

TRANSPLANTE EXPERIMENTAL DE ALMEJA PISMO  
EN BAJA CALIFORNIA, MEXICO

por

Luis Carriquiriborde

Antonio Farías

Luis Ferrer

Alberto Gastelú

Oscar Pérez

Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Apdo. Postal 453

Ensenada, Baja California, México.

RESUMEN

Se llevó a cabo un experimento de trasplante con *Tivela stultorum* Mawe, 1823 (Veneridae), durante la primavera de 1979. Estos organismos se colectaron en el intermareal de "Playa San Ramón, B.C." y se sembraron en dos localidades con diferente grado de exposición al oleaje, en el infralitoral de la Bahía de Todos Santos, B.C.

Se hicieron observaciones sobre algunos aspectos del comportamiento, mortalidad y efecto del trasplante sobre la comunidad macrofaunística, con el propósito de revelar las principales variables a considerar en un programa de repoblamiento.

El área con menor energía fué la más adecuada para el trasplante. Los desplazamientos determinaron una distribución final al azar y estos no mostraron preferencia en el gradiente vertical. La depredación resultó ser la causa verificada de mortalidad más importante. Se observó un aumento de la diversidad macrofaunística.

ABSTRAC

An experiment on transplant with *Tivela stultorum* Mawe, 1823 (Veneridae) was carried out during Spring of 1979. These organisms were collected in the intertidal of "Playa San Ramón, B.C." and were planted on two places with different grades of exposition to the waves, on Todos Santos Bay, B.C. infralitoral.

## TRANSPLANTE EXPERIMENTAL DE ALMEJA PISMO

Observations were taken upon some behavioral aspects, mortality and transplant effect on the macrofaunistic community with the purpose to reveal the main variables to consider on a repopulation program.

The area with less energy, is the most suitable for transplant. Movements determine the final random distribution and these show no preference on vertical gradient. Depredation shows to be the most important cause of mortality. An increase of macrofaunistic diversity is observed.

### INTRODUCCION

En el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California, se desarrolla un programa de bivalvos en vías de extinción. Uno de estos, es el Proyecto Almeja Pismo. La Sección de Acuicultura tiene a su cargo estudios sobre la factibilidad de desarrollo de las biotécnicas de repoblamiento, ya que se considera esta práctica acuicultural, como la mas adecuada para el diseño de un modelo de manejo que asegure la perennidad y explotación del recurso. El repoblamiento como alternativa, requiere del conocimiento de las relaciones bióticas y abióticas que influyen en la dinámica poblacional de esta especie. La información disponible de este bivalvo, está orientada, principalmente, al conocimiento de su biología y abundancia de la zona entre mareas en la costa de California, E.U.A. Las poblaciones del infralitoral sólo han sido estudiadas en forma escueta. Este trabajo resume la información disponible de la "Almeja Pismo" (*Tivela stultorum*, Mawe, 1823), de las planicies arenosas y de las observaciones realizadas en el laboratorio y campo. Esto es con el propósito de determinar si esta especie es apta biológicamente para los requerimientos metodológicos de un programa de repoblamiento y cuales son las áreas propicias para efectuar el transplante.

### ANTECEDENTES

La almeja pismo es un bivalvo de la familia Veneridae que se encuentra en las costas del Pacífico Centro Oriental. Su distribución en estas costas va de los 37°30' N hasta los 18° 46' N. Su registro paleontológico corresponde al Pleistoceno de Santa Bárbara y San Diego, California, U.S.A. (Weymouth, 1923; Fitch, 1950) Fig. 1. La mortalidad natural de esta almeja está determinada principalmente por los factores abióticos en el proceso de fertilización hasta el asentamiento de la

