

SECRETARIA DE MARINA  
DIRECCION GENERAL DE OCEANOGRAFIA NAVAL  
ESTACION DE INVESTIGACION OCEANOGRAFICA  
DE ENSENADA, B. CFA.

TITULO:

" VARIACION ESTACIONAL DEL BENTOS DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C. "

INFORME TRIMESTRAL DE AVANCES

ELABORADO POR:

BIOL. FERNANDO MOLINA PERALTA

M. C. LUIS CLEMENTE JIMENEZ PEREZ

Ensenada, B. Cfa., Marzo de 1988.-

Variación estacional del bentos  
de la Bahía de Todos Santos Baja California.

Fernando Molina Peralta  
Luis Clemente Jiménez Pérez

Secretaría de Marina  
Dirección General de Oceanografía Naval  
Estación de Investigación Oceanográfica de Ensenada.

Av. Vicente Guerrero # 133-altos, Frac. Bahía.  
Ensenada Baja California, México.

RESUMEN.

Las actividades humanas están influenciando tan fuertemente las zonas costeras que los cambios resultantes han afectado la vida marina de muchas áreas del mundo. En La Bahía de Todos Santos, el continuo crecimiento poblacional e industrial de los últimos diez años, ha modificado fuertemente las condiciones naturales de las playas, pero no se ha determinado si estas modificaciones han afectado la fauna marina. En esta investigación, se analiza la estructura de la infauna macrobentónica de las principales playas de la Bahía, utilizando los índices de diversidad de Shannon-Wiener, Simpson ( $1-\lambda$ ) y riqueza de especies. En términos generales Donax gouldi (Mollusca: bivalvia) dominó durante el otoño, invierno y verano, mientras que Scolelepis squamata dominó en la primavera. La ausencia de fauna macroscópica durante los muestreos de otoño y verano en la playa adyacente a una de las principales descargas de aguas residuales, sugiere un claro efecto de la contaminación; la presencia de de pequeñas poblaciones en la primavera, indica el inicio de un proceso de recolonización, posiblemente favorecido por la renovación del material del fondo que ocurre durante el invierno.

## INTRODUCCION

Las playas de arena son biotópos muy modificables debido a la exposición al oleaje y a la acción de las corrientes costeras y vientos; este dinamismo constante de los factores físicos, hace de las playas de arena ambientes muy severos para el establecimiento y supervivencia de la flora y fauna marina, pero a pesar de la adversidad de estos biotópos, existen organismos que llegan a establecerse en ellos en forma permanente (Young y Rhoads, 1971; Orth, 1978).

Las investigaciones del bentos de las playas arenosas cobraron auge a partir de la década de los cuarenta en las regiones más variadas del planeta; sin embargo, la fauna bentónica de litoral mexicano empezó a ser investigada recientemente. En la Bahía de Todos Santos E.C., el primer estudio del bentos fue realizado hasta 1973, cuando la Secretaría de Marina efectuó un estudio oceanográfico en la Bahía de Todos Santos, donde se reportó por primera vez, la existencia de las principales poblaciones del bentos de las playas arenosas, su distribución de acuerdo al tipo de costa y su distribución vertical en la zona entremareas (Secretaría de Marina, 1974).

Posteriormente, Pamplona Salazar (1977), investigó la estructura del bentos de una playa arenosa, "El Ciprés", de la Bahía de Todos Santos, B.C.

En un informe preliminar del impacto de los asentamientos humanos e industriales en la Bahía de Todos Santos, (Jiménez Pérez et al., 1983) reportaron la presencia de una zona carente de vida macroscópica en las vecindades de la descarga del CESPE (Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada), pero no se ha determinado si el ciclo estacional de erosión - depositación de los sedimentos de la playa permite la recuperación de las poblaciones del bentos, o si el daño persiste durante el ciclo anual. Cruz Falcón y Mancilla Peraza (1987) encontraron la existencia de períodos estacionales de erosión y depositación en estas playas; así que es probable que la renovación del sustrato contaminado durante el invierno y primavera y depositación de sustrato limpio en el verano permita el establecimiento de algunos organismos del bentos.

Los objetivos de esta investigación son: describir las características estructurales de la fauna bentónica de playas arenosas de la Bahía de Todos Santos, documentar las variaciones temporales del bentos en las cercanías de una de las principales descargas de aguas residuales y determinar si existe algún gradiente a lo largo de la costa, de los niveles de abundancia.

## DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La Bahía de Todos Santos está localizada sobre la costa noroccidental de la Península de Baja California, entre los 31 40 y 31 55 de latitud norte y los 116 50 de longitud oeste (Secretaría de Marina, 1974) presentando una superficie de más de 24 000 hectáreas en forma trapezoidal, con 18 kilómetros de ancho. Dentro de la Bahía, la porción de playas sujeta a estudio, se localiza entre los 31 48 y 31 51 de latitud norte y los 116 37 de longitud oeste. Siendo diez las estaciones muestrales (Fig. 1), las numeradas 1, 2, 3 y 4 se encuentran localizadas en la "Playa Municipal". Las que ocupan la mayor proximidad a la descarga del arroyo "EL Gallo" son las estaciones 5, 6 y 7. Las restantes, 8, 9 y 10 abarcan la "Playa Hermosa", que es una zona alejada de las descargas de aguas residuales.

## MATERIALES Y METODOS

### Muestreo de las playas

Para la toma de las muestras se fijaron un total de 10 estaciones de muestreo (Fig. 1), y en cada sitio se realizó un muestreo estacional-anual entre el 6 de Octubre de 1983 y el 29 de Agosto de 1984.

Las muestras de sedimento se obtuvieron a lo largo de transectos perpendiculares a la línea de costa durante las mareas bajas. El número de censos en cada estación fue variable dependiendo del tamaño y pendiente de las playas, las cuales estuvieron en función de los niveles de marea. Invariablemente, entre cada censo hubo una distancia de cuatro metros.

