

VARIACIONES ESTACIONALES DE LA TEMPERATURA EN LA
BAHÍA DE TODOS SANTOS, B.C.

por:

CAROLINA MORALES ZUÑIGA

Centro de Investigación Científica y de
Educación Superior de Ensenada, B.C.

(Recibido: julio 12, 1977)
Ciencias Marinas Vol. 4 Núm 1 1977.

RESUMEN

Para tratar de determinar la variación estacional de la temperatura en la Bahía de Todos Santos, B.C. se efectuaron una serie de cruceros; estos cruceros se llevaron a cabo el 29 de abril, 21 de junio, 31 de agosto y 10 de octubre de 1972 y 5 de febrero de 1973; obteniéndose una serie de batitermogramas en 33 estaciones elegidas con base en los estudios realizados por Cabrera Muro (1974). Del análisis de estos batitermogramas se observó que la temperatura en la bahía aumenta del NW hacia el SE. La termoclina se observó bien desarrollada en junio debido a la insolación y a los vientos dominantes que son más intensos en este mes y mezclan el agua. En febrero la termoclina se observó muy débil. La temperatura máxima y mínima se observó en agosto y febrero respectivamente debido a que las aguas del océano sufren un retraso con respecto a la radiación que es máxima en junio y mínima en diciembre. La temperatura superficial disminuyó 7.5°C de agosto de 1972 a febrero de 1973 en el NW de la bahía y 9 9.6°C en el SE. El gradiente de temperatura superficial es máximo en junio y mínimo en febrero. Se observó una relación entre los gradientes horizontales de temperatura y los Índices de Surgencia calculados por Bakun y Craig (1975).

VARIACIONES TEMPERATURA BAHIA TODOS SANTOS

ABSTRACT

In order to determine the temperature seasonal variation in Todos Santos Bay, Baja California several cruises were carried out. Measurements were taken on 29th April, 21st June, 31st August and 1st October 1972, and 5th February 1973; bathithermograms were obtained during these cruises in 33 stations that were chosen based on the work by Cabrera Muro (1974). By analyzing the bathithermograms it was observed that the temperature in Todos Santos Bay increased from the NW to the SE. The thermocline was observed in June due to insolation and the dominant winds that blow intensely during this month and mix the water. In February the thermocline was very weak. The maximum temperature was observed in August and the minimum in February. The surface temperature decreased 7.5°C from August 1972 to February 1973 in the northwest area and 9.6°C in the southeast. The surface horizontal temperature gradient was maximum in June and minimum in February. A relation was observed between the surface horizontal temperature gradients and Upwelling Indices calculated by Bakun and Craig (1975).

INTRODUCCION

La temperatura es uno de los factores más importantes en el medio ambiente marino, su acción es determinante sobre el metabolismo y los ciclos reproductivos de los organismos vegetales y animales que lo habitan. La temperatura es también un buen índice para el estudio de los fenómenos de surgencia.

Antecedentes.- La bahía de Todos Santos, B.C. ha sido estudiada anteriormente por Walton (1955) quien efectuó un estudio sobre la ecología de foraminíferos bentónicos. Benson (1959) estudió la ecología de ostrácodos recientes en la bahía. Hubbs y Hubbs (1963) midieron temperatura superficial en siete estaciones localizadas en la bahía. Alvarez Sánchez (1971) midió corrientes superficiales. Cabrera Muro (1974) observó la distribución de temperatura de junio a octubre de 1971. Contreras Rivas (1973) observó la influencia termohalina frente al Estero de Punta Banda de julio a septiembre de 1972. Acosta Ruiz y Alvarez Borrego (1973) y Céliz Ceseña y Alvarez Borrego (1975) midieron parámetros físicos y químicos en el Estero de Punta Banda en ciclo anual. Argote Espinoza (en preparación) observó temperatura y salinidad de octubre de 1973 a septiembre de 1974.

VARIACIONES TEMPERATURA BAHIA TODOS SANTOS

Bakun y Craig (1975) establecieron que los esfuerzos del viento en la costa occidental de B.C., tienden a tener una componente a lo largo de la costa durante todos los meses, lo que implica condiciones favorables para surgencias costeras durante todo el año. Los vientos estacionales varían más bien en magnitud que en dirección. A la magnitud de la componente perpendicular a la costa del transporte de Ekman le llamó un Índice de Surgencia. Es decir una indicación de la cantidad de agua que sube a la superficie del fondo de la capa de Ekman para substituir la que se ha alejado de la costa. Bakun y Craig (1975) calcularon índices de surgencias para los años 1972, 1973 y 1974 para las latitudes comprendidas entre los 21°N y 33°N, espaciados en 3 grados (Tabla I).

AREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó en la Bahía de Todos Santos B.C. (Fig. 1a) la que se localiza entre los 31°40'N y 31°56'N y 116°50'W y 116°35'W. Tiene un área total aproximada de 167.6 km². Está limitada en el sur y oeste por Punta Banda que es rocosa y montañosa y las islas de Todos Santos, y en el norte por la costa de Baja California.

METODO

Para la obtención de datos se analizó el trabajo realizado por Cabrera Muro (1974) y basándose en él, se planeó la red de estaciones que se muestra en la figura 1a. Esta difiere con respecto a la de Cabrera Muro en el transecto localizado entre Punta Banda y la isla sur y las estaciones que se localizan en la costa desde Punta San Miguel hasta el puerto de Ensenada. La navegación se hizo por estima.

Los datos de temperatura se obtuvieron por medio de batitermogramas. El batitermógrafo utilizado tiene un rango de 0 a 135 m de profundidad y 0 a 30°C de temperatura. El termómetro de cubeta utilizado es de rango -2°C a 32°C.

A partir de los batitermogramas se trazaron las gráficas horizontales a 0m, 5m, 10m, 15m, 20m y 30m y los perfiles verticales hasta 50 m donde lo permitió la profundidad del fondo. En este trabajo sólo se presentan las gráficas superficiales. Para describir con mayor facilidad los perfiles horizontales se dividió a la bahía en cuatro Regiones (Fig. 1b).

Para los perfiles verticales se escogieron los transectos que se muestran en la figura 1b con líneas punteadas. En este trabajo se presenta únicamente el transecto 2 que va de la Boca de la Bahía hacia el Estero por considerarse el más representativo.

MORALES ZUÑIGA

TABLA I

INDICES DE SURGENCIAS MENSUALES PARA LOS AÑOS DE 1972 y 1973 PARA UNA LATITUD DE 33°N CON UNIDADES EN METROS CUBICOS POR SEGUNDO POR 100 METROS EN LONGITUD DE COSTA SEGUN BAKUN Y CRAIG (1975).

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGC	SEP	OCT	NOV	DIC
1972											
8	33	168	228	243	383	254	201	144	36	16	24
1973											
15	1	182	216	290	282	288	234	167	65	75	24

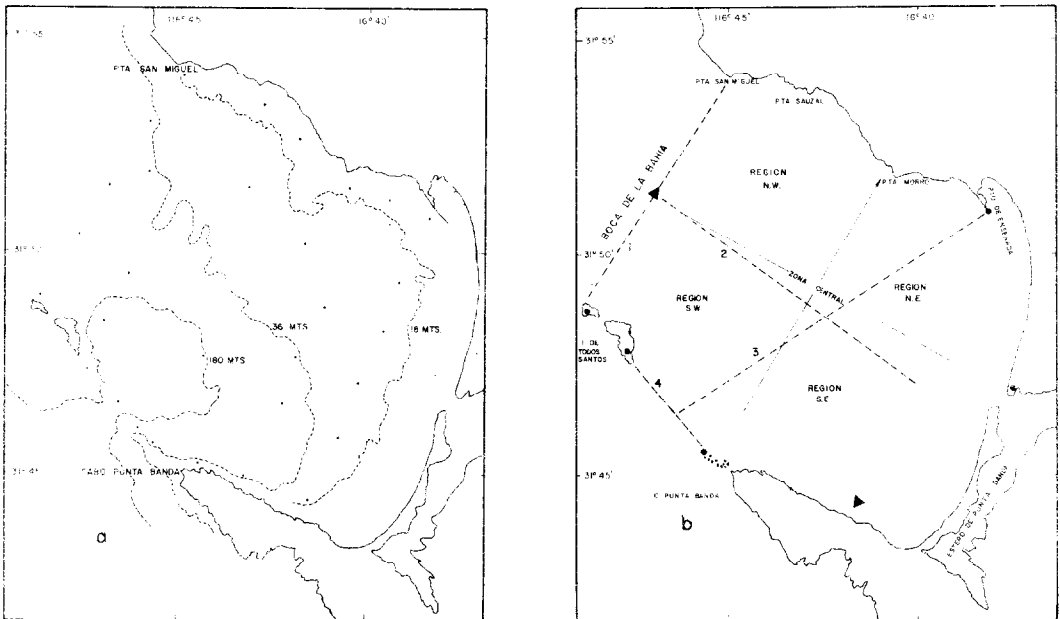


Fig. 1 a.-Plano batimétrico de la Bahía de Todos Santos, B.C. y la red de estaciones. b.-División de la bahía en cuatro Regiones y los transectos escogidos para trazar los perfiles verticales.

