

Características térmicas del Banco de Campeche

Piñeiro, Roberto¹, Enrique Giménez¹, Víctor Moreno², Rogerio Burgos² y Abel Betanzos¹

¹ Centro de Investigaciones Pesqueras. La Habana, Cuba. E-mail: cubacip@ceniai.inf.cu

² CRIP Yucalpetén, Yuc. A.P. 73, CP. 97320 Progreso, Yuc., México. E-mail: cripyucalpeten@multired.net.mx

PIÑEIRO, R.; E. Giménez; V. Moreno; R. Burgos y A. Betanzos. 2001. Características térmicas del Banco de Campeche. *INP. SAGARPA. México. Ciencia Pesquera No. 15.*

Se presentan las características térmicas del agua del Banco de Campeche, así como sus fluctuaciones más importantes. En primavera y verano ocurre la entrada de agua fría en la porción oriental, asociada con la surgencia de aguas procedentes del talud de la plataforma continental. El área fue dividida en dos zonas: este y oeste, en las que se observó diferente comportamiento según la época del año. El patrón general anual en la región presentó en superficie una estrecha relación con la temperatura del aire, por lo que en el verano e inicio del otoño (julio a septiembre) se obtuvieron los datos más elevados, entre 28 °C y 29.5 °C, siendo agosto el mes más cálido; con mínimos en el invierno y principios de primavera (diciembre a marzo) con lecturas entre 25 °C y 23.5 °C. La temperatura de fondo presenta mínimos en primavera y verano y a julio le corresponde el mínimo con 20.5 °C. El análisis por separado de la temperatura de fondo de cada región determinó comportamientos bastante similares de acuerdo con la fluctuación de la variable. La zona oeste reflejó una menor influencia del proceso de surgencia. En ambos casos en julio se registran los mínimos con diferencias de hasta 3 °C entre las dos regiones.

Palabras clave: Temperatura, surgencia, Banco de Campeche

Thermal patterns and their most important fluctuations in the Campeche Bank are presented. Cold water inflow at the eastern edge of the continental shelf in spring and summer, related to upwelling were observed. The area was divided in two zones (East and West) according to strong different behavior of the temperature along the year. The surface annual pattern showed a marked relationship with the air temperature. In summer and early Autumn (July-September), the maximum values were observed between 28 °C and 29.5 °C with the highest values in August and the minimum in Winter and early Spring (December-March) ranges from 23.5 °C to 25 °C. The bottom temperature was minimum in spring with the lowest records around 20.5 °C in July. In the analysis of bottom pattern for each region, a similar behavior was observed. The West zone presented a weaker influence of the upwelling than the East. In both cases, July is the month with the lowest values and the strongest differences (until 3 °C).

Key words: Temperature, Campeche Bank, upwelling

Introducción

El Banco de Campeche es una región de gran importancia pesquera por ser hábitat natural de numerosas especies de importancia comercial cuya explotación constituye la forma de vida y trabajo de muchos pueblos ribereños. Un elemento de marcada influencia en el valor pesquero y productivo de esta región es el afloramiento que se produce en la porción oriental del talud de la plataforma frente al estado de Yucatán, que favorece la producción primaria.

El mero *Epinephelus morio* es una de las especies de mayor importancia socio-económica para las poblaciones de la costa de México y Cuba. Con la declaración de la Zona Económica Exclusiva de México (ZEE), la pesca de este recurso por parte de Cuba se rige por un convenio que inició en 1976. A partir de 1986 se inició la realiza-

ción de cruceros de investigación dirigidos a evaluar la población de *Epinephelus morio*, los cuales han permitido medir las variaciones de temperatura de fondo y superficie del Banco.

El objetivo de este estudio fue determinar, a través de la información obtenida en los cruceros conjuntos de investigación entre México y Cuba, las características térmicas del Banco de Campeche y sus variaciones espacio-temporales, ya que la dinámica de la masa de agua y afloramientos puede ser relacionada con los movimientos de los cardúmenes de peces que constituyen pesquerías de suma importancia en la región.