En cada transección se colectaron muestras de sedimento arenoso, utilizando cuadrantes de 20 cm de lado (área de .04 m) y extrayendo el material con palas hasta una profundidad de 15 cm, siendo luego cernido con agua de mar en tamices con luz de malla de 1 mm y depositado en bolsas de plástico con cierre hermético y etiquetadas para su posterior análisis en el laboratorio. A cada bolsa de le agregó una solución de formol al 5

## Análisis de las muestras

En el laboratorio, para el análisis taxonómico del material recolectado se utilizó un microscopio estereoscópico ERMA NO. 23401 con 10 aumentos, acompañándolo con una lupa-lámpara para efectuar la separación de la basura acompañante en los diferentes grupos taxonómicos. El material separado fue depositado en pequeños recipientes de vidrio.

Posteriormente, se procedió a realizar la identificación y conteo de los organismos con la ayuda de un microscopio compuesto, siguiendo distintas claves, entre otras Hartman (1969, 1969), Allen (1977), Fauchald (1977) y Brusca (1977).

La variabilidad del muestreo fue determinada por medio de un análisis de varianza de una vía.

## RESULTADOS

### Variación temporal del bentos

Durante las campañas realizadas se detectó un incremento en los niveles de abundancia del bentos total; durante los muestreos de otoño la densidad total promedio del bentos fue de 981 ind./m, mientras que en los muestreos de invierno y primavera se registraron valores de 1140 ind./m, respectivamente. Los valores más altos fueron detectados en el verano, en el que se registró un promedio de 6 197 ind./m (Tabla II).

En general, los moluscos bivalvos mostraron una clara dominancia en las campañas de otoño, invierno y verano, mientras que durante la primavera se registró una clara dominancia de los anélidos poliquetos (Tabla II).

En todos los muestreos se detectó una gran variabilidad horizontal en los niveles de abundancia del bentos total, observándose la ocurrencia de valores relativamente altos durante el otoño en los transectos 3 y 9 (Fig. 2a); 7 y 8 (Fig. 2b) en el invierno; 1, 2, 3 y 4 en primavera (Fig. 2c) y todos los transectos del verano, con excepción del transecto 5 (Fig. 2d).

Resultados obtenidos mediante análisis de variancia indicaron que las diferencias en los niveles de abundancia del bentos total entre los transectos fueron significativas durante el otoño e invierno ( $F=4.12$  y  $F=6.06$ ;  $P < 0.05$ , respectivamente) pero no durante los muestreos de primavera y verano (Tabla III). Esta misma situación se detectó para el grupo de los moluscos bivalvos, pero los crustáceos y poliquetos mostraron un patrón de variabilidad diferente; pues ambos grupos registraron diferencias significativas en invierno y verano, pero no durante el otoño y la primavera (Tabla IV).

#### ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD BENTONICA

Los rasgos más sobresalientes en la distribución horizontal del bentos durante la campaña de otoño de 1983 fueron la ausencia de organismos en el transecto No. 5, ubicado en la zona adyacente a la descarga de aguas residuales de el arroyo "El Gallo" y los bajos niveles de abundancia de los transectos cercanos (Fig. 2a). Los transectos 1, 2 y 3 ubicados dentro de la rada portuaria mostraron una clara dominancia de Sciolepis squamata y Ophelia sp. (Annelida: Polichaeta),

mientras que los transectos 8, 9 y 10 ubicados fuera de ella, mostraron una dominancia de Donax gouldii (Mollusca: Bivalvia). (Fig. 3). (Tabla VI).

En general, en este muestreo se registró la presencia de 15 especies, de las cuales ocho fueron poliquetos, tres crustáceos, dos moluscos, un picnogónido (P. stearnsi) y un nemertino (Tabla V).

En los transectos 1, 2, 3, 4 y 7 se detectaron valores de diversidad relativamente altos, mientras que los valores de los transectos 5 y 6 fueron extremadamente bajos (Fig. 4), siendo esta última la característica más notable en esta campaña. Los dos índices de diversidad presentaron un comportamiento similar.

Durante del invierno se registró una clara dominancia del anélido poliqueto Scoelelepis squamata en el transecto 5 (Fig. 5), seguido del molusco bivalvo Donax gouldii con escasos representantes (Fig. 3). Los transectos 1, 2 y 3, ubicados dentro de la rada portuaria mostraron una vez más la clara dominancia del poliqueto Scoelelepis squamata, a excepción del transecto 4 en el cual dominó el molusco Donax gouldii. Los restantes transectos, hacia el sur, 6, 7, 8, 9 y 10 estuvieron dominados por Donax gouldii.

Se registró la presencia de 16 especies, de las cuales seis fueron poliquetos, cinco crustáceos, cuatro moluscos y un nenertino (Tabla V). En los transectos 1, 2, 3, 4, 6 y 8 se detectaron valores de diversidad relativamente altos, mientras que el transecto 5 presentó un valor muy bajo (Fig. 6), característica muy conspicua de esta campaña. Una vez más, ambos índices de diversidad presentaron un comportamiento similar.

La campaña de Primavera se caracterizó por la presencia de organismos del bentos a lo largo de todos los transectos muestreados, presentándose el mismo patrón de distribución que en la campaña anterior, pues los transectos 1, 2, 3, 4 y 5 mostraron dominancia del poliqueto Scoelelepis squamata; mientras que los siguientes transectos estuvieron dominados por el molusco Donax gouldii (Fig. 7).

Se registraron un total de 12 especies, perteneciendo cuatro a poliquetos, dos moluscos, cinco crustáceos y un nenertino (Tabla V). En los transectos 2, 3, 4, 6, 7, 8 y 9 se detectaron valores de diversidad relativamente altos, mientras que en los restantes fueron bajos (fig. 8). Ambos índices de diversidad presentaron un comportamiento similar.