VARIACIONES TEMPERATURA BAHIA TODOS SANTOS

RESULTADOS

En el crucero del mes de abril se observó el gradiente más marcado (Fig. 2a) en la región SW. Este gradiente lo forman las isotermas de los 14.5°C a 17°C mientras que en el resto de la bahía el gradiente es de 0.1°C/km aproximadamente. En el perfil vertical (Fig. 2b) se observa que el gradiente vertical de temperatura es débil.

En el crucero efectuado en junio de 1972 (Fig. 2c) se observó un gradiente superficial de 0.28°C/km que fue el más pronunciado de todos los muestreos. Lo forman las isotermas de los 17°C (en la Boca de la Bahía) a 21°C (en la Región SE). En el perfil vertical (Fig. 2d) se puede apreciar que la termoclina se presenta a los 12 m.

En agosto (Fig. 3a) se observaron las temperaturas superficiales más altas de todos los muestreos. Sin embargo el gradiente no fue tan pronunciado como en junio. La temperatura varió de 18.5°C en la Boca de la Bahía (isla norte) a 22.5°C en Punta Morro y al sur del puerto. En la figura 3b se observa la termoclina entre los 7 y 15 m.

En octubre (Fig. 3c) el gradiente de temperatura superficial en la bahía es menor que en agosto. La temperatura varió de 18°C en la Boca de la Bahía a 20°C frente a la costa entre el Sauzal y el puerto. En el perfil vertical (Fig. 3d) el gradiente vertical entre 5 m y 10 m es más marcado cerca de la costa mientras que alejado de ella se debilita.

En febrero de 1973 (Fig. 4a) el gradiente horizontal en la superficie fue muy débil. La bahía presenta casi en su totalidad una temperatura de 12°C. La isoterma de los 13°C se localiza en la región SE con dirección norte. El gradiente vertical se observó muy débil en este mes (Fig. 4b).

DISCUSIONES

En abril se observó que la temperatura superficial de la bahía no varió mucho, con excepción del gradiente que se encuentra en la Región SW formado por agua de temperatura menor que el resto de la bahía. La presencia de agua de baja temperatura en la Región SW se debe a que son aguas del exterior que penetran a la bahía por el Canal. Debido a que en ésta época del año la cantidad de radiación solar que recibe la tierra en esta latitud va en aumento y la temperatura en la parte continental es mayor que en el

