



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

ESTUDIO DE LA RESPIRACION EN UN SUBSISTEMA
BENTONICO EN LA LAGUNA COSTERA,
ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C.



TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

OCEANOLOGO

PRESENTA

ANA GABRIELA ENCINAS GARCIA

ENSENADA, B.C.

AGOSTO DE 1992

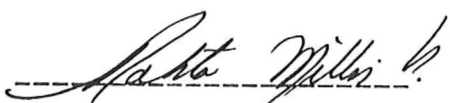
"ESTUDIO DE LA RESPIRACION EN UN SUBSISTEMA BENTONICO EN LA
LAGUNA COSTERA, ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C."

T E S I S
QUE PRESENTA:
ANA GABRIELA ENCINAS GARCIA

Aprobada por:



Presidente del Jurado
M.C. Francisco Ley Lou



Sinodal Propietario
M.C. Roberto Millán Nuñez



Sinodal Propietario
M.C. Eduardo Santamaría del Ángel

RESUMEN

Se realizaron estudios de respiración en una comunidad bentónica del Estero de Punta Banda, durante el período de agosto de 1986 a junio de 1987. Los experimentos fueron realizados "in situ", utilizando un respirometro "bell-jar" en dos zonas, una cercana a la boca y la otra a la cabeza del Estero. La oxidación química y la respiración bacteriana fueron estudiadas usando formaldehído y antibiótico respectivamente. La asimilación total de oxígeno por el sedimento presentó un promedio de $1.3 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{día}$. La respiración biológica total obtuvo un promedio de $1.1 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{día}$ y la respiración bacteriana alcanzó el 61.5% de la respiración biológica total. Se observó un comportamiento estacional de los procesos influido marcadamente por la temperatura. La respiración fue ligeramente mayor en la cabeza, debido primordialmente al tipo de sedimentos y a la cantidad de materia orgánica presente en la zona. El método del antibiótico para estudios de respiración bacteriana no es recomendable, porque se eliminan otros organismos además de las bacterias.

Este trabajo de tesis forma parte del proyecto "Potencial Productivo de las Lagunas Costeras" que fue patrocinado por la Secretaría de Educación Pública (SEP) bajo registro número C90-01-0380.

DEDICATORIAS

A Rodolfo Encinas González

Porque su alto ejemplo como Padre y Esposo será la antorcha que ilumine el camino que volverá a unirnos para siempre.

A mi Madre

Con todo mi amor. Gracias

A mis hermanos

Susana, Rodolfo, Alejandra, Bárbara, Alma, Marcela, Adriana y Fabiola. Por su apoyo de hoy y siempre.

A Edward Bretón Santiago

A DIOS

AGRADECIMIENTOS

Al M.C. Francisco Ley Lou por su amistad, confianza y paciencia brindada durante la dirección de este trabajo.

Al M.C. Roberto Millán Nuñez y al M.C. Eduardo Santamaría del Angel que con sus consejos, asesorías, tiempo y dedicación, facilitaron la realización de esta tesis.

A todos los profesores y compañeros de la Facultad de Ciencias Marinas, en especial a la Generación 29.

A Moramay, Carolina y Ana Claudia por su gran amistad.

Al Viejo, David, Pipo y toda la familia Casamar por su apoyo y eterna amistad.

A la familia Siqueiros-Esquer por permitirme ser parte de ellos.

Y a todos los que de alguna forma colaboraron en la realización de este proyecto.

G R A C I A S

INDICE

	Página
Introducción.....	1
Objetivo.....	4
Materiales y métodos	
- Descripción del área de estudio.....	5
- Metodología.....	8
- Análisis estadístico.....	11
Resultados	
-Parámetros hidrológicos en la columna de agua.....	13
-Respiración de la comunidad bentónica.....	13
-Estadística del comportamiento espacio-temporal.....	24
-Relación de la temperatura.....	24
Discusiones.....	30
Conclusiones.....	36
Literatura citada.....	37

LISTA DE FIGURAS

	Página
Fig. 1. Area de estudio. 0 Ubicación de las estaciones de muestreo.....	6
Fig. 2. Cámara de flujos, usada para cuantificar los intercambios de oxígeno en la interfase sedimento-agua.....	9
Fig. 3. Distribución de la salinidad en la columna de agua del Estero de Punta Banda.....	14
Fig. 4. Distribución de la temperatura en la columna de agua del Estero de Punta Banda.....	15
Fig. 5. Distribución del oxígeno disuelto en la columna de agua del Estero de Punta Banda.....	16
Fig. 6. Asimilación de oxígeno total por el subsistema bentónico del Estero de Punta Banda.....	20
Fig. 7. Respiración biológica total por el subsistema bentónico del Estero de Punta Banda.....	21
Fig. 8. Respiración bacteriana por el subsistema bentónico del Estero de Punta Banda.....	22
Fig. 9. Respiración biológica no- bacteriana por el subsistema bentónico del Estero de Punta Banda.....	23

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Datos de asimilación de oxígeno para la zona cercana a la boca ($\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{día}$).....	17
Tabla 2. Datos de asimilación de oxígeno para la zona cercana a la cabeza ($\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{día}$).....	18
Tabla 3. Resultados del estadístico de Wilcoxon para dos muestras independientes para probar diferencias estadísticamente significativas entre las dos zonas de estudio (boca/cabeza) en base a las variables de respiración.....	25
Tabla 4. Resultados del análisis de varianza no paramétrico de una vía Kruskal-Wallis para probar diferencias estadísticamente significativas a través del tiempo para los distintos tipos de respiración, considerando las dos zonas de estudios representativas del Estero.....	26
Tabla 5. Coeficientes de correlación de las variables transformadas con codificación binaria vs los componentes calculados. Para la zona cercana a la boca.....	27
Tabla 6. Coeficientes de correlación de las variables transformadas con codificación binaria vs los componentes calculados. Para la zona cercana a la cabeza.....	29
Tabla 7. Comparación de asimilación de oxígeno por comunidades bentónicas en diferentes ambientes.....	31
Tabla 8. Comparación de respiración bacteriana bentónica en diferentes ecosistemas. Datos expresados en porcentaje respecto a la respiración biológica total.....	34

INTRODUCCION

Las lagunas costeras son cuerpos de aguas costeros, generalmente someros y de gran importancia debido a su alta productividad orgánica, lo que ha derivado, la utilización de estas con fines pesqueros y acuiculturales. Una gran cantidad de organismos utilizan estos lugares como áreas de crianza y reproducción (Burton, 1976; Mee, 1979; Day y Yañez-Arancibia, 1982; Yañez-Arancibia, 1986). Las lagunas costeras son económicamente importantes por la utilización para asentamientos urbanos, comerciales, industriales y turísticos (Mee, 1979).

Las lagunas, estuarios y bahías en algunos casos son de gran importancia ecológica por ser áreas muy ricas en peces, moluscos, crustáceos, por consiguiente cuentan con una intensa actividad humana. Por ejemplo, se obtienen anualmente una gran cantidad de capturas comerciales de diferentes recursos, pero se conoce muy poco de las características estructurales y funcionales de estos sistemas, de los ciclos de vida de los animales marino-estuarinos o dulceacuícola-estuarinos y de los ciclos de interacciones ecológicas entre los estuarios y el mar. Por lo que, cualquier información científica que contribuya al análisis y comprensión de las lagunas, estuarios y bahías cerradas debería ser utilizada para lograr un mejor conocimiento y, si es posible, una manipulación tecnológica-científica adecuada de la naturaleza (Yañez-Arancibia, 1986).

Los organismos bentónicos juegan un papel muy importante en su funcionamiento. El flujo de energía entre los productores primarios y los niveles tróficos inferiores de muchos estuarios

y lagunas costeras, dependen primordialmente de la productividad secundaria del bentos (Roberts, 1981), cualquier impacto en el funcionamiento de la comunidad bentónica, podría producir una reducción en la productividad de los niveles tróficos superiores del ecosistema. Por lo tanto es importante entender los flujos de energía y materiales que se llevan a cabo dentro, sobre y fuera de las comunidades bentónicas.