El rasgo sobresaliente en la distribución horizontal del bentos durante esta campaña de verano, fué el incremento en los

niveles de abundancia de los organismos del bentos en casi todos los transectos, así como la ausencia de organismos en el transecto 5, ubicado en la zona adyacente a la descarga de aguas residuales de el arroyo "El Gallo". Los transectos 1, 2, 3 y 4 continuaron siendo caracterizados por la presencia de Squamata; los restantes transectos estuvieron dominados por Donax gouldi (Fig. 9).

Durante esta campaña se registró la presencia de 14 especies, de las cuales, 7 fueron poliquetos, 3 crustáceos, 2 moluscos, 1 picnogónido y 1 nemertino (Tabla V). Los transectos 1 a 4 mostraron valores de diversidad altos, mientras que el valor del transecto 5 fué nulo, siendo esta última característica el rasgo más notable en esta campaña. Los valores del índice de Shannon fueron muy bajos en el resto de los transectos, mientras que la tendencia del índice de Simpson fué similar a la mostrada por el índice de Shannon (Fig. 10).

## DISCUSIÓN

Los organismos que se presentaron con mayor frecuencia durante el periodo muestreado fueron el crustáceo Cirriana hardfordi, los poliquetos Glycera sp. y Nephtys caecoides (vermes errantes y rapaces), así como miembros del phylum Nemertinea, sin embargo, en términos de abundancia total, la almeja frijol Donax gouldi fué la más abundante. La mayor frecuencia de poliquetos y nemertinos en el area muestreada parece indicar la mayor capacidad adaptativa de estos grupos para colonizar una mayor diversidad de habitats, mientras que la dominancia de Donax puede ser explicada en base a los altos valores de densidad que normalmente se localizan en los niveles bajos del intermareal, pues su límite superior de distribución vertical es definido fuertemente por la desecación.

Los resultados del análisis de varianza de los datos (tabla I), indican que las variaciones temporales de la abundancia del bentos global fueron significativas ( $p > 0.05$ ).

La clara dominancia del anélido poliqueto Scolelepis squamata en las playas caracterizadas por una menor energía de oleaje, y de Donax en las playas de alta energía podría ser explicada en términos de las características físicas del

ambiente; pues un ambiente de baja energía permite una mayor tasa de sedimentación de materia orgánica detrital, que a su vez favorecerá el asentamiento y predominio de poblaciones de organismos alimentadores de detritus, como es el caso de S. squamata (Word, 1980). Siguiendo este mismo razonamiento, parece lógico suponer que un ambiente de alta energía de oleaje como es el que existe en las playas de los transectos 7-10, favorece el establecimiento y supervivencia de formas filtro-alimentadores como Donax, pues debido a la limitación de materia orgánica como alimento, los alimentadores de suspensión se ven favorecidos y pueden incrementar el tamaño de sus poblaciones.

Los resultados obtenidos en el análisis de la distribución espacial de la abundancia del bentos, sugieren que no existe un gradiente de abundancia definido a lo largo de la costa, pero si una marcada distribución en las cercanías del Arroyo "El Gallo", principalmente durante Verano y Otoño, cuando registra una ausencia total de organismos. Es posible que la ausencia de estos organismos durante estos periodo se deba al efecto de las descargas de aguas residuales que son vertidas sobre la playa sin ningun tratamiento; pues su alto contenido de materia orgánica podría reducir el contenido de oxígeno en el agua intersticial del sedimento a tal grado, que podría obligar a los organismos macrobentónicos a escapar hacia otros sitios. Perés (1980) indicó que la fuerte contaminación

orgánica de las zonas portuarias puede llegar a impedir el asentamiento de las larvas de invertebrados bentónicos u obligar a las especies meio-bentónicas a escapar del fondo empobrecido en oxígeno. La aparición de S. squamata y Donax gouldi en este sitio después del invierno, indica claramente un cambio en la calidad del ambiente, que podría ser interpretado como un efecto de la renovación de la arena por el fuerte oleaje y transporte litoral del invierno.

La diversidad de especies del bentos de las playas locales ha sido poco estudiada. Entre los pocos estudios que se han realizado están los de Secretaría de Marina (1974) y Pamplona Salazar (1977). De acuerdo con el estudio realizado por la Secretaría de Marina (1974), el bentos se caracteriza por presentar una diversidad moderada de especies características de playas arenosas que incluye a Donax gouldi, Emerita analoga, Blepharipoda occidentalis y Nephtys caecoides.

En un estudio similar al que se presenta en este escrito (al sur del área estudiada) pero incluyendo muestreos bimensuales en un sólo transecto (Playa "Ciprés") a lo largo de un año, entre Julio de 1973 y Mayo de 1974, para conocer las variaciones estacionales de los invertebrados de una playa arenosa de la Bahía de Todos Santos, Pamplona Salazar (1977) hace referencia a la mayor abundancia del anélido poliqueto Nerine cirratulus (hoy Scolelepis squamata), el anfípodo

Syncheladion sp. y el isópodo Tridentella sp.

El presente trabajo reporta la presencia de 15 especies que no son citadas por Pamplona Salazar. Se considera que el factor más importante en cuanto a la diferencia en diversidad específica se debe a las características del medio ambiente, ya que el área estudiada por Pamplona Salazar se ubica lejos de la influencia de las descargas domésticas e industriales de la localidad, además de que se realizó dicho estudio aproximadamente con 10 años de anterioridad, y por otro lado, otro factor no menos importante es el hecho de que se muestreó una zona de menor extensión, extrayendo muestras a una profundidad de 5 cm y cirniendo con una malla de 0.5 mm, separando cada nivel del transecto por un metro.