MORALES ZUÑIGA

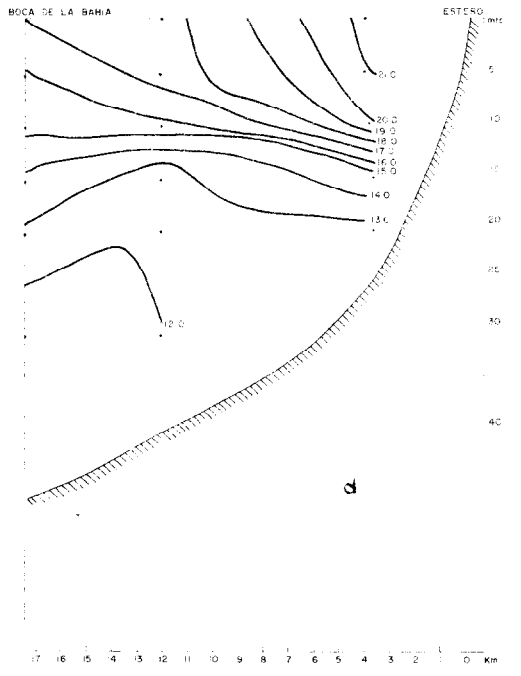
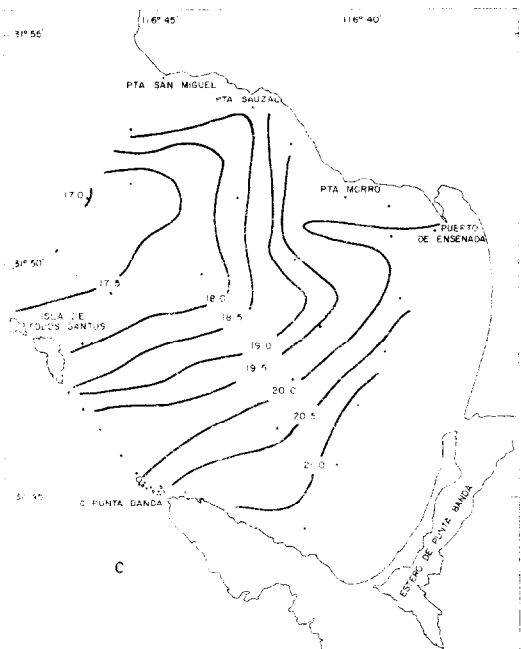
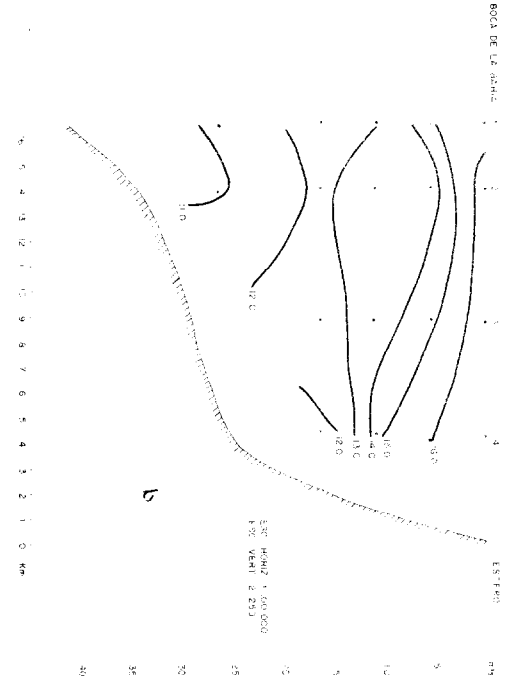
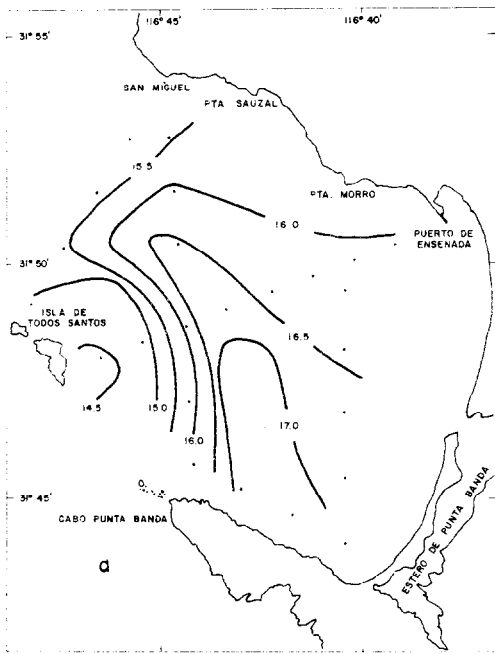


Fig. 2 a y b.-Temperatura superficial y perfil vertical del transecto 2, crucero de abril de 1972. c y d.-Temperatura superficial y perfil vertical del transecto 2, Crucero de junio de 1972.