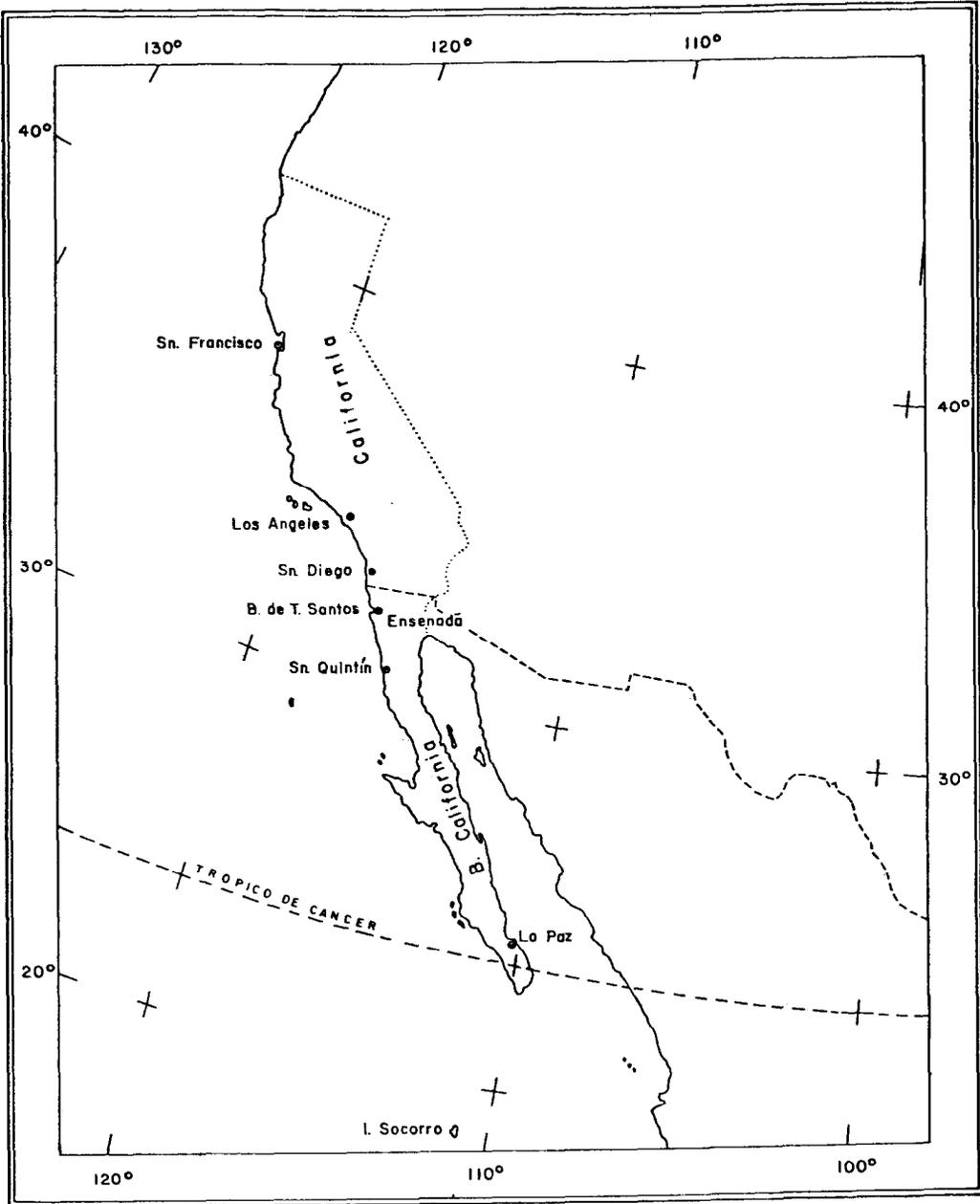


Fig. 1

## TRANSPLANTE EXPERIMENTAL DE ALMEJA PISMO

larva. Estos factores están representados fundamentalmente por la temperatura, disturbios climáticos, disponibilidad de alimento y selección, movilidad, materia orgánica y porcentaje de carbonato de calcio en los sedimentos. Los factores bióticos como competencia y depredación, cobran importancia a partir del asentamiento. Los principales depredadores actúan con un efecto diferente respecto a las tallas. La mortalidad en esta especie según datos de California Division of Fish and Game, de un cohorte de mil almejas que empiezan a vivir sólo cinco logran sobrevivir al final de siete años.

*T. stultorum*, es un organismo dióico y no presenta dimorfismo sexual. No se tiene conocimiento de que exista una sexualidad rítmica como se menciona para otros moluscos. El porcentaje de hermafroditismo reportado por NyBakken (1975), es de 1%. La madurez sexual se alcanza a partir del primer invierno, a una talla aproximada de 17 a 31 mm (Nybakken op. cit.). El número de ovocitos maduros de una hembra de talla comercial (127 mm), es de diez a veinte millones y en un año produce aproximadamente ochenta millones de ovocitos (Fitch, 1950).

El crecimiento de la almeja es rítmico y lento, como la gran mayoría de los moluscos que habitan las planicies arenosas. La talla legal de la primera captura determinada por California Fish and Game, la alcanza a una edad aproximada de seis a ocho años (Fig. 2). La longitud máxima reportada en su eje mayor es de 187 mm y su peso de 1,589 g, correspondiendo a una edad de 26 años. La longevidad máxima claculada fué de 53 años (Fitch, 1950). Los estudios llevados a cabo sobre las características poblacionales tendientes a conocer la distribución y estructura dinámica de este recurso, están agrupados en las siguientes hipótesis:

- La hipótesis estratégica argumentada por Coe (Fitch, 1950), ubica a la almeja en el hábitat de rompiente, en función de su modo de alimentación y la abundancia de detritus.
- La hipótesis dominancia-explotación argumentada por Weymouth, 1923; Herrington, 1929; Coe y Fitch, 1950. Estiman que la estructura de la población está ligada con el gradiente vertical por el efecto de clases dominantes y a la pesquería selectiva.
- La hipótesis no preferencial enunciada por NyBakken, 1975, no encuentra una distribución diferencial ni una segregación por tallas en el gradiente vertical.

