas las

etapas de su vida, a fin de arribar en un futuro al control de su ciclo biológico en el laboratorio, de igual manera como se ha hecho con otros moluscos bivalvos, para fines de repoblamiento de áreas naturales.

LITERATURA CITADA.

- Aplin, J. A. 1946. Pismo clam of San Quintin, Lower California. Cal. Fish and Game, 32 (1): 31-32.
- Beamish, R. J., and Fournier, D. A. 1981. A method for comparing the precision of a set of age determinations. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 982-983.
- Beltran, C. 1981. Reporte de algunos resultados de muestreos sobre captura y captura por unidad de esfuerzo de almeja pismo en playa San Ramón, B.C., de diciembre de 1978 a febrero de 1981. pp. 67-91 en I.I.O. Ensenada, B.C.
- Bertalanffy, L. von. 1938. A quantitative Theory of organic growth. Human. Biol. 10 (2): 181-213.
- Clark, F. N. 1935. The 1934 pismo clam census. Calif. Fish and Game, 21: 154-155.
- Clark, R. G. 1974. Growth lines in invertebrate skeletons. Annu. Rev. Earth Planet Sci. 2: 77-99.
- Coe, W. R. 1947. Nutrition, growth and sexuality of Pismo clam (Tivela stultorum). Journal Exp. Zool., 104: 1-24.
- Coe, W. R. 1948. Nutrition, environmental conditions, and growth of marine bivalve mollusks. Journal Mar. Res., 7: 586-601.
- Coe, W. R. Fitch, J. E. 1950. Population studies, local growth rates and reproduction of the pismo clam. J. Mar. Res., 9 (3): 180-210.
- Chang, W. Y. B. 1982. A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39: 1208-1210.
- 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: 1095-1125.
- Erhardt, N.M. 1981. Curso sobre metodos de evaluación de recursos y dinamica de poblaciones. FAO-CICIMAR. La Paz, B.C.S. Julio de 1981. 134 pp.

- Fitch, J. E. 1950. The pismo clam. Calif. Fish and Game, vol. 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 la almeja pismo (Tivela stultorum, Mawe 1823), en San Quintín B. C. Tesis profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas. Ensenada B. C.
- Culland, J. A. 1974. The management of marine fisheries. Univ. Wash. Press, Seattle. 198 pp.
- Hall, C. A. Wayne, A. D. Charles, E. 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, Paleocology. 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. Nonparametric statistical methods. John Wiley & Sons. New York. London. Sidney. Toronto. 497 pp.
- Jones, D. S. Thompson, I. Ambrose, W. 1978. Age and growth rate determinations for the atlantic surf clam Spisula solidissima (bivalvia: Mactracea), based on internal growth lines in shell cross-sections. Mar. Biol. 47 (1): 63-70.
- Lugo, F. J. 1981. Aspectos del crecimiento de almeja pismo (Tivela stultorum), obtenidos del análisis de datos de marcado y recaptura, para playa San Ramón, B. C. pp. 92-116. En informe global en el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la U. A. B. C. Ensenada, B. C.
- Lutz, R. A. Rhods D. C. 1980. Skeletal growth of aquatic organisms: Biological records of environmental change. Edited by Donald C. Rhods and Richard A. Lutz. New York, Plenum: 1-750.
- Philander, S. G. H. 1983 (a). El Niño southern oscillation phenomena. Nature. 302: 17-19.

- Rabinovich, E. J. 1980. Introducción a la Ecología de poblaciones animales. Compañía Editorial Continental, S.A. México. 247-277.
- Ricker, W. E. 1969. Methods of estimating vital statistics of fish population. Kraus Reprint Co., New York. 101 pp.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191: 382pp.
- Saavedra Rosas, O. A. 1983. Distribución espacial de juveniles de almeja pismo (Tivela stultorum) en playa San Ramón, B. C. México. Tesis profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas, U. A. B. C. Ensenada, B. C. pp. 84.
- Sautto y Searcy, 1978. Bivalvos de Baja California: Estudios de la almeja pismo (Tivela stultorum, Mawe, 1823): Presentación de un proyecto. pp. 95-104. En memorias del II Congreso Nacional de Zoología. UANL-SOMEXZOO. Monterrey N.L. Mex.
- Schaffer, M.B. 1968. Methods of estimating effects of fishing on fish populations. Trans. Am. Fish. Soc. 97: 231-244.
- Searcy, B R. 1982. Evaluación preliminar sobre la pesquería de la almeja pismo Tivela stultorum (Mawe, 1823), en Playa San Ramón, B.C. Tesis profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas. Ensenada, B.C. 71 pp.
- 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.
- Tomlinson, P. K. 1968. Mortality, growth and yield per recruit of 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 1823). Calif. Fish and Game. Fish. Bull. pp. 7-120.