Antecedentes

Ha sido descrito por diversos autores, sobre todo a partir de las investigaciones conjuntas cubano-soviéticas llevadas a cabo en las décadas de los años sesenta y setenta (Belosov *et al.*, 1966; Bogdanov *et al.*, 1968; Bulanienkov y García¹; Briantsev, 1974 y García, 1980) y en estudios realizados en la zona en años posteriores (Merino, 1992). Este afloramiento es, en buena medida, determinado por la entrada de agua fría al Banco y uno de los agentes principales en la distribución y abundancia de las especies marinas en esta zona, cuyo conocimiento permite determinar la estrategia de explotación (García, 1976).

¹ Bulanienkov, S. K. y C. García. Influencia de los procesos atmosféricos del Banco de Campeche. Informe de Investigación No. 2. IV Reunión de Balance de Trabajo. Centro de Investigaciones Pesqueras, Instituto Nacional de la Pesca. Cuba. 1973. 28p. (Inédito).

Área de estudio

El área de estudio, el Banco de Campeche, es la plataforma continental que se extiende alrededor de la península de Yucatán, México, aproximadamente entre los 18° y 24° de latitud Norte y los 87° y 93° de longitud Oeste (Fig. 1).

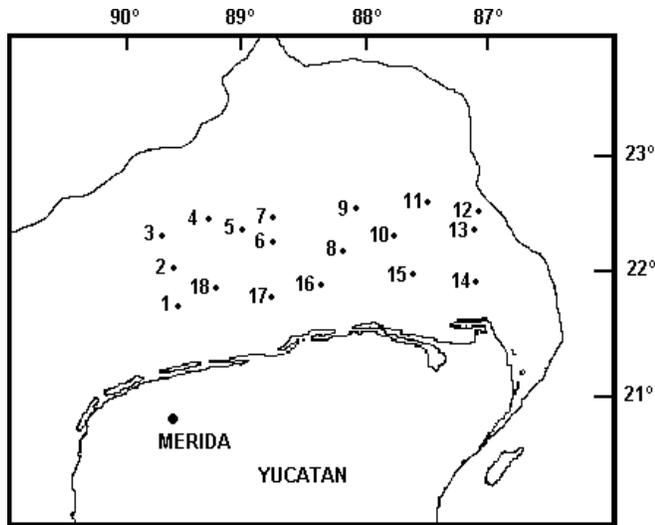


Fig. 1. Red de estaciones oceanográficas del Banco de Campeche establecidas en el convenio de pesca México-Cuba.

Métodos y materiales

En la elaboración de este trabajo se utilizaron los datos de temperatura del agua de superficie y fondo registrados en 29 cruceros de investigación realizados de 1986 a 1998. Los datos fueron tomados en 18 estaciones distribuidas entre 20 y 100 m de profundidad. Los cruceros se realizaron durante las cuatro estaciones del año, lo que permitió caracterizar y conocer la temperatura media en cada una de ellas y elaborar el correspondiente mapa de isotermas de fondo. La distribución general de las estaciones (Fig. 1) no difirió sustancialmente de posición en cada crucero (1-2 mn).

Con la finalidad de analizar la temperatura de fondo del Banco, este se dividió por el meridiano 88°30' de longitud Oeste, para conformar dos áreas: una al este y otra al oeste de dicha posición.

Para comprobar si existen diferencias significativas entre las temperaturas de fondo promedio de ambas zonas y entre épocas anuales se realizó un análisis estadístico de varianza bifactorial y una prueba de Duncan, lo que permitió establecer grupos de similitud de comportamiento.

Se calculó el patrón estacional general de todo el Banco, así como los patrones correspondientes a dichas zonas.

Resultados

En la figura 2 se presentan los patrones de distribución horizontal de la temperatura de fondo a través de cartas de isólinas en invierno, primavera, verano y otoño, respectivamente.