Una de las maneras para conocer los flujos de energía en estas comunidades se logra por medio de la evaluación de su metabolismo (Day *et al.*, 1989). Este proceso comprende la respiración de todos los organismos vivos y la oxidación química que se lleva a cabo en la comunidad.

El metabolismo de una comunidad bentónica esta influenciado por la temperatura (Pamatmat, 1968; Hargrave, 1969), la tasa de sedimentación de carbón orgánico (Hargrave, 1973) y por la estructura y biomasa de infauna de la comunidad (Smith, 1973; Roberts, 1981). Existe un gran número de este tipo de estudios en diferentes áreas del mundo y en diversos ambientes como los realizados en planicies intermareales (Pomeroy, 1959; Pamatmat, 1968), lagos de agua dulce (Hayes y Macauley, 1959; Hargrave, 1969), marismas y sus aguas adyacentes (Teal y Kanwisher, 1961; Duff y Teal, 1965; Hopkinson *et al.*, 1978), fondo de ríos (Edward y Rolley, 1965; Rolley y Owens, 1967), aguas costeras (Carey, 1967; Pamatmat y Banse, 1969; Smith, 1973), zonas abisales y en la plataforma continental (Pamatmat, 1973; Smith y Teal, 1973) bancos de ostión (Bahr, 1976) y lagos oligohalinos (Roberts, 1981).

A pesar de la importancia que representan estos subsistemas y de la gran información que se ha obtenido de otras áreas del mundo, en México los estudios sobre respiración de las comunidades bentónicas son muy escasos, aún con la existencia de varias lagunas costeras de gran importancia para el hombre, como lo es el Estero de Punta Banda donde en la actualidad se presentan conflictos entre su conservación y desarrollo.

El presente estudio se realizó con el fin de conocer el metabolismo bentónico durante un ciclo anual en dos áreas del Estero de Punta Banda, B.C.

OBJETIVO

Analizar el comportamiento espacio-temporal de los procesos metabólicos de las comunidades bentónicas en dos áreas del Estero de Punta Banda, B.C.

MATERIALES Y METODOS

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El Estero de Punta Banda es una pequeña laguna costera, localizada en la Bahía de Todos Santos, B. C., entre los 31°42' y 31°47' de latitud norte y 116°37' y 116°40' de longitud oeste (Fig. 1).

El Estero está separado de la Bahía por una barra arenosa de aproximadamente 7 km de longitud (Celis-Ceseña y Alvarez Borrego, 1975), tiene una comunicación permanente con la Bahía a través de una boca localizada en el extremo norte de la barra. El tamaño de la boca fluctúa de acuerdo al volumen de sedimentos aportados por el oleaje y transporte litoral. El Estero se caracteriza por presentar un canal en forma de "L" con un brazo corto de 3 km y uno largo de 7 km (Pritchard *et al.*, 1978). El canal principal tiene una profundidad máxima de 8 m que decrece hacia el interior del sistema (Camacho-Ibar, 1987). El sistema se ha clasificado como una laguna neutra, la densidad del agua es igual o casi igual a el agua de la Bahía y su movimiento es causado principalmente por las mareas y el viento (Pritchard *et al.*, 1978). Durante el año existe un gradiente de salinidad, temperatura y nutrientes con valores que tienden a incrementarse de la boca hacia el extremo interno de la cuenca (Camacho-Ibar, 1987). Además, en ocasiones el Estero recibe influencia de las surgencias que se presentan en la zona costera de Punta Banda, mismas, que son acarreadas por las corrientes (Millán-Nuñez y Alvarez-Borrego, 1981).

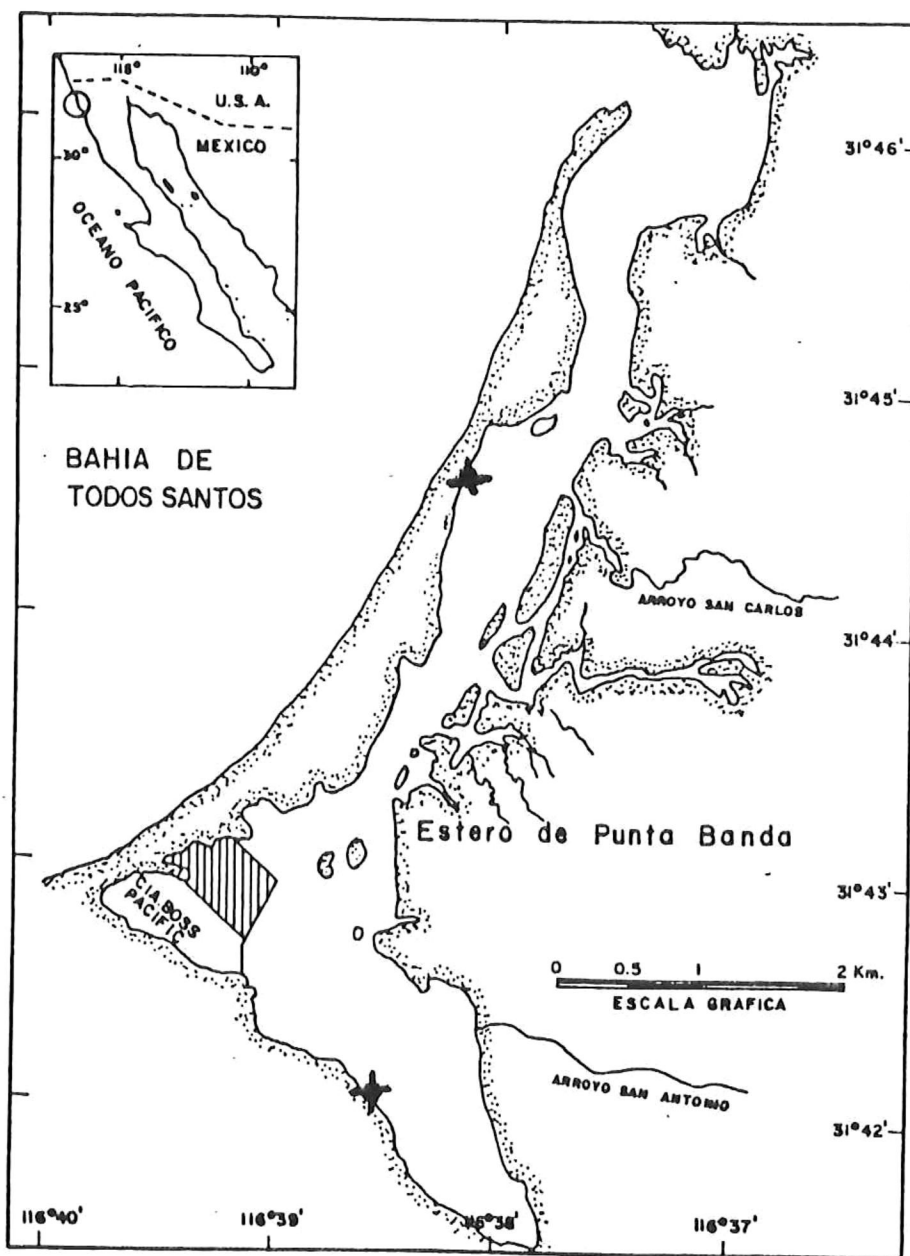


Fig. 1. Area de estudio. ✱ Ubicación de las estaciones de muestreo.