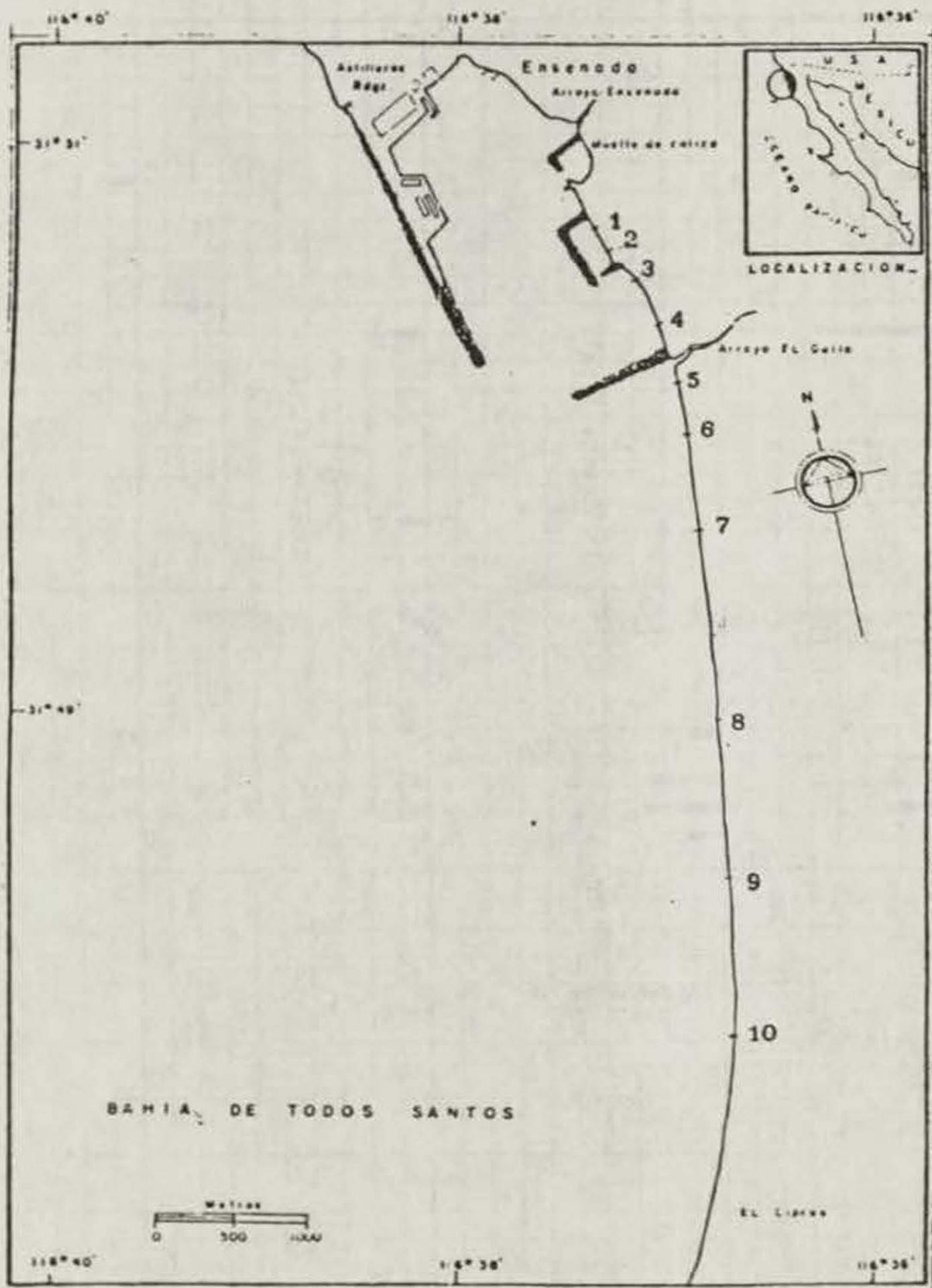
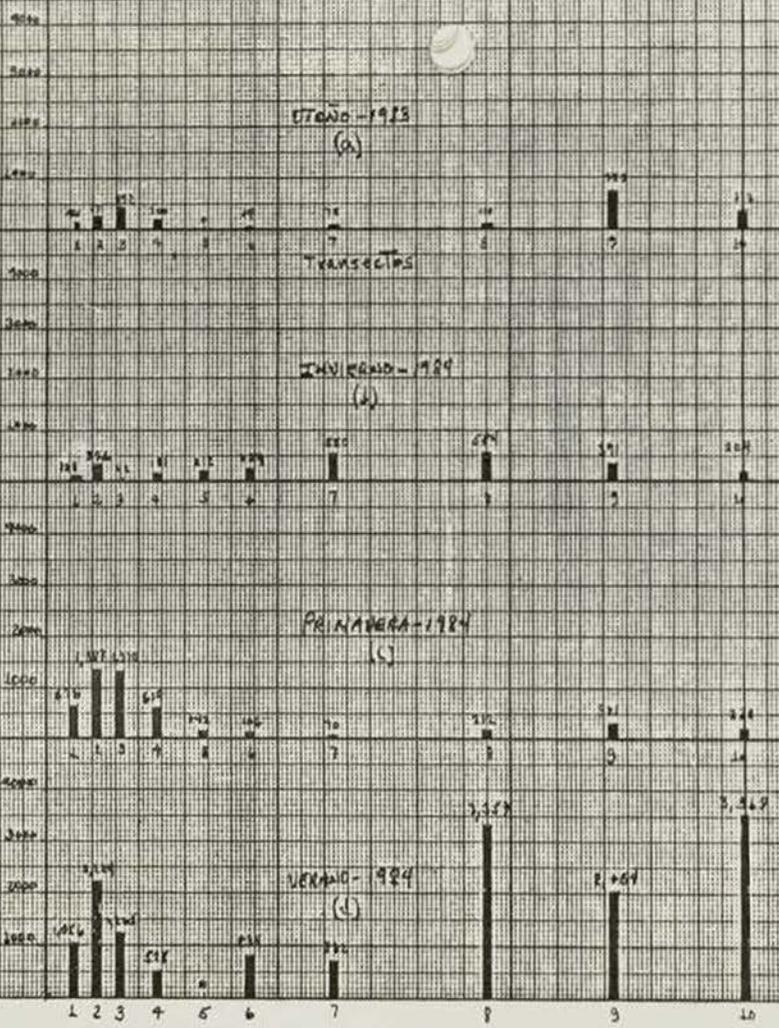