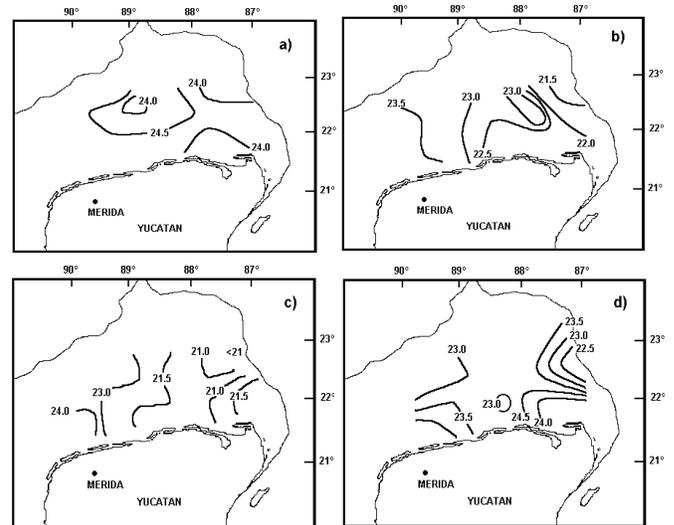


Fig. 2. Distribución horizontal de temperatura media del fondo observada en los cruceros de investigación dentro del convenio de pesca México-Cuba: a) invierno; b) primavera; c) verano; d) otoño.

Las medias de temperatura de cada estación del año en cada región se muestran en la tabla 1 y en la figura 3 donde se relacionan las estaciones, la temperatura promedio de fondo correspondiente a cada una de ellas y el promedio de la serie de años analizada. El promedio más alto se registra en invierno y el más bajo en verano.

Tabla 1. Temperatura promedio de fondo (°C) y desviación estándar (δx) por zonas y temporadas del año.

Temporada	Oeste	δx	Este	δx
Primavera	22.97	0.339	22.04	0.758
Verano	22.94	0.738	21.14	0.295
Otoño	23.02	0.545	23.38	0.944
Invierno	24.52	0.354	24.32	0.442

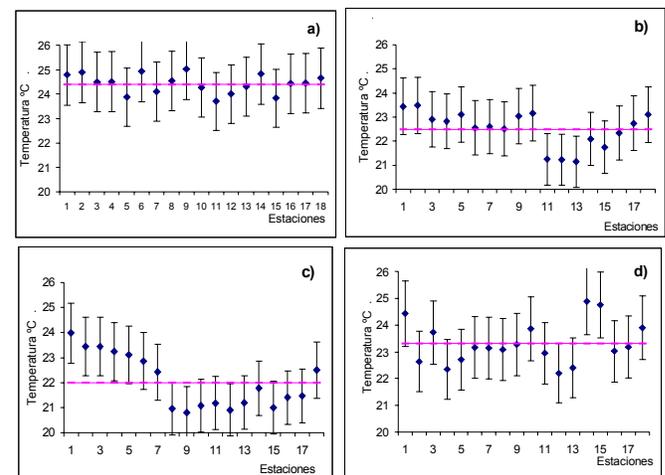


Fig. 3. Temperatura media del agua del fondo en estaciones establecidas en los cruceros México-Cuba: a) invierno; b) primavera; c) verano; d) otoño.

La distribución de la temperatura de fondo registrada en julio de 1994 (Fig. 4) muestra la intensa penetración de agua fría que ocurrió en ese período, llegando a influir en el área correspondiente a la estación 18.

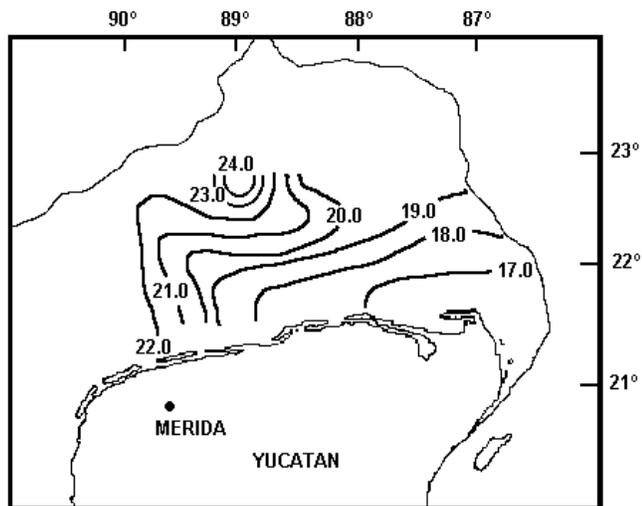


Fig. 4. Distribución de la temperatura de fondo en julio de 1994.