El clima de la región es de tipo mediterráneo, caracterizado por veranos secos y tibios y por inviernos fríos con lluvias. No hay aporte permanente de agua dulce superficial hacia el estero. Se presentan dos afluentes, como son; el arroyo San Antonio localizado en la parte media del brazo corto y el arroyo San Carlos localizado hacia la porción media del brazo largo, los cuales aportan agua y sedimento en épocas de lluvia (Diciembre-Abril) (Alvarez-Borrego et al., 1984, en Arce-Duarte, 1992). El Estero presenta una área aproximada de 3.3 km² de marisma, que corresponde al patrón del sur de California, caracterizado por una dependencia de las mareas como aportadoras de humedad (Ibarra-Obando y Escofet, 1987). Estas marismas se localizan principalmente en el lado de tierra y de manera escasa en la barra, hasta el vértice de la "L". La distribución vertical de la marisma baja está en el intervalo de 0.68 a 1.95 m con respecto al nivel de bajamar media inferior. En relación a la boca, la marisma baja está dominada por una mezcla de Spartina foliosa, Salicornia pacífica, Batis marítima y Suaeda esteroa siendo la primera la más abundante (Ibarra-Obando y Poumian-Tapia, 1992, en Arce-Duarte, 1992). En la parte extrema interna, en la porción más baja de la marisma existen praderas de algas verdes (Enteromorfa sp y Ulva sp) pero el alga que domina es Gracilaria pacífica, y de nuevo, la vegetación está dominada por Spartina foliosa. Los organismos que se asocian a la marisma están representados por algunos moluscos como: Melampus olivaceus, Cerithidea californica, Bulla gouldeani y Nassarius tegula y

crustáceos como: Cancer antenarius, Uca lactuca, Callinacea californiensis y C. gigas.

Las áreas de muestreo fueron ubicadas en 2 diferentes zonas (Fig. 1). Una, en la porción cercana a la boca, con gran influencia de la bahía, alta energía y con sedimentos predominantemente arenosos. La segunda, en la porción interna (cercana a la cabeza) presentando fondo lodoso, baja energía, alta salinidad y temperatura.

METODOLOGIA

El presente estudio de respiración bentónica se realizó "in situ", durante el periodo de Agosto de 1986 a Junio de 1987. Con seis muestreos realizados aproximadamente cada 40 días. Se utilizó una cámara de flujo (Teague, K.G., 1983), en forma de domo, elaborada con acrílico opaco, con capacidad de 29 l colocada sobre la superficie del sedimento cubriendo una área de 0.145 m² (Fig. 2). El domo presenta un borde filoso y una franja horizontal externa para facilitar su penetración en el sedimento y evitar una sobre-inserción, respectivamente. Se le equipó una bomba sumergible para regular la masa de agua con el fin de evitar estratificación, lo que podría producir errores en la medición del oxígeno disuelto durante el experimento. La circulación dentro de la cámara se determinó en el laboratorio aplicando colorante como trazador. La tasa de bombeo fue aproximadamente de 7 L min⁻¹ produciendo una mezcla completa en 4 minutos.

La concentración de oxígeno disuelto en el agua se cuantificó usando un oxímetro YSI No. 51B, donde un electrodo

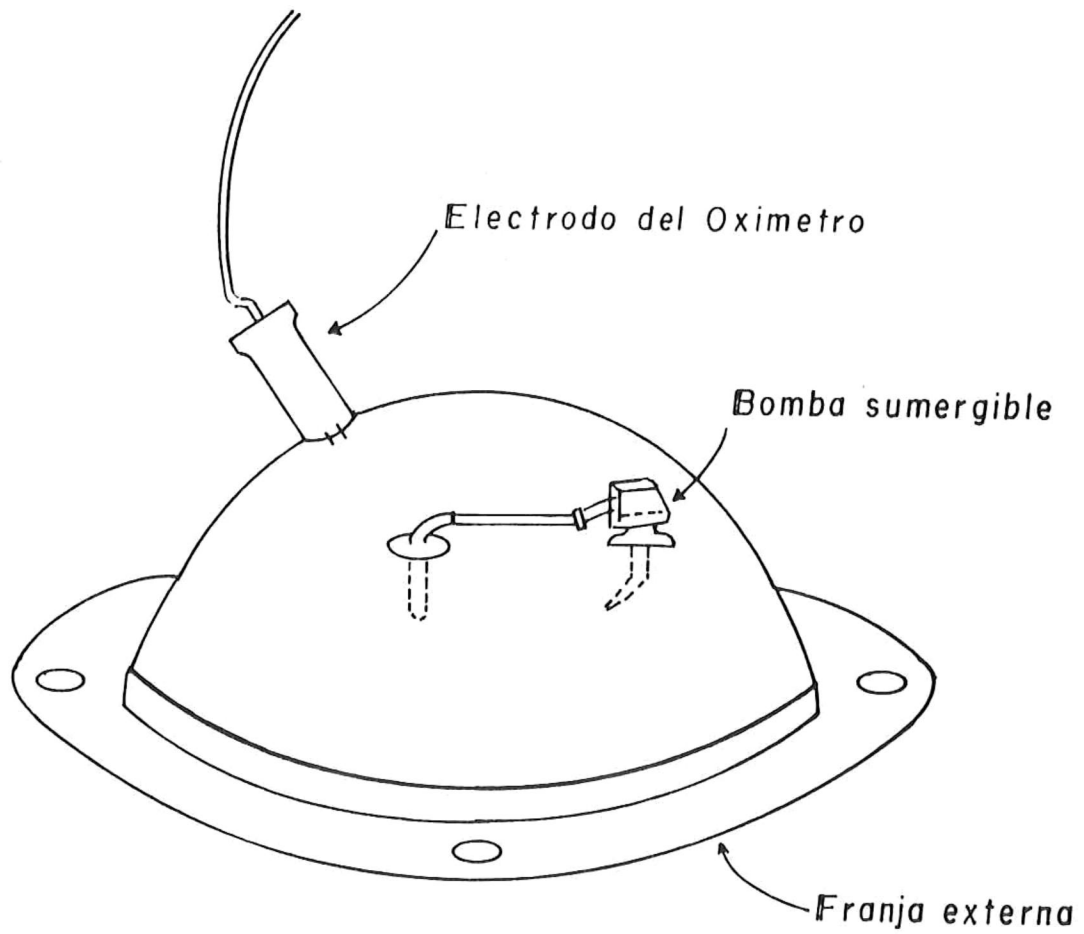


Fig. 2. Cámara de flujos, usada para cuantificar los intercambios de oxígeno en la interfase sedimento-agua.

polarográfico se introdujo dentro de la cámara. La corriente de agua dentro del domo se mantuvo en dirección hacia la membrana del electrodo con el fin de que su funcionamiento fuera óptimo.

Al inicio de los experimentos se midieron los parámetros hidrológicos (temperatura, salinidad y oxígeno disuelto) tanto dentro como fuera del domo. Los experimentos duraron de 2 a 4 horas con mediciones cada 15 minutos.

La asimilación de oxígeno por los organismos en el sedimento fue calculada por las variaciones de las concentraciones dentro del domo, durante el tiempo de experimentación eliminando la respiración de la columna de agua. Para lo anterior se incubó agua de fondo en botellas oscuras de 1 l por el mismo período de incubación y se le restó al valor del domo. La estimación de los flujos de oxígeno en la interfase sedimento-agua, se calculó usando la siguiente fórmula propuesta por Teague (1988).

$$DN/DT(\text{neto}) = (DN/DT(\text{domo}) - DN/DT(\text{columna})) \times 291 / 0.145 \text{ m}^2$$

Donde:

DN = Cambio de la concentración de oxígeno.

DT = Intervalo del tiempo

29 l = Volumen del domo

0.145 m² = Superficie que cubre el domo sobre el sedimento

En este estudio nos enfocamos principalmente hacia la asimilación total de oxígeno por el bentos, sin embargo, también consideramos la respiración bacteriana para lo cual se agregó al

domo antibiótico (penicilina G y Estreptomina) a una concentración de 50 mg/l (Hargrave, 1969), para eliminar todo ser viviente del sistema se agregó formaldehído al 4% (Teal y Kanwisher, 1961; Hargrave, 1969; Smith, 1973; Hopkinson et al., 1978).

Los datos obtenidos en ambos experimentos se trabajaron con las fórmulas propuestas por Hopkinson et al., (1978).

$$RBT = C - F \text{ (Respiración Biológica Total)}$$

$$RB = TBR - (A - F) \text{ (Respiración Bacteriana)}$$

$$RNB = TBR - BR \text{ (Respiración No Bacteriana)}$$

Donde:

C = tasa de asimilación de oxígeno en el domo control.