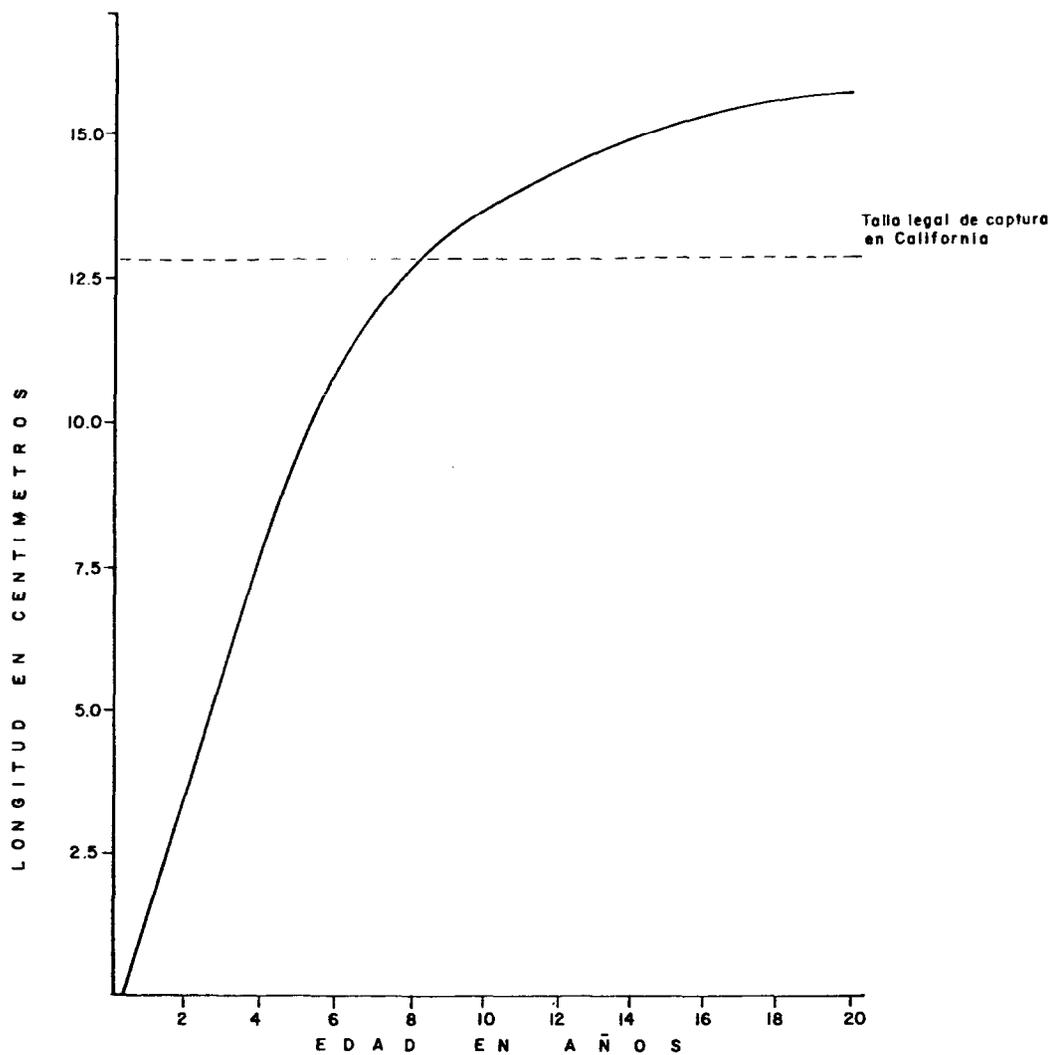


Fig.2

CURVA PROMEDIO DE CRECIMIENTO PARA LA ALMEJA PISMO EN CALIFORNIA E.U.A .

## TRANSPLANTE EXPERIMENTAL DE ALMEJA PISMO

Fitch en 1965 reporta en Zuma Beach, California, E.U.A. una población infralitoral de 6 km de largo y 40 m de ancho, con una densidad promedio de 6 almejas/m<sup>2</sup>. La estructura poblacional es senil, el organismo más joven tenía trece años y sólo seis eran menores de diez y seis años. Esta distribución no corresponde a una hipótesis, ya que la información es escueta y la estructura agregada por clases de edad debe tal vez, considerarse como un hecho particular. La presencia y abundancia de este pelecípodo, está influenciada por factores edafológicos según NyBakken, 1975, quien encuentra una mayor densidad en sedimentos bien seleccionados de un diámetro de grano de 0.25 = 0.09 mm.

Los dos procesos que parecen más importantes en la dinámica y composición de las comunidades en las planicies arenosas, son los efectos de predación y la modificación del sustrato por parte de los alimentadores de depósito (Bradfield, 1978; Miller, 1975). Los bivalvos y poliquetos tubícolas son dominantes en este biotopo, los primeros contribuyen a incrementar el drenaje en el sedimento y los segundos a fijarlos, incrementando la deposición de materia orgánica. Desde el punto de vista trófico, las planicies arenosas tienen propiedades peculiares, y el esquema planta-herbívoros-carnívoros no se verifica. Por no ser las algas multicelulares un componente típico de las planicies arenosas, la fijación de carbono orgánico se lleva a cabo principalmente por micro-algas y bacterias, así como por aportaciones provenientes de otros sistemas. Los filtro-alimentadores juegan aquí el rol de consumidores primarios.

La almeja constituye un recurso de importancia regional que se utiliza en consumo directo o como carnada. La concha es un sub-producto de la pesquería que se usa para la fabricación de artesanías y botones. La explotación de este recurso se ha efectuado en forma anárquica y la fuerte presión de captura en E.U.A., determinó su disminución a niveles críticos. Actualmente, la pesca en ese país está vedada. La pesquería en Baja California, México, se efectúa principalmente en la zona de rompientes. En las localidades de "La Salina", B.C. y "Santa Rosalita", B.C., en los meses de primavera y verano, se explota en el infralitoral. El esfuerzo pesquero está regulado por la oferta y la demanda regional.

El repoblamiento como técnica acuacultural, tiene sus primeros antecedentes en Occidente con los trasplantes ostrícolas efectuados por los romanos en el Mar Mediterraneo. Esta estrategia cobra importancia en Europa a mediados del siglo pasado, con la utilización de salmónidos para

repoplar cuerpos de agua. Actualmente en varios países del mundo se aplica esta técnica con moluscos. En Japón con *Pecten maximus*, en Estados Unidos con *Mya arenaria* y con otros grupos de importancia comercial. Con *T. stultorum*, se han llevado a cabo algunos intentos desde principios de siglo. En 1916, se hizo el primer experimento de este tipo y en 1934 se transplantó una población de 8,000 almejas en Carpinteria Beach, California, E.U.A. (Fitch, 1950). En ambos casos, no se señala la técnica utilizada ni tampoco se reportan resultados. En el último trasplante se menciona el crecimiento de almejas "jóvenes" hasta el tamaño legal. No se tiene conocimiento de ningún trasplante efectuado en el ambiente infralitoral.

## OBJETIVOS

Determinar si la especie es adecuada para los requerimientos de un programa de repoblamiento. Aptitud al manipuleo.

Verificar si las poblaciones del intermareal transplantadas, se adaptan a las condiciones del ambiente infralitoral.

Comprobar si el desplazamiento de la almeja se relaciona directamente con la selección del hábitat.

Conocer que tipo de distribución toma la población a partir de una dispersión regular y si esta se liga a un gradiente vertical.

Inferir sobre la influencia de algunos factores bióticos y abióticos como moderadores de la población.

## MATERIAL Y METODOS

Para resolver las incógnitas que plantea el manejo acuacultural de la almeja, se adoptó el medio natural como campo experimental. Con el fin de lograr estos objetivos, se escogieron dos localidades en la Bahía de Todos Santos, B.C., próximas al Instituto de Investigaciones Oceanológicas, para efectuar un trasplante de almejas (Fig. 1). Las áreas de experimentación difieren entre sí, por su grado de exposición al oleaje. La localidad denominada "Granada Cove" por la alta energía se considera expuesta y "Playitas" como semiprotegida (Alvarez, 1979). En ambas localidades se escogieron dos áreas de fondo arenoso e igual profundidad. En cada una de estas, se designaron dos estaciones nominadas 1 y 2 a cuatro metros de profundidad.