Se observaron marcadas diferencias entre zonas y épocas del año y mediante el análisis estadístico se corroboró lo observado, resultando la diferenciación de dos zonas con un comportamiento térmico de fondo desigual a lo largo del año ($p < 0,05$) y cuatro grupos bien definidos de patrones los cuales se muestran en la *tabla 2*.

Tabla 2. Resultados de la aplicación de la prueba de Duncan a las temperaturas medias de fondo por estación del año en las zonas Este y Oeste.

Interacción	Promedio	Grupos de patrones
Invierno Oeste	24.53	1
Invierno Este	24.35	1
Otoño Este	23.55	2
Otoño Oeste	23.29	2
Primavera Oeste	22.96	2
Verano Oeste	22.94	2
Primavera Este	22.19	3
Verano Este	21.12	4

Se presenta el patrón general anual de la temperatura de fondo y superficie de toda la región (Fig. 5a), así como el patrón de la temperatura de fondo correspondiente a las zonas oriental y occidental

Discusión

La distribución horizontal de la temperatura del fondo a lo largo del año tiene marcadas fluctuaciones y de ella destaca la entrada de agua

² Briantsev, V. A. Oscilaciones de las corrientes constantes y del nivel de las aguas profundas con el talud de la plataforma de Yucatán, bajo la circulación de las presiones atmosféricas. CIP. Habana. 1970. 23 pp. (Inédito).

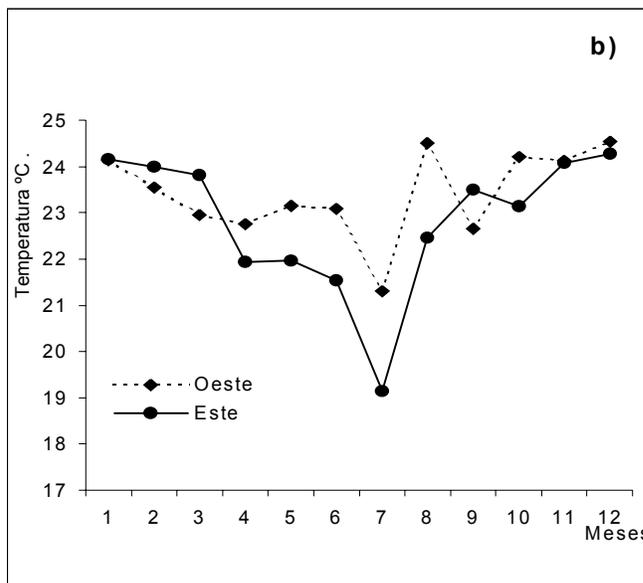
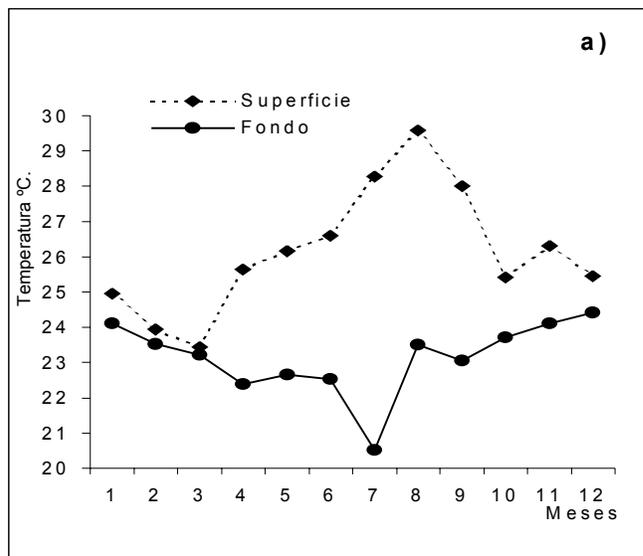


Fig. 5. Distribución espacial de temperatura en el Banco de Campeche: a) promedio mensual de temperatura de superficie y fondo; b) promedio mensual de temperatura de fondo en las zonas Este y Oeste.

fría en la porción oriental del Banco en primavera y verano, asociada con la surgencia de aguas procedentes del talud de la plataforma. El alcance de esta masa de agua de menor temperatura está directamente relacionado con la fluctuación del borde occidental de la corriente de Yucatán, la cual durante el cambio de posición de este a oeste lleva al Banco, en forma de impulso, una parte de la masa de agua fría de alta mar. De esta manera, la intensidad del afloramiento dependerá del grado de proximidad del borde izquierdo de dicha corriente con el talud (Bulaniukov y García¹).