F = tasa de asimilación de oxígeno en el domo con formol.

A = tasa de asimilación de oxígeno en el domo con antibiótico.

ANALISIS ESTADISTICO

Para probar diferencias estadísticamente significativas a través del tiempo de la asimilación de oxígeno entre las dos áreas de muestreo, se utilizó el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis (Sidney-Siegel, 1979)

Para detectar diferencias estadísticas entre los diferentes tipos de muestra en ambas zonas, se utilizó el estadístico de Wilcoxon (Sidney-Siegel, 1979) para muestras independientes.

Para asociar la temperatura del agua a los diferentes tipos de respiración se realizó una serie de análisis de componente principal (ACP) de los datos transformados a Z en base a una

matriz binaria de codificación. Los criterios de dicha codificación fueron para ambos parámetros, considerando valores bajos aquellos que presentaron una Z mayor a -0.5, valores medios una Z entre -0.5 y 0.5 y valores altos Z mayor a 0.5. (Santamaría del Angel et al., 1992).

RESULTADOS

Parámetros hidrológicos en la columna de agua.

Los valores de la salinidad en el presente estudio promediaron 33.1 ‰. con intervalos de 31 ‰. en enero a 36 ‰. en junio (Fig. 3). Su comportamiento espacial presentó una tendencia a decrecer durante el periodo de octubre a marzo para ambas zonas.

La temperatura del agua presentó un promedio de 18.9°C, durante el periodo de muestreo, con intervalos de 12.5°C en enero a 26°C en junio (Fig. 4). Al igual que la salinidad los valores decrecieron de octubre a marzo.

En lo referente al oxígeno disuelto en el agua obtuvimos un promedio de 7.12 mg/l con intervalos de 4.2 mg/l en abril a 9.3 mg/l en octubre (Fig. 5). Incrementándose los valores en la zona cercana a la boca durante los meses cálidos.

Respiración de la comunidad bentónica

Los resultados obtenidos de la asimilación total de oxígeno por el sedimento, la respiración biológica total, las respiraciones bacteriana y biológica no-bacteriana se muestran en las tablas 1 y 2.

La asimilación total de oxígeno por el sedimento presentó un promedio de 1.11 gO₂/m²/día en el área de la boca y de 1.58 gO₂/m²/día en la zona cercana a la cabeza. Observándose un mínimo de 0.33 gO₂/m²/día en el mes de diciembre para el área de la boca

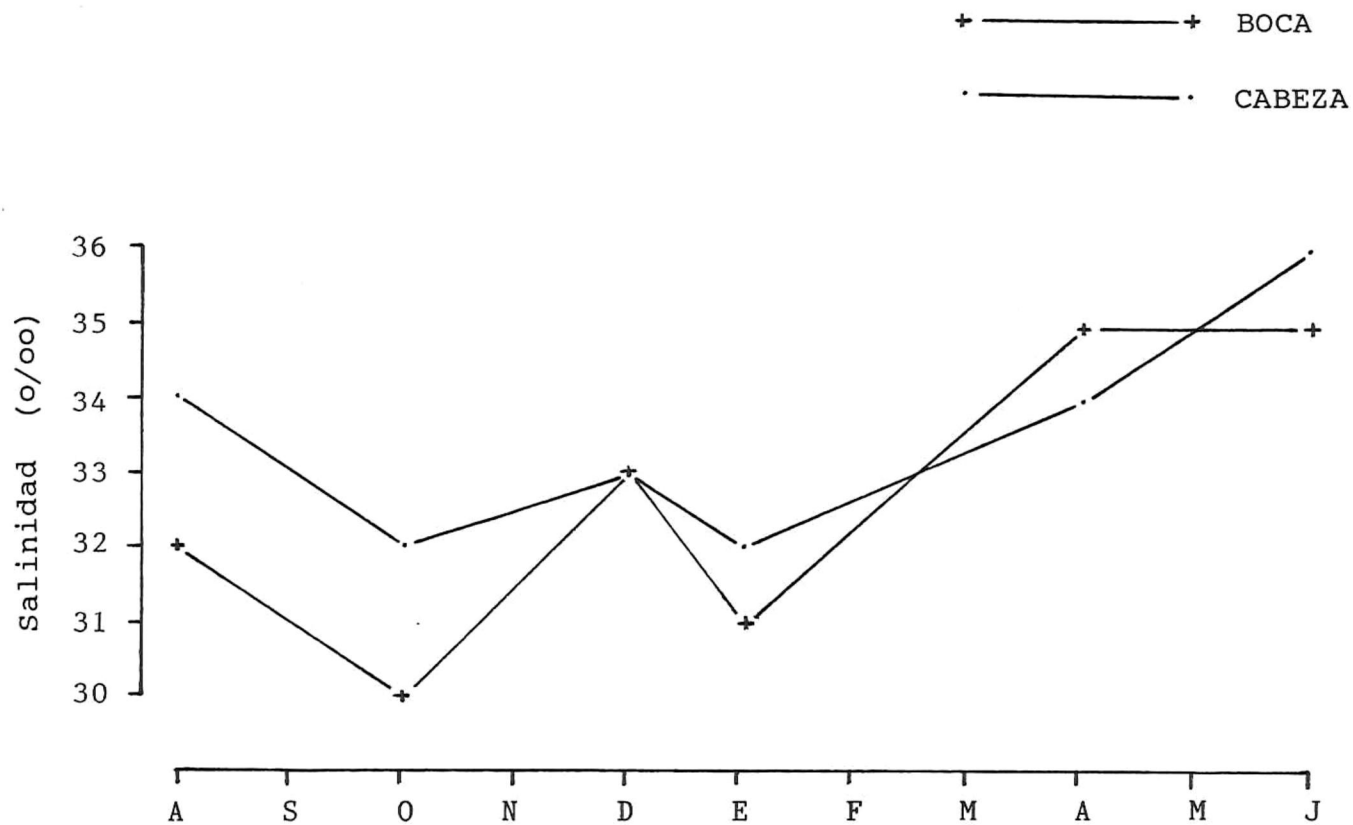


Fig. 3. Distribución de la salinidad en la columna de agua del Estero de Punta Banda.