VARIACIONES TEMPERATURA BAHIA TODOS SANTOS

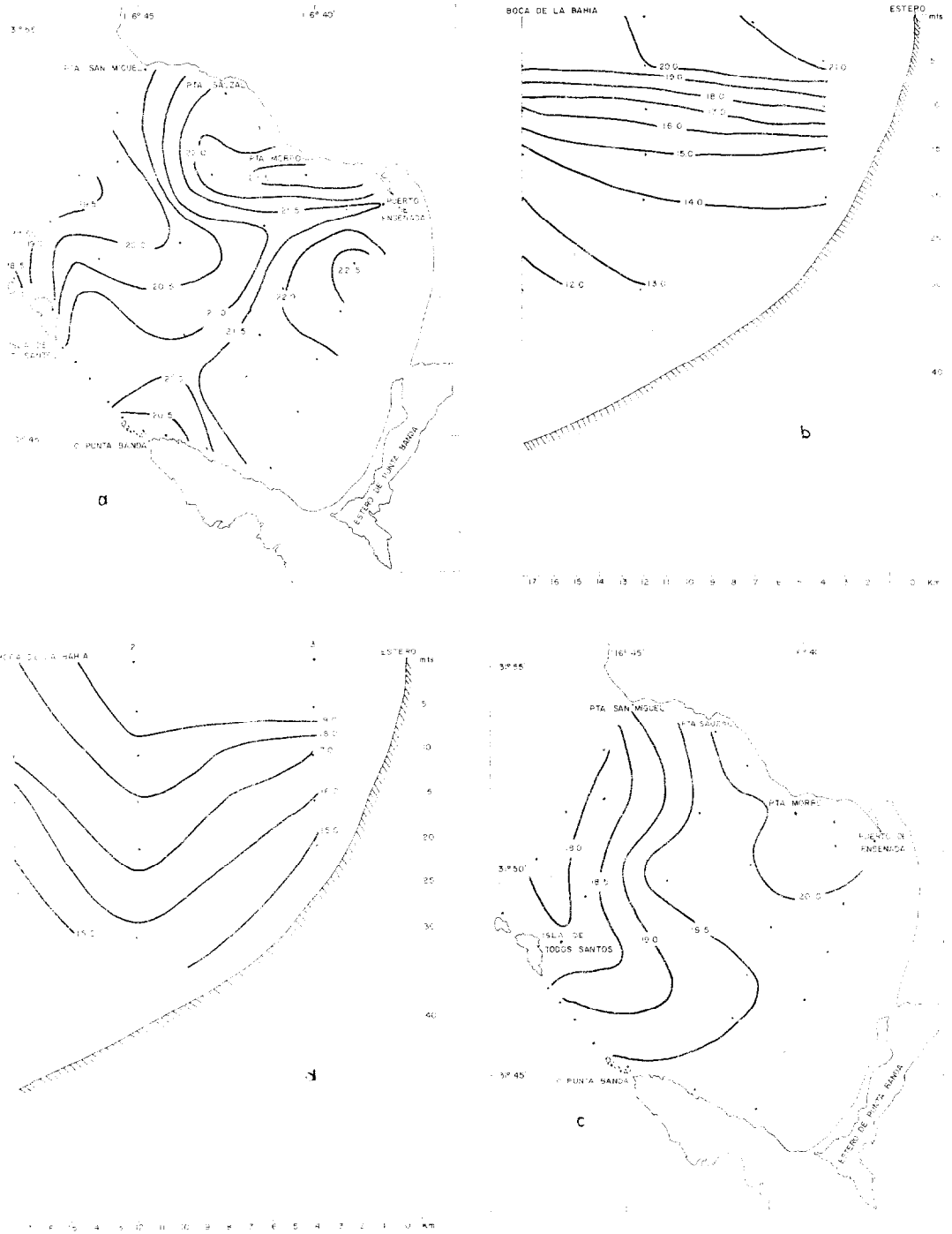


Fig 3 a y b.- Temperatura superficial y perfil vertical del transecto 2, crucero de agosto de 1972. c y d.- Temperatura superficial y perfil vertical del transecto 2, crucero de octubre de 1972.