Con respecto a la génesis y características principales del proceso de afloramiento, este fue motivo de estudio fundamentalmente en las décadas de los años sesenta y setenta (Bogdanov, 1965, Briantsev² y Bulaniukov y García¹) y de esto existen pocas referencias en los

años noventa (García, 1990 y Merino, 1993). Aunque su estudio no es objetivo de este trabajo, sí es una referencia obligada, dada su estrecha relación con las características oceanográficas existentes en el Banco. De todos los resultados y experiencias obtenidos sobre este proceso, el señalado por Bulaniukov y García¹ y luego por Merino (1992) sobre la estacionalidad del mismo, o sea su fluctuación anual según el periodo de que se trate, es de gran importancia para interpretar y conocer la dinámica existente en la región continua de la plataforma.

La relación entre las estaciones y la temperatura media del fondo (Fig. 3) muestra que las estaciones que aparecen con valores por debajo del promedio global de la serie se ubican en la parte oriental de la zona y, por tanto, se encuentran mucho más influidas por el afloramiento que las de la porción occidental. Este comportamiento térmico permite dividir la zona en dos regiones de trabajo para futuros análisis oceanográficos y pesqueros. Es necesario señalar que a pesar de que la estación 17 se encuentra en la zona oeste su temperatura está por debajo del promedio global, lo cual demuestra que la penetración de aguas de menor temperatura ocurre en forma de cuña afectando primero, en su avance hacia el Oeste, las áreas de menor profundidad.

Vassiliev y Serrano³, en un estudio realizado de 1966 a 1972 en la misma zona, señalan como valores promedio 22.1 °C en invierno, 21.9 °C en primavera, 20.8 °C en verano y 23.7 °C en otoño, los cuales fueron promedios menores a los encontrados en este estudio (24.4 °C en invierno, 22.5 °C en primavera, 22.0 °C en verano y 23.3 °C en otoño), excepto en otoño. Como se aprecia, existe una tendencia al calentamiento de las aguas de fondo entre 1 y 2 °C en las observaciones realizadas.

Con base en estos resultados, donde se observan marcadas diferencias entre zonas y épocas del año, apuntados por diversos autores de manera empírica, o en otros casos por una simple inspección de sus promedios, el análisis estadístico permitió corroborar lo observado (diferenciación de dos zonas con un comportamiento térmico de fondo desigual a lo largo del año y cuatro grupos bien definidos de patrones). El invierno en ambas zonas (grupo 1) no muestra diferencias significativas en sus promedios, pues existe homogeneidad térmica en toda el área. El grupo 2 contiene el otoño para ambas zonas y primavera-verano en la región oeste, con promedios semejantes. Se destaca el comportamiento en primavera y verano en la zona oriental del Banco (grupos 3 y 4), el cual conforma dos unidades, pues son los períodos y la región donde se obtienen las temperaturas más bajas en el año.

La temperatura de superficie está muy relacionada con la radiación solar y, por tanto, con el período del año que se trate, comportándose con una estrecha relación con la temperatura del aire, por lo que en la época del verano e inicio del otoño (julio a septiembre) se observaron los datos más elevados de temperatura, que variaron entre 28 °C y 29.5 °C, siendo agosto el mes más cálido. Los mínimos se observaron en invierno y principios de primavera (diciembre a marzo) con cifras entre 25 °C y 23.5 °C. En las aguas del fondo la temperatura

mostró un patrón diferente. Los mínimos corresponden a la primavera y verano y en julio fue el mínimo con 20.5 °C. Como se ha señalado, este comportamiento estuvo en correspondencia directa con las fluctuaciones del proceso de afloramiento que se lleva a cabo en la zona del talud aldeaña al Banco.

Cuando este análisis se hizo por separado para cada región (Fig. 5b) se obtuvieron comportamientos bastante similares de acuerdo con la fluctuación de la temperatura, aunque en la zona oeste los datos reflejaron una menor influencia del proceso de surgencia que ocurre en la porción oriental del talud. En ambos casos en julio se registraron los mínimos de temperatura de fondo, con diferencias de hasta 3 °C entre las dos regiones.