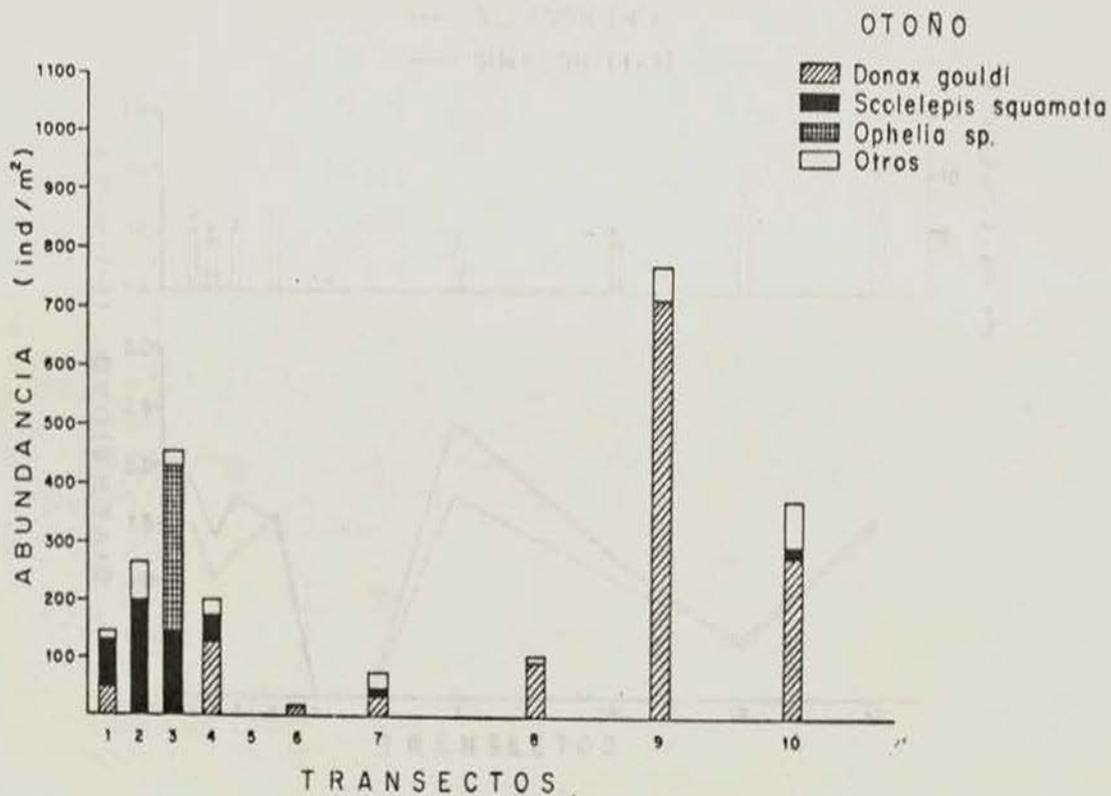
Fig. 1.- Zona de muestreo. Los números marcan los transectos en que se tomaron las muestras

40

Abundancia del Bicho Total (ind./m<sup>2</sup>)

Fig. 10





Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) de la fauna bentónica en las playas arenosas de Bahía de Todos Santos, B.C., durante Octubre de 1983.