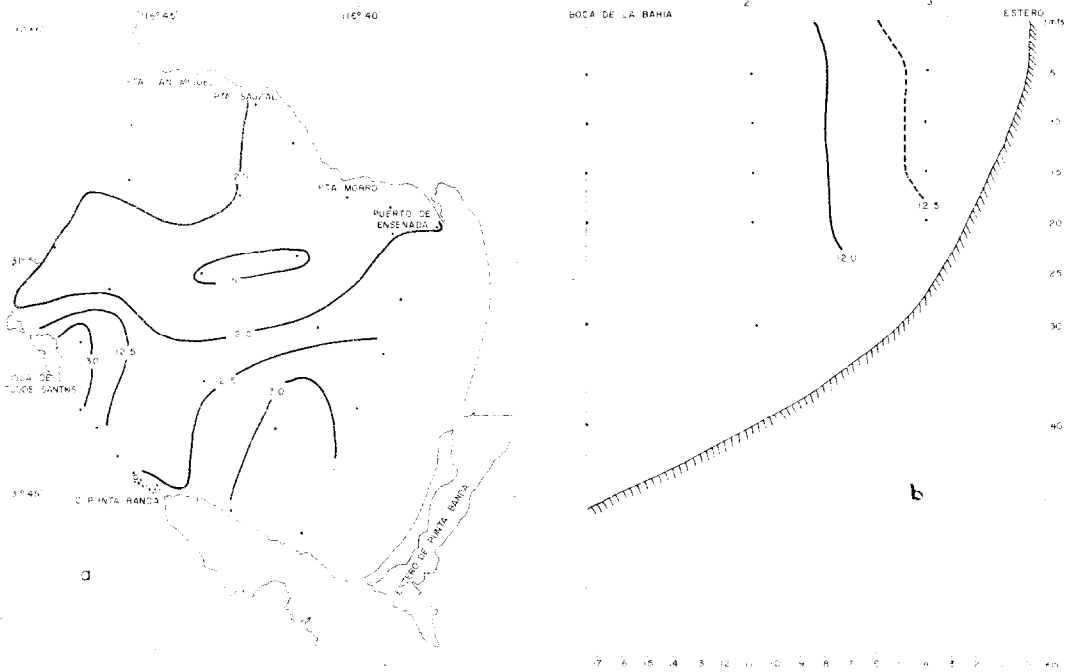


Fig. 4 a y b.-Temperatura superficial y perfil vertical del transecto 2, crucero de febrero de 1973.

océano. Así, el agua que se encuentra cerca de la costa tiene temperatura más alta que la que se encuentra alejada de ella. La termoclina no se observó muy bien definida en este crucero.

En junio se observó un gradiente horizontal bien desarrollado entre la región NW y la región SE. Este gradiente se debe a que en esta época del año la radiación es mayor y a la acción de los vientos del NW que soplan con mayor intensidad durante los meses de mayo y junio. Estos vientos son propicios para el desarrollo de surgencias. Hubbs y Hubbs (1963) en sus observaciones de temperatura en la costa efectuadas de 1955 a 1962 observaron rasgos de surgencias en Punta San Miguel. Cabrera Muro (1974) encontró durante los meses de junio a octubre de 1971 temperaturas menores que en el resto de la bahía en esta zona. Argote Espinoza (en preparación) encontró indicios de surgencias en la misma zona.

Por otro lado la influencia del Estero hace que la temperatura del agua sea mayor que la región SE (Contreras Rivas (1973)). Así, debido a las surgencias cuya influencia se manifiesta en la región NW, por un lado y a la influencia del Estero por el otro, el gradiente superficial es pronunciado en este mes. La termoclina se encontró bien desarrollada a los 12m de profundidad. El índice de surgencia es de 183 para junio de 1972 según Bakun y Craig (1975) (Tabla I).

VARIACIONES TEMPERATURA BAHIA TODOS SANTOS

En agosto se observaron las temperaturas más altas, lo que concuerda con Walton (1952), Cabrera Muro (1974) y Argote Espinoza (en preparación). El gradiente horizontal durante este crucero fue menos pronunciado que en junio. Esto se debe a que en esta época del año los vientos se presentan con menor intensidad que en junio y las surgencias que se presentan en Punta San Miguel parecen ser menos evidentes en este mes como lo indica el hecho de que en la región SE la temperatura aumentó 0.5°C de junio a agosto mientras que en la Región NW el aumento de temperatura fue de 2.5°C . El índice de surgencia para este mes es de 201 según Bakun y Craig (1975) (Tabla I). La termoclina se presentó entre los 5m y los 10m no muy bien desarrollada ya que la intensidad del viento disminuye al final del verano.

En octubre el gradiente horizontal fue menos marcado que en agosto ya que en otoño la temperatura del agua comienza a disminuir porque la intensidad de la radiación solar disminuye y los vientos soplan con menor intensidad que en agosto. El índice de surgencia para octubre es de 36 (Bakun y Craig 1975) (Tabla I y II).

Durante febrero los gradientes tanto horizontales como verticales se observaron muy débiles debido principalmente a la disminución de la radiación. En este crucero se registraron las temperaturas superficiales más bajas de todos los muestreos. Argote Espinoza (en preparación) observó también las temperaturas mínimas superficiales en este mes. El índice de surgencia para febrero de 1973 es de 1 según Bakun (1975) (Tabla I).

El índice de surgencia presenta su valor más alto en junio de 1972 y coincide con el gradiente horizontal máximo de temperatura en la bahía, y el valor mínimo concuerda con el gradiente mínimo que ocurrió en el mes de febrero de 1973.