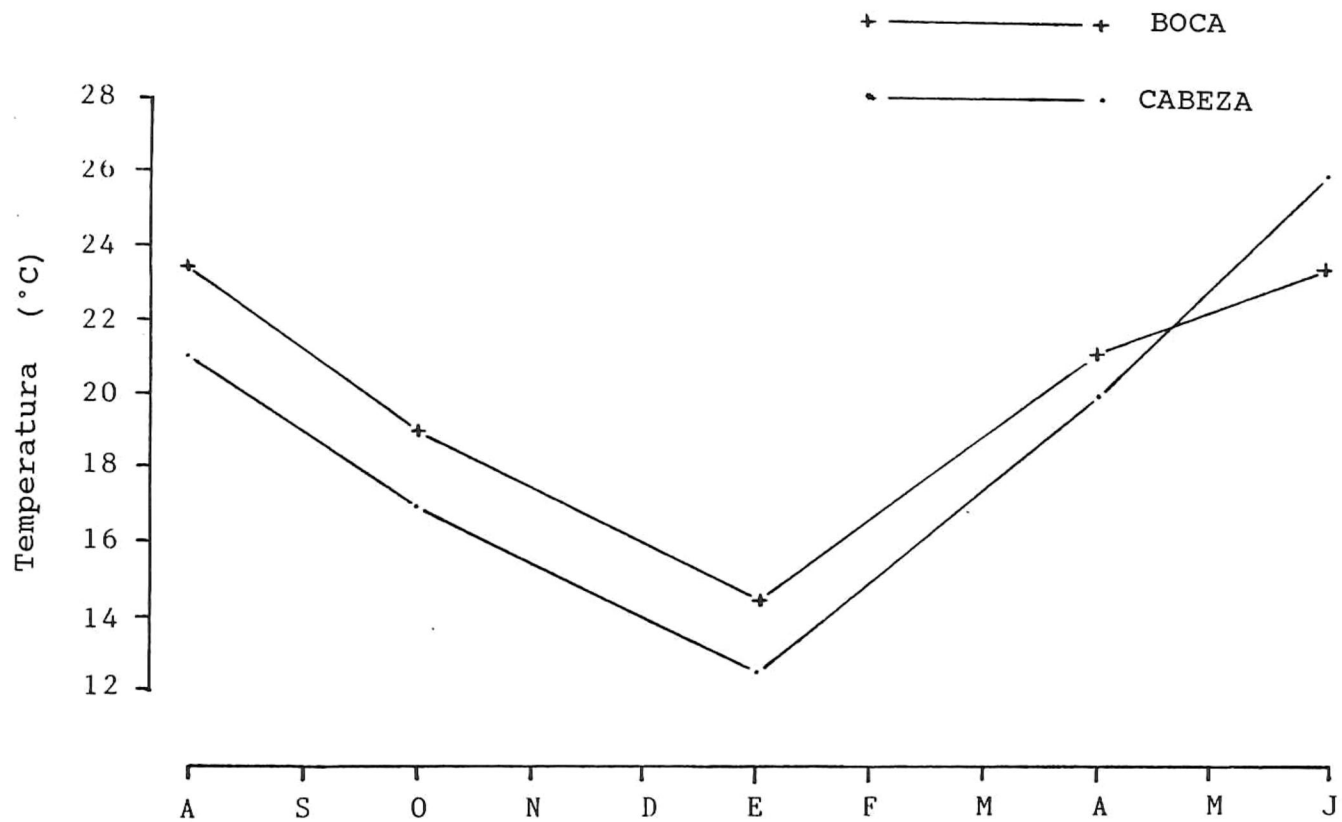


Fig. 4. Distribución de la temperatura en la columna de agua del Estero de Punta Banda.

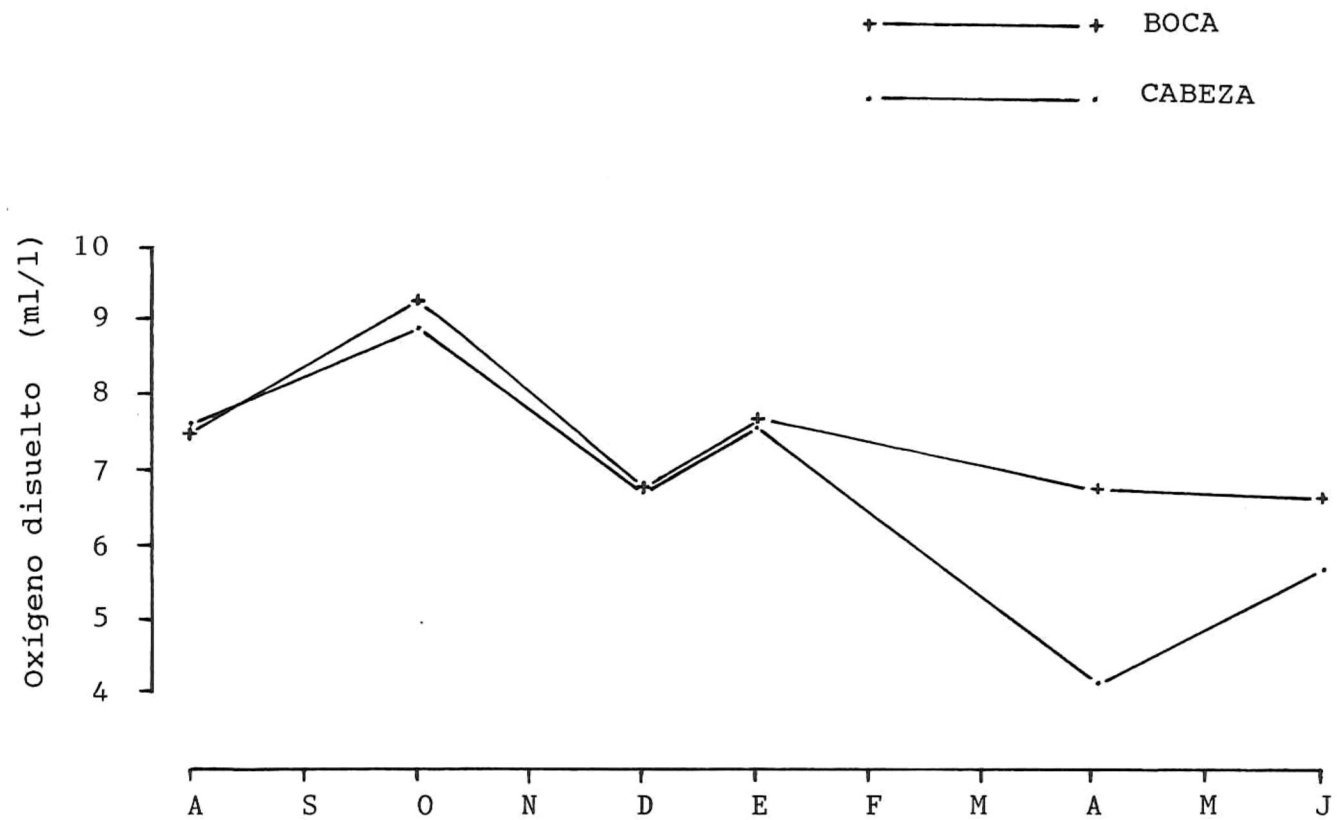


Fig. 5. Distribución del oxígeno disuelto en la columna de agua del Estero de Punta Banda.

Tabla 1. Datos de asimilacion de oxigeno para la zona cercana a la boca ($gO_2/m^2/hr$).

FECHA	ASIMILACION TOTAL	RESP. BIOL. TOTAL	% OXIDACION QUIMICA	RESPIRACION BACTERIANA	% RESPIRACION BACTERIANA	RESP. BIOL. NO BACT.
AGOSTO	1.20					
OCTUBRE	1.20	0.72	40	0.48	67	0.24
DICIEMBRE	0.33					
ENERO	0.72	0.40	44	0.24	60	0.16
ABRIL	1.68	1.44	14	1.44	100	
JUNIO	1.56	1.08	31	0.60	56	0.48
- X	1.11	0.91	32	0.69	71	0.22

Tabla 2. Datos de asimilacion de oxigeno para la zona cercana a la cabeza ($gO_2/m^2/hr$).

FECHA	ASIMILACION TOTAL	RESP. BIOL. TOTAL	% OXIDACION QUIMICA	RESPIRACION BACTERIANA	% RESPIRACION BACTERIANA	RESP. BIOL. NO BACT.
AGOSTO	2.88					
OCTUBRE	1.82	1.58	13	0.72	46	0.86
DICIEMBRE	1.15					
ENERO	0.60	0.60	0	0.12	20	0.48
ABRIL	1.44	1.36	15	1.12	82	0.24
JUNIO	1.56	1.20	17	0.72	60	0.48
- X	1.58	1.19	11	0.67	52	0.56

y un máximo de $2.88 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{día}$ en el mes de agosto para el área de la cabeza (Fig. 6).

En lo referente a la respiración biológica total, obtuvimos promedios de $0.91 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{día}$ y de $1.19 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{día}$ para boca y cabeza respectivamente. Encontrando un valor mínimo de $0.40 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{día}$ en el mes de enero para la zona cercana a la boca y un máximo de $1.58 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{día}$ para el área de la cabeza en el mes de octubre (Fig. 7).

Los valores de respiración bacteriana en el área de la boca representaron el 71% de la respiración biológica total, con un promedio de $0.69 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{día}$ y en el área de la cabeza representaron el 52% de la respiración biológica total con un promedio de $0.67 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{día}$. Observando un valor mínimo de $0.12 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{día}$ en la cabeza y un valor máximo de $1.44 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{día}$ en la boca (Fig. 8).

La respiración biológica no-bacteriana promedió $0.22 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{día}$ y $0.51 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{día}$ para boca y cabeza respectivamente. Con un valor mínimo en el mes de abril para el área de la boca en donde no hubo asimilación de oxígeno por parte de los organismos y un valor máximo de $0.86 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{día}$ en el mes de octubre para el área de la cabeza (Fig. 9).