De lo ya discutido se puede resumir que el estudio de la temperatura del agua en regiones, bajo la influencia de afloramientos o surgencias, es muy importante, pues esta variable ejerce un marcado e indiscutible efecto en el medio. Dada su estrecha relación con las especies marinas del Banco, los resultados obtenidos en el presente trabajo pueden servir de base para definir estrategias adecuadas para las operaciones de pesca por parte de las flotas que operan en la zona.

Conclusiones

1. La distribución horizontal de la temperatura de fondo a lo largo del año presentó marcadas fluctuaciones, destacando en primavera y verano la entrada de agua fría en la porción oriental del Banco asociada con la surgencia de aguas en el talud de la plataforma. En esas temporadas estacionales, este proceso ejerce una influencia sobre la región con mayor intensidad en su porción oriental.
2. Con respecto a valores reportados para la región entre 1966 y 1972, se observó una tendencia al calentamiento de las aguas en las estaciones de invierno, primavera y verano.
3. El desarrollo estadístico permitió observar una marcada diferenciación entre zonas y épocas del año ($p < 0,05$), lo que dio por resultado dos zonas con un comportamiento térmico de fondo desigual a lo largo del año (zonas Este y Oeste) y cuatro grupos bien definidos de patrones de comportamiento.
4. El patrón anual de temperatura de superficie presenta una estrecha relación con la temperatura del aire. Los máximos se obtienen en verano (julio a septiembre) entre 28 °C y 29.5 °C (agosto fue el mes más cálido) y mínimos en invierno y principios de primavera (diciembre a marzo) con valores entre 25 °C y 23.5 °C.
5. En el caso de la temperatura del agua del fondo los mínimos correspondieron a primavera y verano, y en julio se registró el mínimo de 20.5 °C. En el análisis por separado de cada región se obtuvieron comportamientos similares de acuerdo con la fluctuación de la variable. Sin embargo, en la Zona Oeste los valores reflejaron una menor influencia del proceso de surgencia que ocurre en el talud. En ambas zonas se registraron los mínimos anuales en julio, con diferencias en los promedios que en este período pueden llegar a ser de hasta 3 °C entre las dos regiones.

³ Vassiliev, G. D. y F. Serrano. Régimen térmico de las aguas del Banco de Campeche. IV Reunión de Balance de trabajo. Informe de Investigación No. 5. Centro de Investigaciones Pesqueras, Instituto Nacional de la Pesca. Cuba. 1973. (Inédito).

Referencias bibliográficas

- BELOUSOV, I. M.; Y. A. Ivanov; S. A. Pasternak; T. S. Rass and V. V. Rossov. 1966. Oceanographic research by the Soviet-Cuban Marine Expedition. *Oceanology* 6(2):312-320.
- BRIANTSEV, V. A. 1974. Influencia de la circulación atmosférica sobre el ascenso de las aguas profundas en la parte oriental del Banco de Campeche. *Invest. Pesq. Soviético-Cubanas. VNIRO-CIP, Moscú. Fascículo 4*:24-42. Figs. 1-2. Tablas 1-3, lit. 6t.
- BOGDANOV, D. V. 1965. Algunos rasgos de la oceanografía del Golfo de México y del mar Caribe. *Invest. Pesq. Soviético-Cubanas VNIRO-CIP, Moscú.* pp. 23-45.
- BOGDANOV, D. V.; V. A. Solokov and N. S. Khromov. 1968. Regions of high biological and commercial productivity in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. *Oceanology* 8:371-381.
- GARCÍA, C. 1976. Utilización del pronóstico de temperatura para las operaciones pesqueras en el norte del Banco de Campeche. *Rev. Invest. INP* 2 (2):126-132.
- GARCÍA, C. 1980. Caracterización general del Banco de Campeche. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 5(2).
- GARCÍA, C. y Ma E. de León. 1980. Características pesqueras del banco. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 5(2).
- MERINO, M. 1992. Afloramiento en la plataforma de Yucatán: estructura y fertilización. *Tesis de Doctorado. UNAM. CCHICM y L. México.* 255 pp.