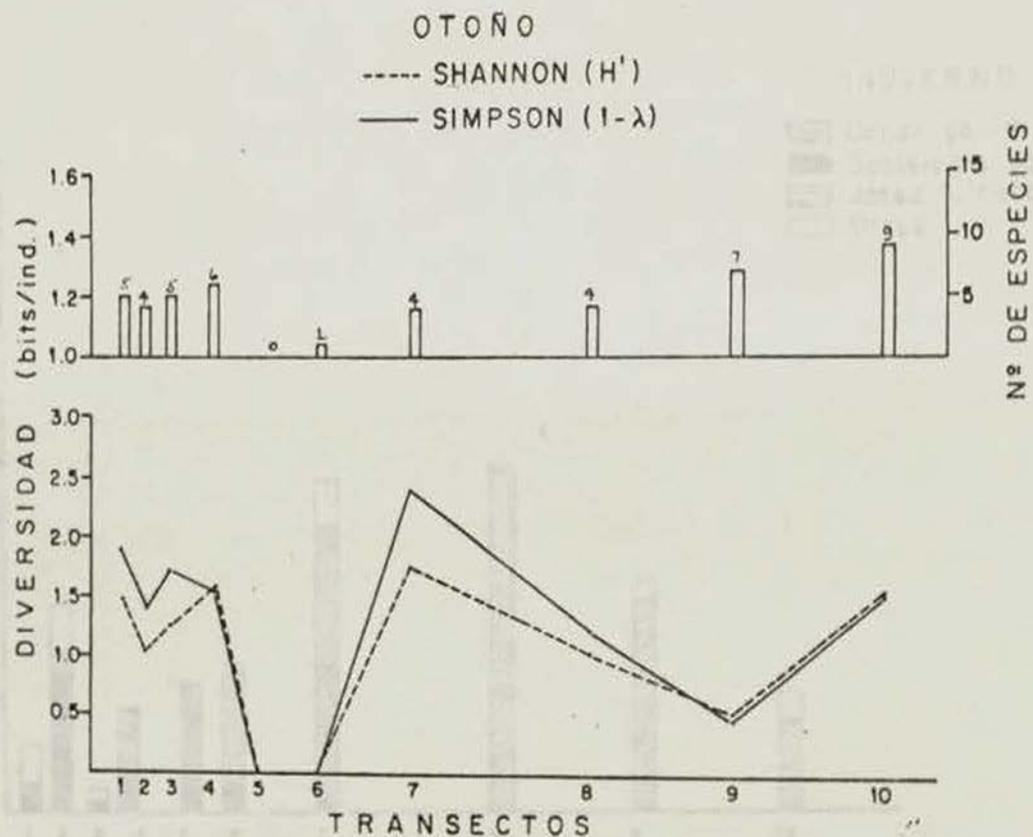


Fig. 1.- Diversidad (Bits/ind) de la fauna bentónica en las playas arenosas de la Bahía de Todos Santos, B.C., durante Octubre de 1983.

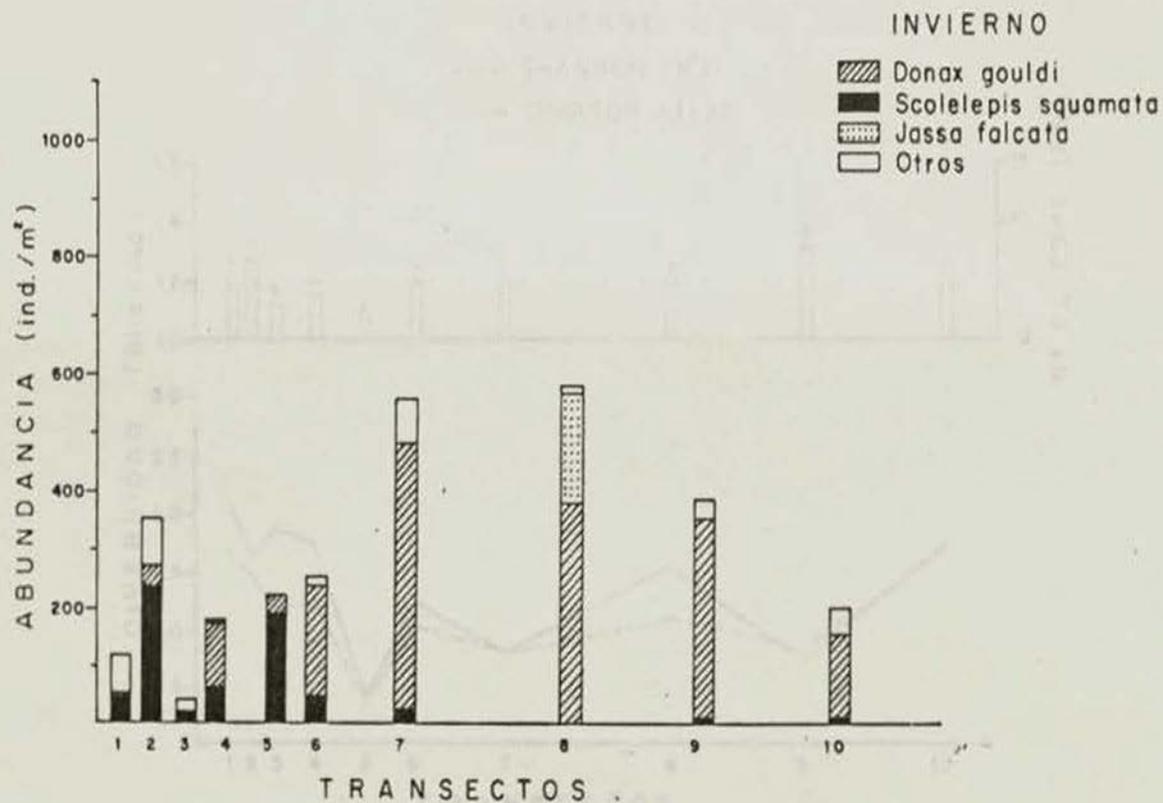


Fig. 5.- Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) de la fauna bentónica en las playas arenosas de Bahía de Todos Santos, B.C., durante Enero de 1984.