## TRANSPLANTE EXPERIMENTAL DE ALMEJA PISMO

En "Playitas se fondearon dos jaulas de cuatro metros cuadrados cada una, recubiertas por una red de 3.17 cm de malla. Estas correspondieron a los experimentos de exclusión y control de depredadores. Las ochocientas almejas utilizadas en este experimento, se colectaron en la playa "San Ramón" Colonia Vicente Guerrero, B.C., al sur del área de experimentación (Fig. 1). En esta operación se usó el método de pesca tradicional, horquilla y jaba, durante dos mareas bajas consecutivas en el mes de abril de 1979. Para evitar al máximo el efecto de manipuleo en los ejemplares, se acondicionaron en arena húmeda para su transporte al laboratorio. La medición y el marcado de los organismos se realizó cuarenta y ocho horas antes de la siembra. La marca utilizada en esta oportunidad fué diseñada y ensayada en el laboratorio durante tres meses, previos a la iniciación del experimento. La identificación consistió en una boya y una cinta plástica numeradas, unidas al ligamento de la charnela por medio de un hilo de nylon. En ambas localidades se sembraron cien almejas en cada una de las estaciones, con una densidad de 25 almejas por metro cuadrado. Para los experimentos de exclusión y control de depredadores, se utilizó la misma densidad. El método de siembra consistió en enterrar en la arena los organismos hasta cubrir el ligamento de la charnela y en posición natural. A fin de establecer un control de mortalidad por efecto de cambio de hábitat y marcado, se sembraron 95 almejas en el intermareal inferior de "Granada Cove".

La diferencia de la composición por talla de las distintas estaciones no fué significativa (Fig. 3).

Los controles se llevaron a cabo semanalmente. En estos se midió el desplazamiento de los individuos respecto a un foco de radiación y se determinó la mortalidad total. La movilidad de las almejas se registró con una cinta métrica y una brújula.

Para establecer una comparación con poblaciones naturales, se programaron inmersiones en las localidades de "La Salina" y "La Misión".

### RESULTADOS

En ambas estaciones de la localidad "Granada Cove", la distribución regular de siembra, se mantuvo sin variaciones apreciables durante las primeras tres semanas del experimento. Los desplazamientos fueron leves y sin preferencia en el gradiente vertical (Fig. 4). Durante la cuarta y quinta

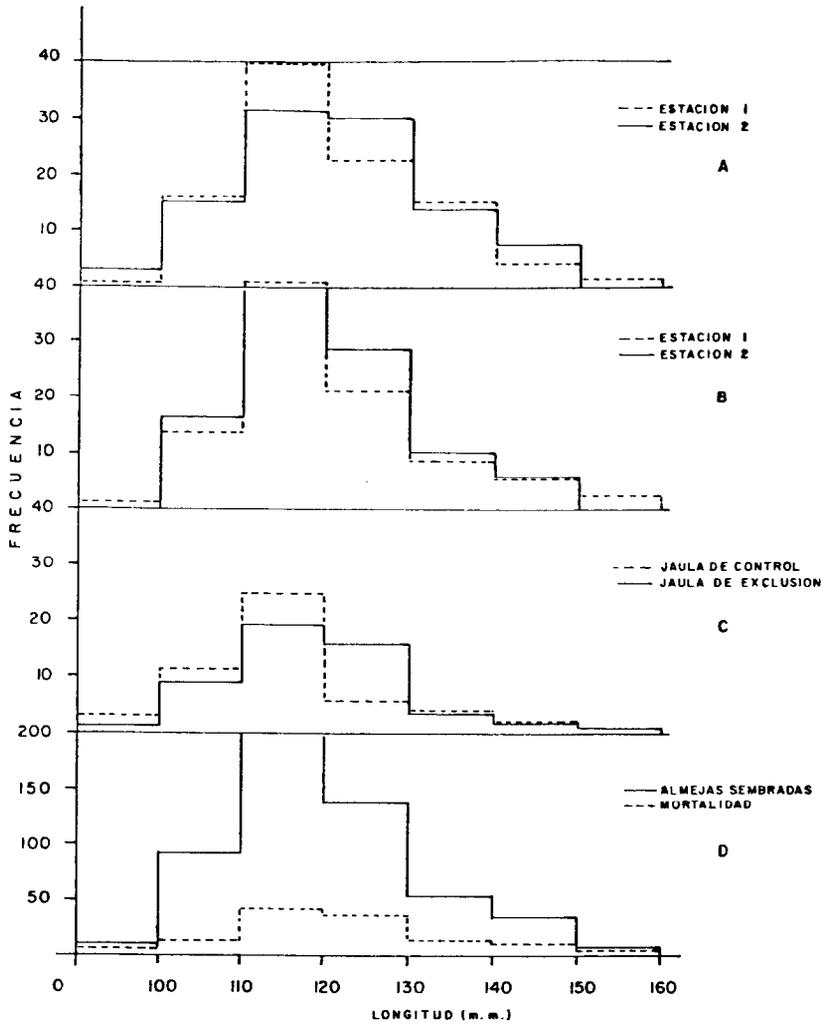


Fig. 3

- A ESTRUCTURA POBLACIONAL DE LAS ALMEJAS TRANSPLANTADAS EN PLAYITAS
- B ESTRUCTURA POBLACIONAL DE LAS ALMEJAS TRANSPLANTADAS EN GRANADA COVE
- C ESTRUCTURA POBLACIONAL DE LAS ALMEJAS TRANSPLANTADAS EN LAS JAULAS DE EXCLUSION Y CONTROL
- D ESTRUCTURA POBLACIONAL TOTAL DE LAS ALMEJAS TRANSPLANTADAS Y DE LA MORTALIDAD TOTAL DE LOS 204 EJEMPLARES RECUPERADOS