Se observó un comportamiento estacional de estos procesos metabólicos, presentándose las tasas máximas durante los meses cálidos y las mínimas en los meses fríos. Especialmente se observa que la estación localizada en el área de la cabeza presenta resultados ligeramente mayores que en el área de la boca.

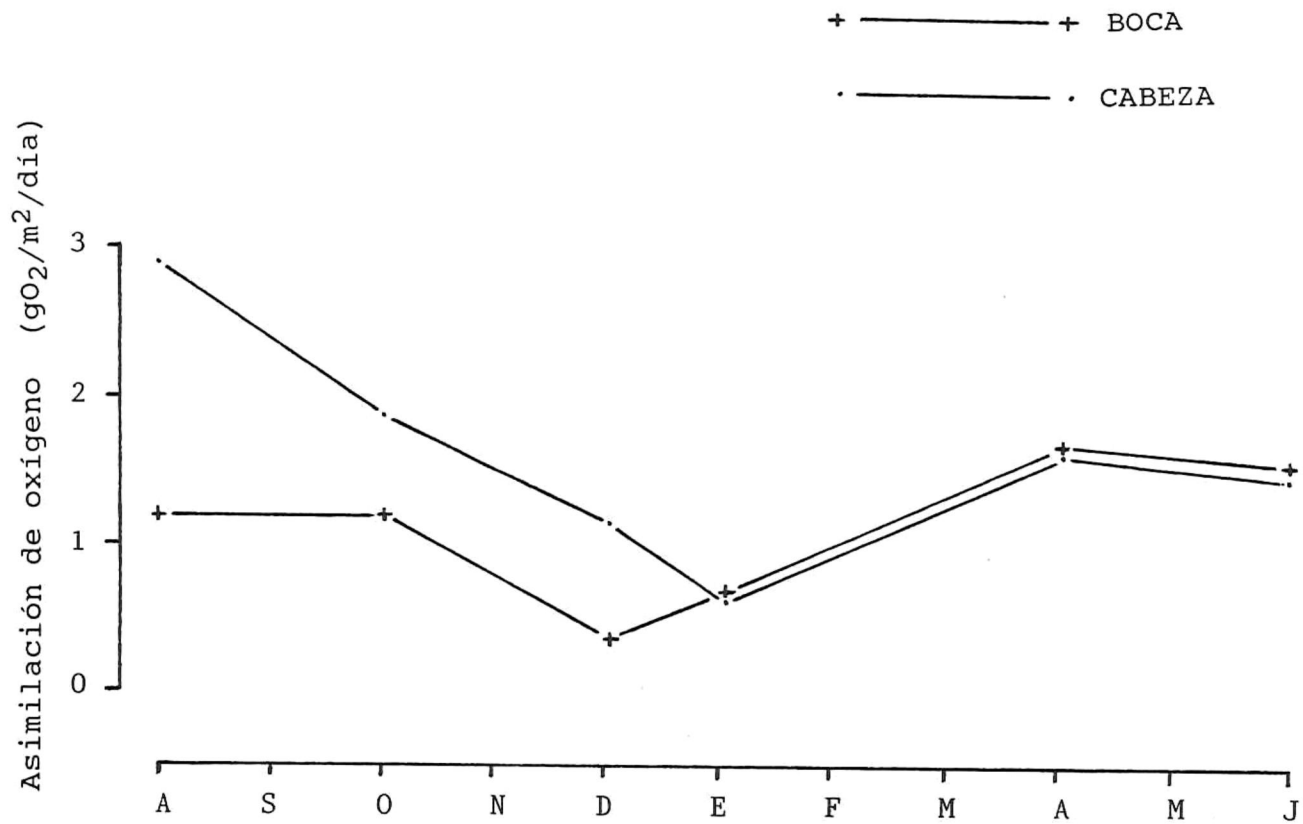


Fig. 6. Asimilación de oxígeno total por el subsistema bentónico del Estero de Punta Banda.

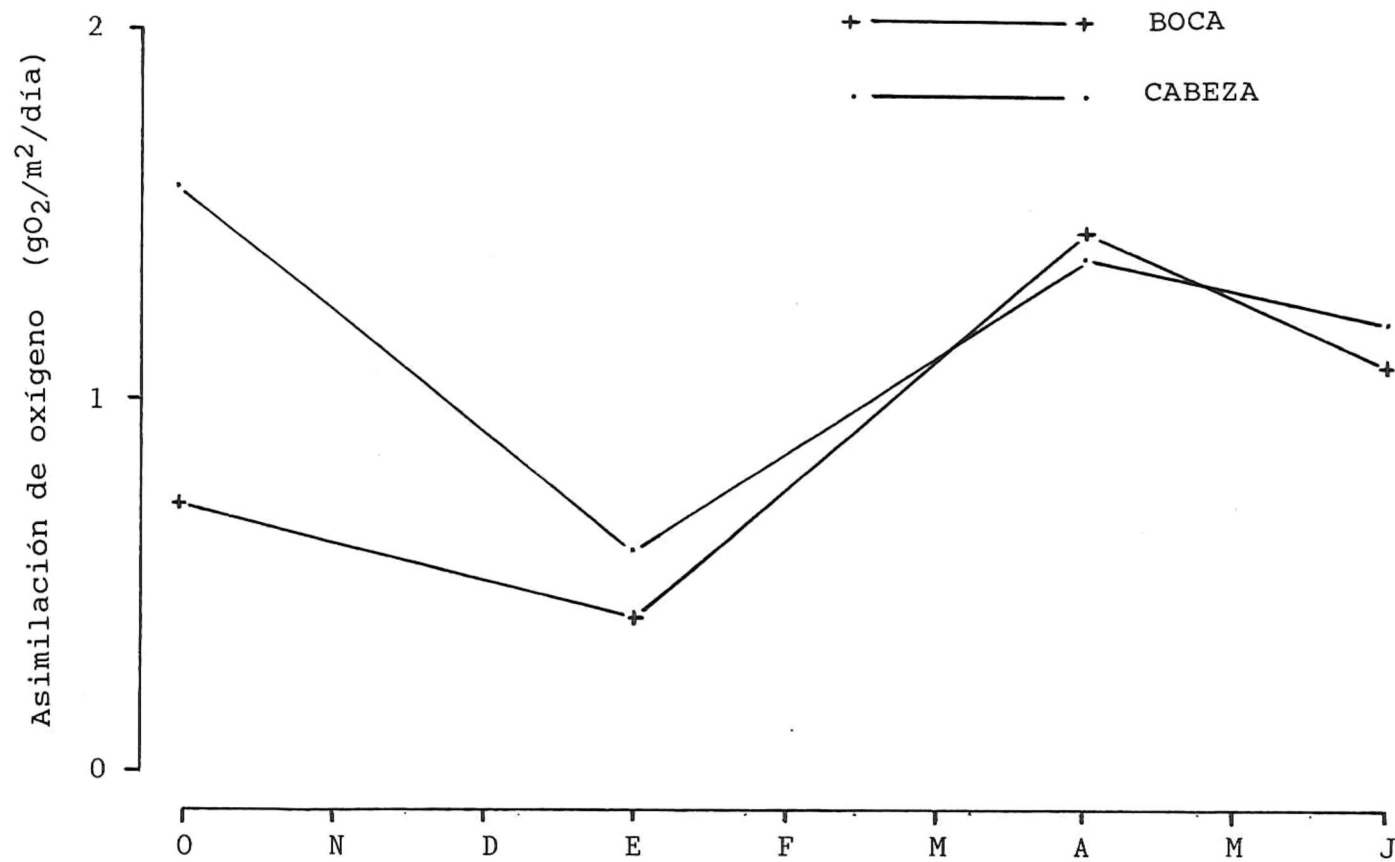


Fig. 7. Respiración biológica total por el subsistema bentónico del Estero de Punta Banda.