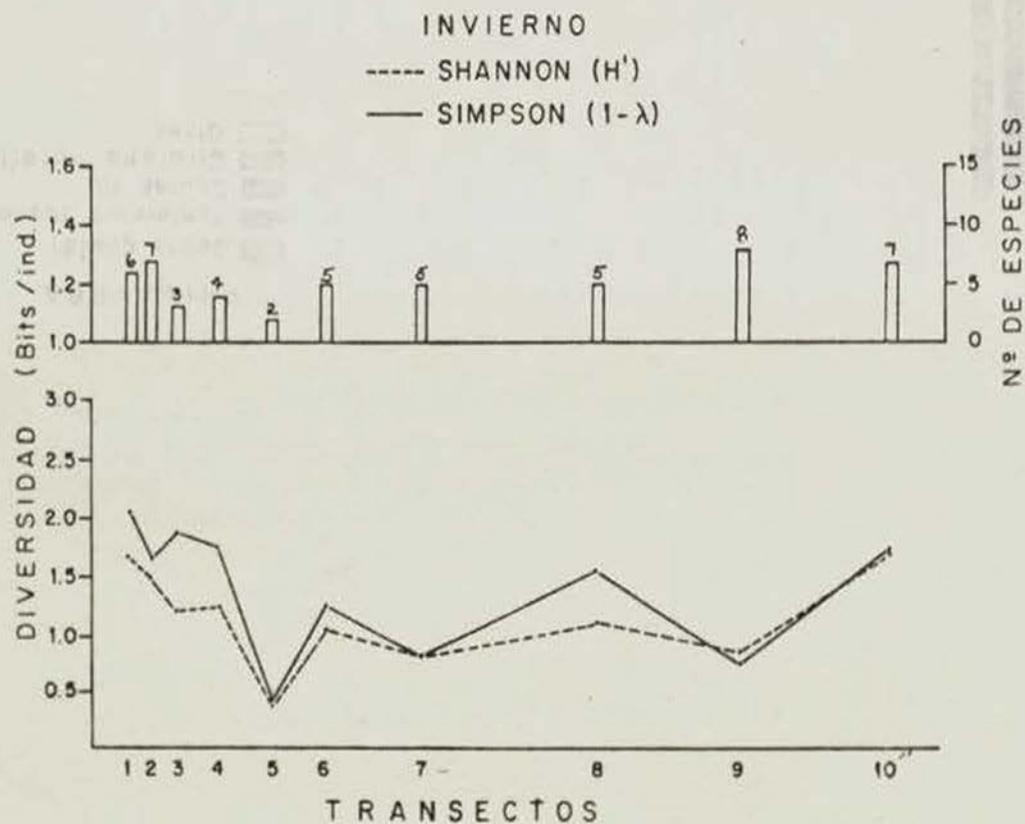


Fig. 6.- Diversidad (bits/ind.) de la fauna bentónica en las playas arenosas de la Bahía de Todos Santos, B.C., durante Enero de 1984.

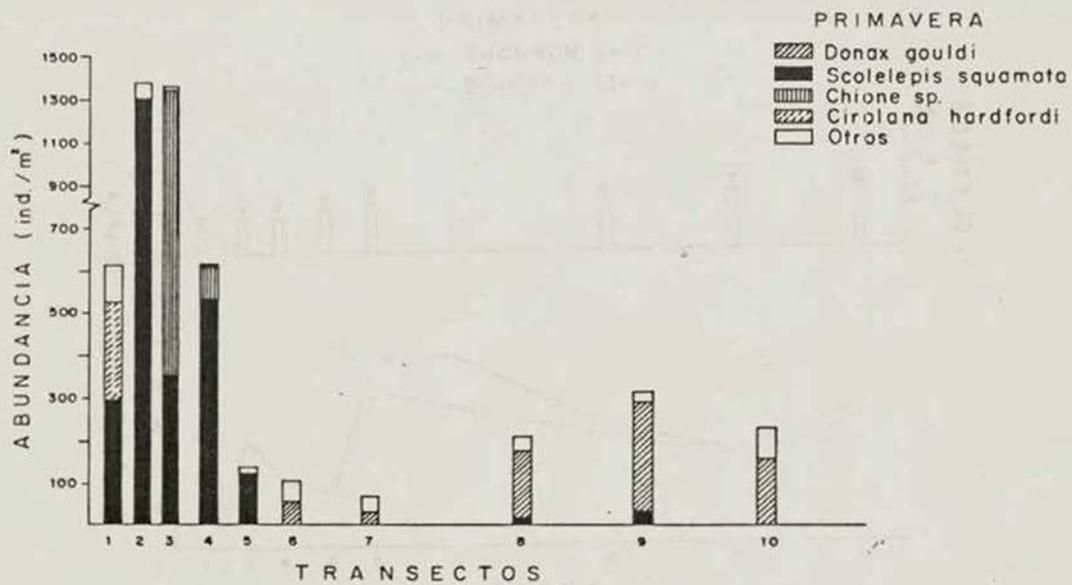


Fig. 7. - Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) de la fauna bentónica en las playas arenosas de Bahía de Todos Santos, B.C., durante Mayo de 1984.

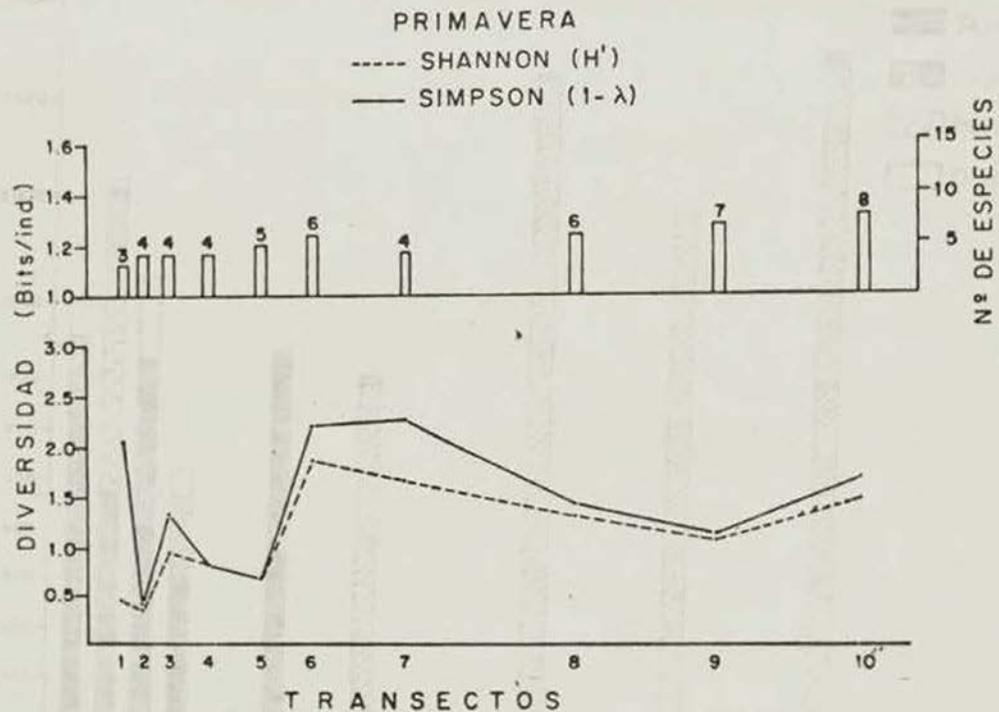


Fig. 8. -- Diversidad (bits/ind.) de la fauna bentónica en las playas arenosas de la Bahía de Todos Santos, B.C., durante Mayo de 1984.