TRANSPLANTE EXPERIMENTAL DE ALMEJA PISMO

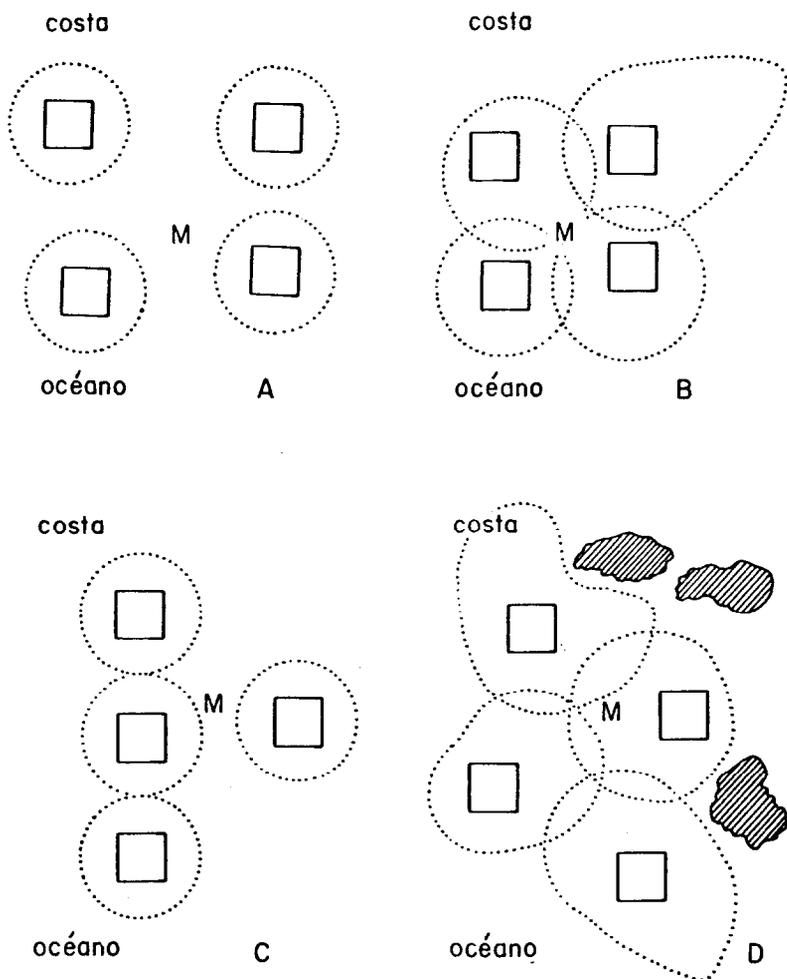


Fig. 4\_ A distribución inicial y final en la estación 1 Playitas  
 B distribución inicial y final en la estación 2 Playitas  
 C distribución inicial y final en la estación 1 Granada Cove  
 D distribución inicial y final en la estación 2 Granada Cove

M muerto      □ distribución inicial  
 // rocas      ○ distribución final

semana, una fuerte marejada impidió los controles y modificó sustancialmente las características del fondo, apareciendo rocas antes cubiertas por el sedimento. Posteriormente se verificó que el 90% de los ejemplares habían desaparecido del área de trabajo. En estas circunstancias se consideró concluido el experimento.

Los ejemplares sembrados en el intermareal de esa misma localidad no pudieron ser recuperados, desapareciendo en su totalidad del área. En la localidad "Playitas", la menor energía del oleaje permitió un control más estricto del experimento. Los desplazamientos registrados en las siete semanas de trabajo en ambas estaciones, no mostraron una tendencia definida y en general, dichos movimientos fueron de poca magnitud. Cabe señalar que una almeja se desplazó en sólo cuatro días 16 metros. Esto evidencia que la marca no fué un obstáculo para el desplazamiento.

La mortalidad observada en la primera semana del experimento se puede atribuir a efectos de manipuleo. A partir de la cuarta semana, la mortalidad se incrementa notablemente. Los restos y las condiciones de las valvas encontradas denotan la presencia de un depredador activo no identificado (Fig. 5). Por las características de las valvas encontradas "in situ", se agruparon en cuatro tipos de muerte que se consideran ligadas a depredadores específicos (Figs. 6 y 7).

En "Playitas", se detectó un aumento de la diversidad faunística por efecto del trasplante, este se evaluó por observación directa. Esto coincide con el enunciado de Hewatt, 1935, acerca de la introducción de un nuevo elemento en un sistema. Se registraron en el área los siguientes organismos:

<i>Astropecten armatus</i>	estrella de mar	carroñero-depred.
<i>Dendraster</i> ssp.	galleta de mar	detritívoro
<i>Loxorhynchus</i> ssp.	cangrejo	depredador
<i>Pugetia</i> ssp.	cangrejo	depredador
<i>Panulirus interruptus</i>	langosta	depredador
<i>Renilla</i> ssp.	sombrilla de mar	suspensívoro
<i>Conus californicus</i>	caracol	carroñero
<i>Pagurus</i> ssp.	cangrejo hermit.	carroñero
<i>Kelletia kelletii</i>	caracol	depredador
<i>Urolophus</i> ssp.	raya	depredador
<i>Gymnothorax mordax</i>	morena	depredador
<i>Paralabrax nebulifer</i>	cabrilla de arena	depredador
<i>Zolophus californianus</i>	lobo marino	depredador