Se intentó obtener una correlación entre los índices de Surgencia de Bakun y Craig y los gradientes de temperatura horizontal, eliminándose los datos del mes de abril de 1972 ya que no obedecían la tendencia general del resto de los datos. Se obtuvo la ecuación de regresión.

$$Y_c = .055 + .06 \text{ Log } X$$

Donde Y_c es el Gradiente de Temperatura y X es el Índice de Surgencia.

El error estandar para Y_c es de .05 y el coeficiente de correlación es de 0.754.

CONCLUSIONES

Los valores de temperatura más altos se observaron durante agosto y los mínimos durante febrero. La profundidad y desarrollo de la termoclina es determinada básicamente por la radiación solar y la intensidad de viento sobre la bahía. Los cambios menores de temperatura en la región NW de la bahía sugieren régimen oceánico. La región SE presenta claramente la influencia de la costa. El Estero de Punta Banda induce grandes cambios de temperatura en esta zona. La presencia de estos regímenes opuestos dentro de la bahía forman un gradiente horizontal fuerte entre las dos regiones. Se observó que existe relación entre los gradientes de temperatura superficial y los índices de Surgencia calculados por Bakun y Craig (1975).

AGRADECIMIENTOS

Una versión más amplia de este trabajo fue presentada a la Escuela Superior de Ciencias Marinas como Tesis profesional para obtener el Título de Oceanólogo. Para la realización de este trabajo se contó con la cooperación del Ocean. Katsuo Nishikawa K. y Dr. Nicolás Grijalva O. a quienes se agradece infinito su valiosa ayuda así mismo a los directores de Tesis Ocean. Maria Luisa Argote y M. en C. Luis Gustavo Alvarez S. A José Luis Ortega P. a Elliot Taylor B., Físico Saul Miranda A., Físico José Luis Ochoa de la Torre y a los compañeros de la Escuela Superior de Ciencias Marinas y del C.I.C.E.S.E. que en distintas ocasiones participaron en este trabajo. A Dr. Niels Christensen por su valiosa crítica a este trabajo

BIBLIOGRAFIA

- Acosta Ruíz M. de J. y S. Alvarez Borrego. Distribución Superficial de algunos parámetros hidrológicos Físicos y Químicos, en el Estero de Punta Banda, B.C., en Otoño e Invierno. Ciencias Marinas 1 (1):16-45
- Alvarez Sánchez, L. G., 1970. Vientos en Ensenada, B.C. Instituto de Investigaciones Oceanológicas. U.A.B.C. 9 pp (no publicado).
- Alvarez Sánchez, L. G., 1971. Medición de Corrientes Superficiales en la Bahía de Todos Santos, B.C. Tesis de Licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C. 54 pp.

VARIACIONES TEMPERATURA BAHIA TODOS SANTOS

- Argote Espinoza, M.L. Distribución de los Parámetros Temperatura y Salinidad y Tendencias de la Circulación en la Bahía de Todos Santos, B.C. (en preparación).
- Bakun A. y S. N. Craig. 1975. Climatology of Upwelling-Related Processes off Baja California NOAA, Monterey, California 40 pp. Paper to be presented at and published in the Proceedings of a Symposium on Fisheries Science presented by the Autonomous University of Baja California at the Higher School of Marine Sciences, Ensenada, Baja California 16-22 February 1975.
- Benson, H. R. 1959. Ecology of Recent Ostracodes of The Todos Santos Bay, B.C. Mexico, University of Kansas. Paleontological Contributions. Arthropoda Article 1. p 1-80.
- Cabrera Muro, H. R. 1974. Distribución de Temperatura en la Bahía de Todos Santos. Ciencias Marinas Vol. 1 No. 1; 65-77.
- Celis Ceseña R. y S. Alvarez Borrego. Distribución Superficial de algunos parámetros hidrológicos Físicos y Químicos en el Estero de Punta Banda, B.C. Ciencias Marinas 2 (1):98-105.
- Contreras Rivas., 1973. Influencia Termohalina del Estero en la Bahía de Todos Santos, B.C. Tesis de Licenciatura Escuela Superior de Ciencias Marinas U.A.B.C. Ensenada, B.C. 68 pp.
- Hubbs, Carl y Laura 1963. Shoreline Surface Water Temperature. Data Between La Jolla, California and Punta Baja, Baja California, 1955-1961, Scripps Contribution.
- Walton, W.R. 1955. Ecology of Living Benthonic Foraminifera, Todos Santos Bay, Baja California, J. of Paleontology, Vol. 29, No. 6 952 1018.