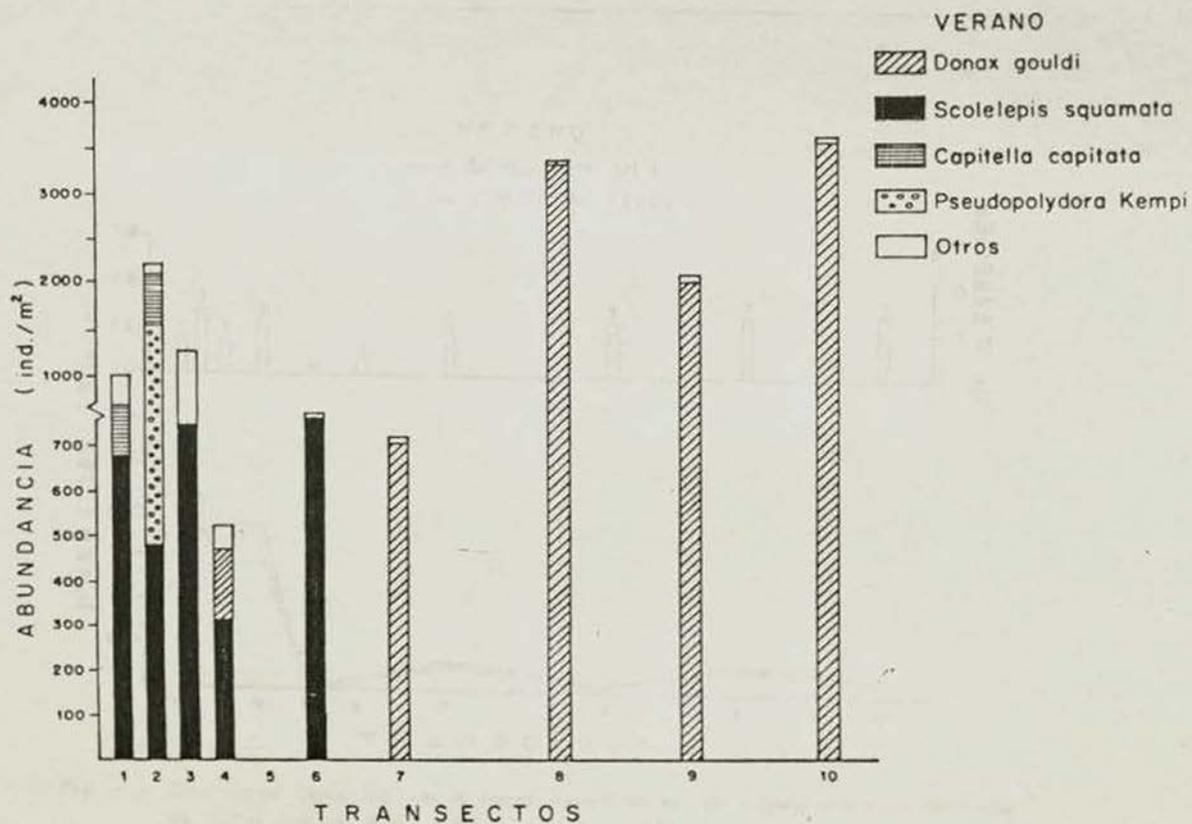


Fig. 9.- Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) de la fauna bentónica en las playas arenosas de Bahía de Todos Santos, B.C., durante Agosto de 1984.

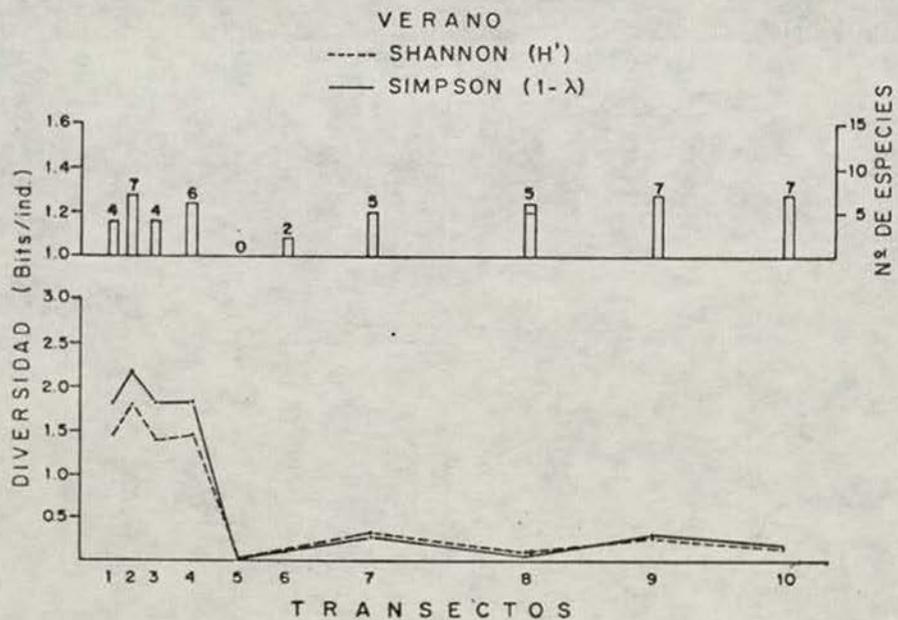


Fig. 10.-- Diversidad (bits/ind.) de la fauna bentónica en las playas arenosas de Bahía de Todos Santos, B.C., durante Agosto de 1984.