# TRANSPLANTE EXPERIMENTAL DE ALMEJA PISMO

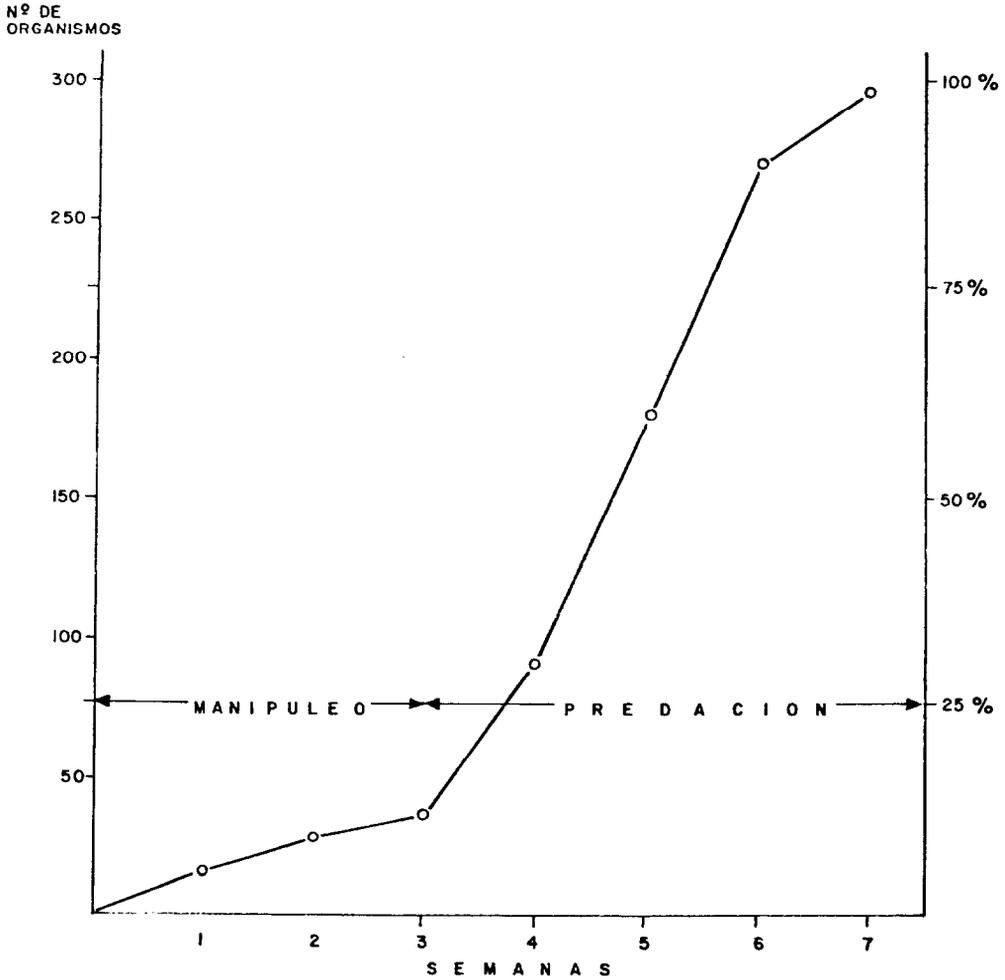
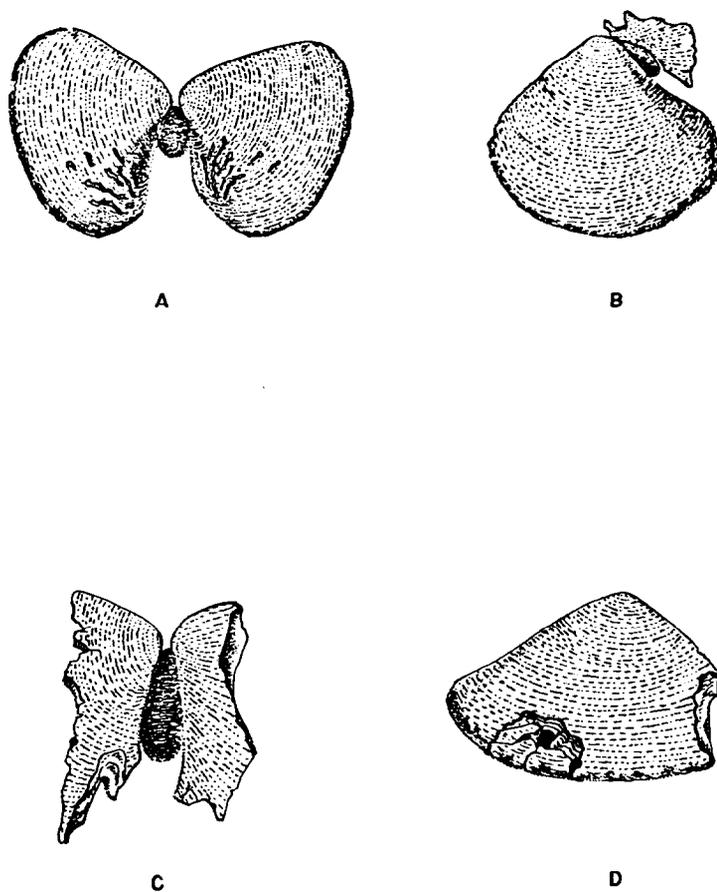


Fig. 5  
LOCALIDAD PLAYITAS.  
MORTALIDAD ACUMULADA EN SIETE SEMANAS DE EXPERIMENTO



**Fig. 6**

- A MUERTE TIPO (VALVAS INTACTAS)**
- B MUERTE TIPO (UNA VALVA ROTA DESDE SU BASE)**
- C MUERTE TIPO (DOS VALVAS ROTAS DESDE SU BASE)**
- D MUERTE TIPO ( OTROS TIPOS DE ROTURA NO MENCIONADOS)**