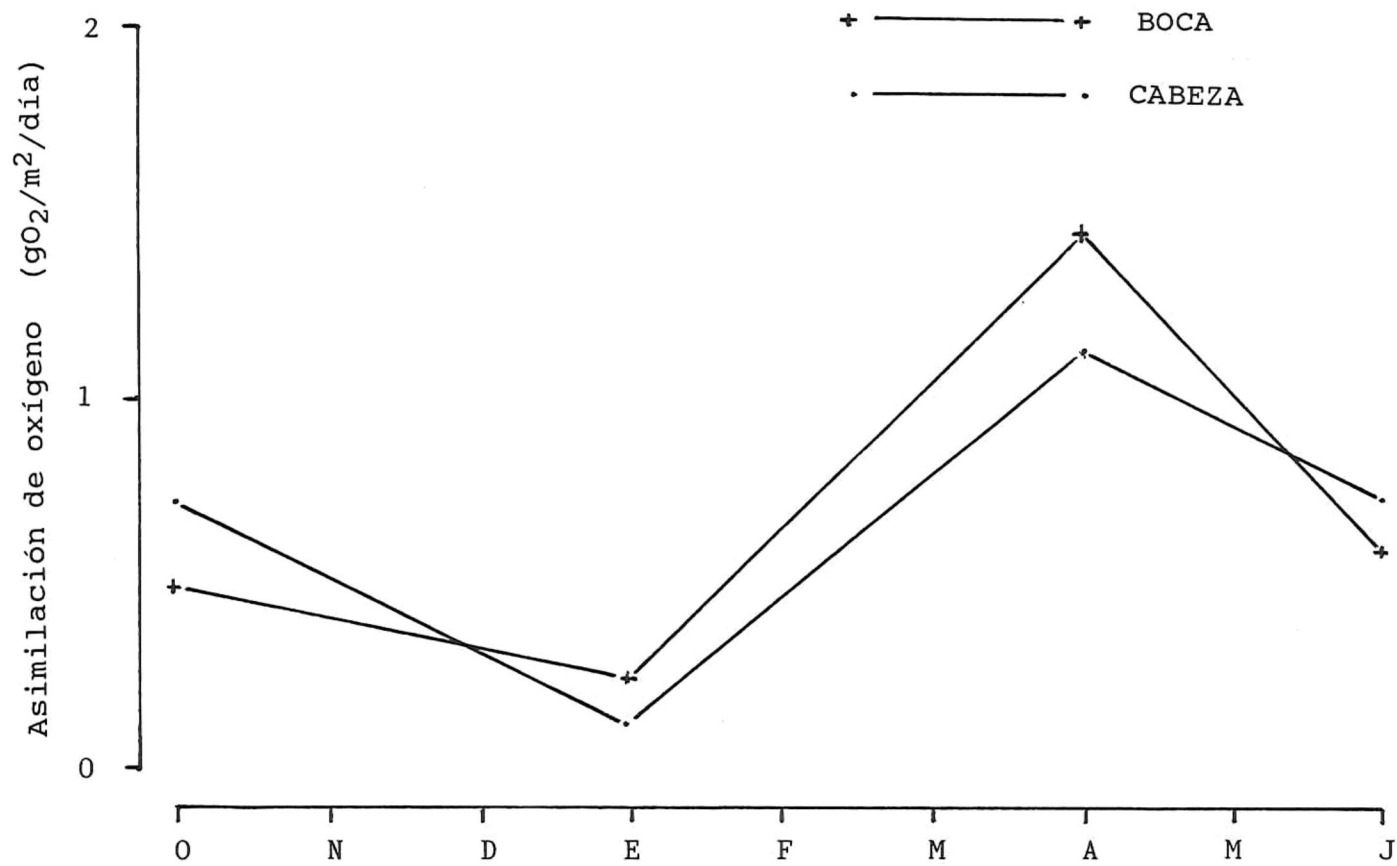


Fig. 8. Respiración bacteriana por el subsistema bentónico del Estero de Punta Banda.

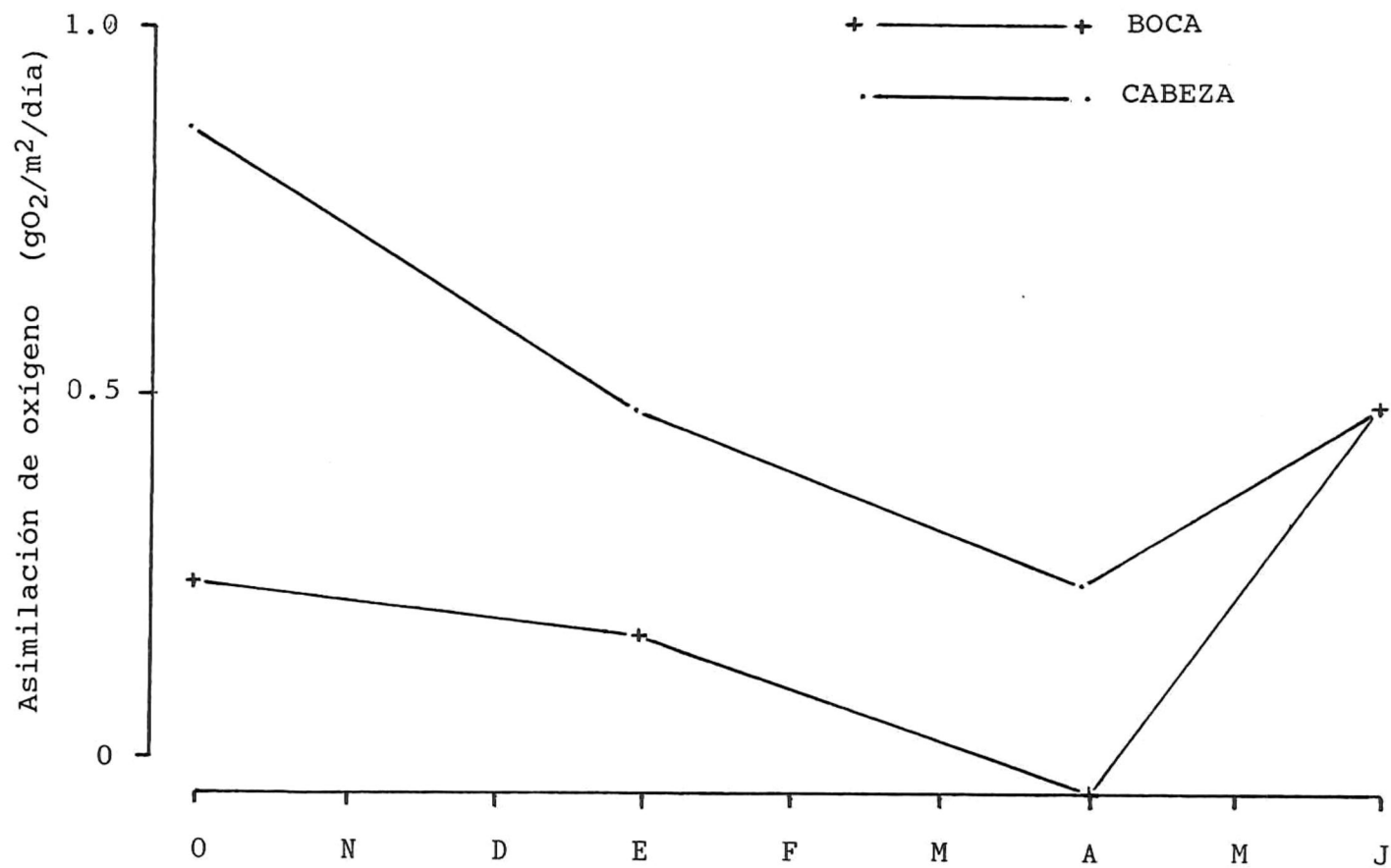


Fig. 9. Respiración biológica no- bacteriana por el subsistema bentónico del Estero de Punta Banda.