TRANSPLANTE EXPERIMENTAL DE ALMEJA PISMO

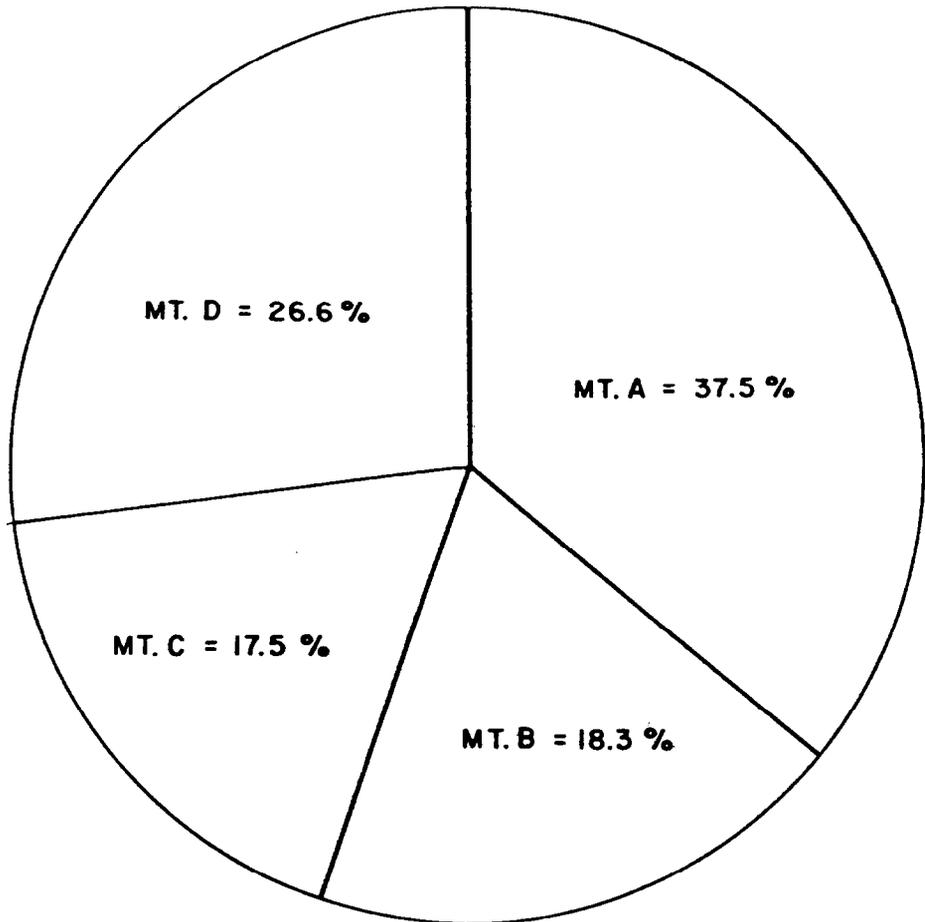


Fig. 7

PORCENTAJES DE MORTALIDAD AL FINAL DEL EXPERIMENTO EN PLAYITAS

MT = muerte tipo

A = VALVAS INTACTAS

B = UNA VALVA ROTA DESDE SU BASE

C = DOS VALVAS ROTAS DESDE SU BASE

D = OTROS TIPOS DE ROTURA

En las jaulas de exclusión y control de depredadores, se observó un reagrupamiento de las almejas, así como algunas evasiones. En la tercera semana de experimentación se verificó que la distribución regular de siembra se transformó en una distribución al azar con leve tendencia a la agregación, según el índice de Morisita, 1.46, (Brower y Zar, 1979)., (Fig. 8). Simultáneamente, con este control se consideró terminado el experimento por haberse roto la red de la jaula de exclusión.

## DISCUSION

La movilidad demostrada por algunos ejemplares, evidencia la capacidad del organismo de desplazarse en el gradiente vertical. Los resultados obtenidos permiten inferir que las almejas provenientes del intermareal se adaptan rápidamente al ambiente infralitoral.

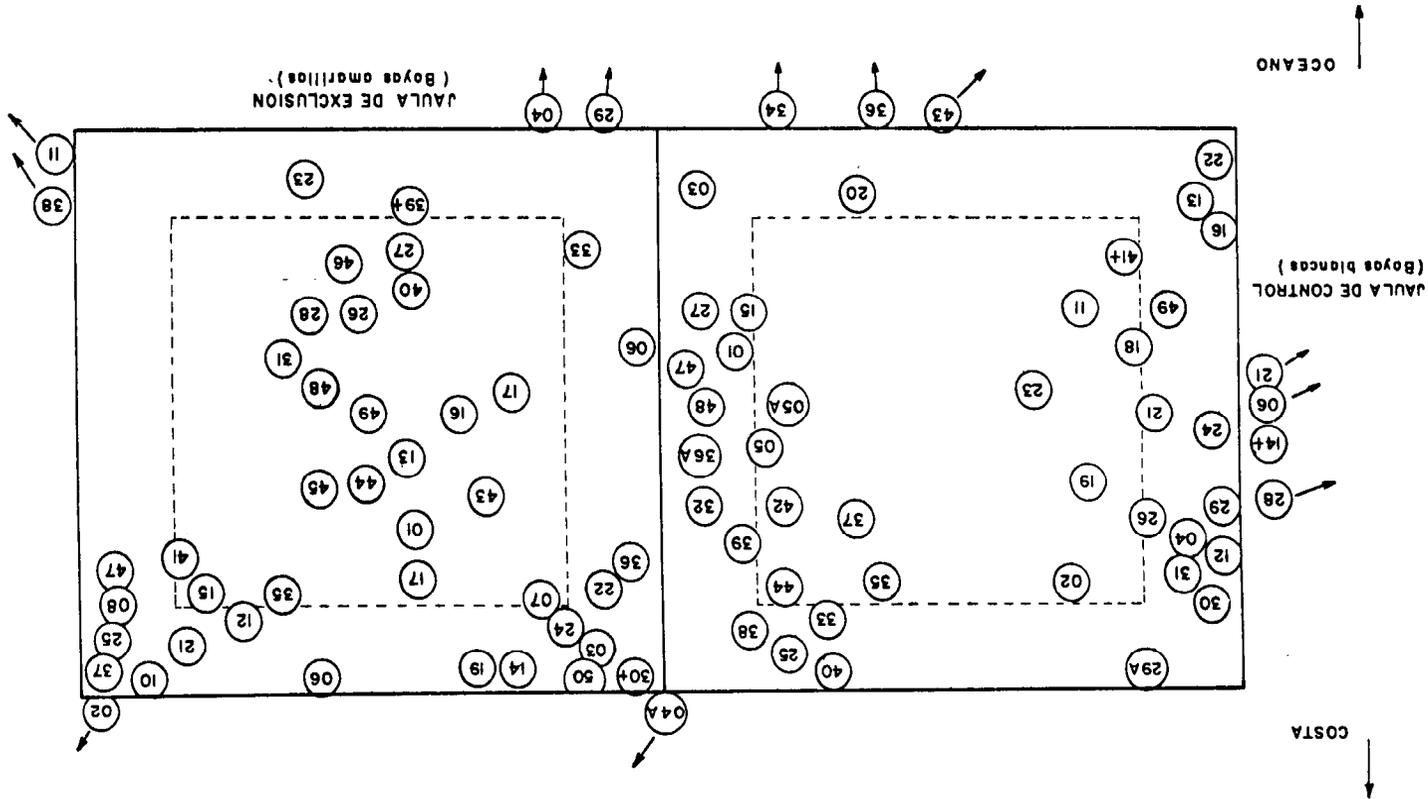
En el área experimental "Playitas", las almejas se desplazaron al azar sin demostrar preferencia en el gradiente vertical. Sin embargo, la desaparición de los organismos en el área "Granada Cove" debido a un factor de disturbio, puede imputarse a una migración masiva hacia un área propicia para el asentamiento de la especie. En este caso, debería pensarse en un desplazamiento en función del hábitat. Por lo anterior, se considera que existe un intercambio continuo entre los organismos que habitan ambos ambientes.

Las aptitudes de manipuleo demostradas por la especie, permite considerarla adecuada en un programa de repoblamiento. La mortalidad asignada a esta causa, fué poco relevante. En la Fig. 5, se puede apreciar que la curva de mortalidad acumulada, tiende a estabilizarse a partir de la segunda semana.

La depredación fué la causa de mortalidad más importante. Los tipos de mortalidad que se reportan en la Fig. 6, hacen pensar en la existencia de más de un depredador. En la Fig. 8 A, las valvas intactas pueden corresponder a mortalidad por manipuleo, o depredación por asteroideos y moluscos detectados en el área. Las Figs. 8 (B, C y D) corresponden a una depredación violenta con rotura de una o varias valvas. Los organismos capaces de utilizar esta técnica de depredación son crustáceos o el lobo de mar. Miller (1975) reporta que la nutria de mar *Enhydra lutris* es el principal depredador de las poblaciones de almeja. Las técnicas depredativas son similares a las encontradas en el

Fig. 8 - DISTRIBUCION ESPACIAL DE LAS ALMEJAS EN LAS JAULAS DE EXCLUSION Y CONTROL EN LA TERCERA SEMANA DEL EXPERIMENTO

+ ALMEJAS MUERTAS  
 --- DISTRIBUCION INICIAL



área de "Playitas", "La Salina", B.C. y "La Misión", B.C., pero este mamífero no está reportado en la zona. El lobo marino podría ocupar el espacio trófico, sin embargo, los signos encontrados indican que se trata de un organismo que rompe las valvas y se alimenta "in situ" característica que no corresponde al comportamiento alimenticio de estos mamíferos (Miller, op. cit.). Un hecho importante a señalar, es la ausencia de selectividad por tallas en la depredación (Fig. 3D).

El contraste de los resultados en las dos localidades escogidas y las evidencias manifestadas por la curva de mortalidad acumulada (Fig. 5), ponen en evidencia que cuando los factores abióticos no actúan como limitantes, los factores bióticos asumen el rol de moderadores de la población.

Las deficiencias verificadas en las jaulas de exclusión y control de depredadores, a partir de la tercera semana de experimentación no permiten comparar resultados con las áreas libres.

La problemática del trasplante comporta sin duda un gran número de factores, en alguno de los cuales se ha hecho hincapié en este experimento. Es necesario aclarar que el carácter diagramático del flujo de energía entre los niveles tróficos de las planicies arenosas, y las variables bióticas y abióticas que determinan sus vectores principales, son de importancia si se quiere obtener una aproximación del tiempo de recuperación poblacional de la especie considerada, bajo el contexto del esfuerzo pesquero que se le aplique y la eficiencia de las eventuales técnicas de repoblamiento.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, Luis G., 1979. Recomendaciones sobre la localización de una tubería submarina en la región de Punta Morro, B.C. Reporte no publicado, Dpto. de Física, Unidad de Ciencias Marinas, Ensenada, Baja California.
- BRAFIELD, Alan E., 1978. Life in Sandy Shores. Studies in Biology, 89. Edward Arnold (Publishers) Ltd. London.
- BROWER, James E. y Zar, Jerrold H., 1979. Field and laboratory method for General Ecology. Brown Co. Publishers, Iowa, U.S.A.

TRANSPLANTE EXPERIMENTAL DE ALMEJA PISMO

- COE, Wesley R. y Fitch, John E., 1950. Population studies local growth rates and reproduction of Pismo clam (*Tivela stultorum*). J. Mar. Res., 9(3):188-210.
- FITCH, John E., 1950. The Pismo Clam. Cal. Div. Fish & Game. 36:285-312.
- FITCH, John E., 1965. Relatively unexploited population of Pismo Clam (*T. stultorum*, Mawe, 1823) (Veneridae). Proc. Malac. Soc. London, 36(5):309-12
- HERRINGTON, William C., 1929. The Pismo Clam. Further studies of its life history and depletion. Fish. Bull., 18: 1-67.
- HEWATT, W.G., 1935. Ecological succession in the *Mytilus californianus* habitats as observed in Monterey Bay California. Ecology 16:244-251.
- MILLER, Daniel J., Hardwick, J.E. y A. Dalstrom. 1975. Pismo clams and sea otters. Cal. Dep. Fish & Game. Mar. Res. Tech. Rep., 31:1-49.
- NYBAKKEN, James y Stepheson, M., 1975. Effects of engineering activities on the ecology of pismo clam. Dep. Arm. Coast. Eng. Res. Cent., Misc. Pap. 8/75:1-65.
- WEYMOUTH, Frank W., 1923. The life history and growth of the pismo clam (*T. stultorum*, Mawe). Fish. Bull. 7: 1-120