Estadística del comportamiento espacio-temporal

Los resultados de las pruebas estadísticas nos señalan que las estaciones de estudio son zonas espacialmente iguales, encontrándose diferencias estadísticamente significativas con un alfa del 10% solamente para la respiración bacteriana (Tabla 3). En lo que respecta a los meses de muestreo la tabla 4 presenta diferencias estadísticamente significativas al 1% el nivel de confianza para la respiración biológica total, la respiración bacteriana, la respiración no-bacteriana y no para la asimilación total de oxígeno.

Relación de la temperatura.

Buscando una asociación entre la temperatura y los diferentes tipos de respiraciones, se realizó una serie de ACP (Análisis de componente principal) con la idea de identificar cual de los tipos de respiración covariaba con la temperatura.

En la estación cercana a la boca (Tabla 5), los resultados de la serie ACP nos señalan en el componente 1 que la temperatura baja se asocia directamente con la asimilación total de oxígeno por el sedimento baja, la respiración biológica total baja y la respiración bacteriana baja. En el componente 2 no encontramos asociación de ningún tipo entre la temperatura y el tipo de respiración. Y en el componente 3, la temperatura alta se asocia de manera directa con la asimilación total de oxígeno del sedimento alta y la respiración biológica no-bacteriana alta, también en este componente la temperatura media se asocia con la

Tabla 3. Resultados del estadístico de Wilcoxon para dos muestras independientes para probar diferencias estadísticamente significativas entre las dos zonas de estudio (boca/cabeza) en base a las variables de respiración.

VARIABLES	BOCA vs CABEZA	
	TL	TU
Asimilación total de oxígeno n=6	33	45
Respiración biológica total n=4	15	21
Respiración bacteriana n=4	11	* 25
Respiración no bacteriana n=4	12.5	23.5

Valores críticos:

	n	TL , TU	Cdes
5	6	26 , 52	* *
	4	11 , 25	
10	6	28 , 50	*
	4	12 , 24	

Cdes = Con diferencias estadísticamente significativas

Tabla 4. Resultados del analisis de varianza no parametrico de una via Kruskal-Wallis para probar diferencias estadisticamente significativas a travez de tiempo para los distintos tipos de respiracion, considerando las dos zonas de estudio representativas del Estero.

VARIABLES	Valor calculado
Asimilacion total de oxigeno k=6 n=12	8.67
Respiracion biologica total k=4 n=8	25.05 * * *
Respiracion bacteriana k=4 n=8	14.25 * * *
Respiracion no bacteriana k=4 n=8	25.54 * * *

Valores criticos con un alfa del:

	1 %	5 %	10 %
n=12 y k=6	15.1	11.1	9.24
n=8 y k=4	11.3	7.81	6.25
Cdes	***	**	*

Cdes = Con diferencias estadisticamente significativas

Tabla 5. Coeficientes de correlacion entre las variables transformadas con codificacion binaria vs los componentes calculados. Para la zona de la boca.

VARIABLE	COMPONENTE 1	COMPONENTE 2	COMPONENTE 3
Oxidacion total del sedimento baja	-0.378	0.058	-0.124
Oxidacion biologica total baja	-0.378	0.058	-0.124
Respiracion bacteiana baja	-0.378	0.058	-0.124
Temperatura baja	-0.378	0.058	-0.124
Respiracion biologica total media	0.169	-0.388	0.107
Respiracion biologica total alta	0.182	0.390	0.000
Respiracion bacteriana media	0.169	-0.388	0.107
Respiracion bacteriana alta	0.182	0.390	0.000
Respiracion no bacteriana baja	0.182	0.390	0.000
Oxidacion total del sedimento media	0.030	-0.184	0.496
Oxidacion total del sedimento alta	0.302	0.109	-0.322
Respiracion no bacteriana media	-0.302	-0.109	0.322
Respiracion no bacteriana alta	0.166	-0.264	-0.372
Temperatura media	0.184	0.179	0.430
Temperatura alta	0.166	-0.264	-0.372

asimilación total de oxígeno por el sedimento media y la respiración biológica no-bacteriana media.

Para la estación en la zona de la cabeza (Tabla 6) en el componente 1 se observa una asociación directa de la temperatura baja con la asimilación total de oxígeno del sedimento media, la respiración bacteriana media y la respiración biológica no-bacteriana alta y una asociación inversa con la asimilación total de oxígeno por el sedimento media, con la respiración bacteriana alta y con la respiración biológica no-bacteriana media. Al igual que en la zona cercana a la boca, el componente 2 no muestra asociación entre temperatura y respiración. Y en el componente 3 se asocian directamente la temperatura media con la respiración biológica total media y la temperatura alta y la respiración biológica total alta.

Tabla 6. Coeficientes de correlacion entre las variables transformadas con codificacion binaria vs los componentes calculados. Para la zona cercana a la cabeza.

VARIABLE	COMPONENTE 1	COMPONENTE 2	COMPONENTE 3
Oxidacion total del sedimento media	0.359	-0.167	0.064
Oxidacion total del sedimento alta	-0.321	-0.238	-0.121
Respiracion bacteiana media	-0.321	-0.238	-0.121
Respiracion bacteriana alta	-0.359	-0.167	0.064
Respiracion no bacteriana media	-0.321	0.238	0.121
Respiracion no bacteriana alta	-0.321	-0.238	-0.121
Temperatura baja	-0.359	0.167	-0.064
Oxidacion total del sedimento baja	-0.094	0.431	0.048
Respiracion biologica total baja	-0.094	0.431	0.048
Respiracion bacteriana baja	-0.094	0.431	0.048
Respiracion biologica total media	0.255	-0.056	-0.484
Respiracion biologica total alta	-0.140	-0.325	0.378
Temperatura media	0.255	-0.056	-0.484
Temperatura alta	0.160	-0.137	0.558

DISCUSIONES

Los resultados de la asimilación de oxígeno por el bentos en el Estero de Punta Banda, concuerdan con los reportados en otros estudios (Tabla 7) y presentan también un comportamiento estacional similar a los de otros ambientes bentónicos templados (Nixon et al., 1976; Hopkinson et al., 1978; Boynton et al., 1981; Teague et al., 1989). Observándose las mayores asimilaciones de oxígeno durante la época de calor y las menores en la época de frío. La influencia de la temperatura sobre las comunidades bentónicas afecta los procesos metabólicos de los organismos vivos y la difusión de los gases que se incrementan con bajas temperaturas (Duff y Teal, 1965).

La materia orgánica afecta posiblemente estos procesos, ya que es la fuente primaria de energía (donador de electrones) en los procesos respiratorios de los organismos en la naturaleza (Day et al., 1989). Se ha encontrado que la magnitud y los modelos temporales de la respiración bentónica, pueden ser una función de la aportación de materia orgánica (Pamatmat y Banse, 1969; Duff y Teal, 1965; Hargrave, 1969; Smith, 1974; Hopkinson et al., 1978). En nuestra área de estudio, se observó que durante los meses de mayor intensidad metabólica, disminuye la biomasa de tejidos muertos de Spartina foliosa en la marisma adyacente (Marín-Vazquez, 1988). Donde posiblemente una porción de esta biomasa se haya aportado al bentos del Estero e influido sobre los procesos metabólicos.

En este estudio se observó que en el área cercana a la cabeza la asimilación de oxígeno fué ligeramente mayor que en el

Tabla 7. Comparacion de asimilacion de oxigeno por las comunidades bentonicas en diferentes ambientes.

AREA DE ESTUDIO	ASIMILACION DE OXIGENO ($gO_2 / m^2 / dia$)	REFERENCIA
Estero de Punta Banda	1.01	Presente estudio
Fourleague Bay, LA	1.18	Teague et al., 1988
Sedimento de marisma, LA	0.78	Hopkinson et al., 1978
Lago Ponchartrain, LA	3.74	Roberts, 1981
Sedimento de marisma, GA	2.30	Duff y Teal, 1965
Patuxent, MD	1.90	Boynton et al., 1981
Long Island Sound	0.82	Carey, 1967
Narragansett Bay	0.98	Nixon et al., 1976
Buzzard's Bay, MA	3.07	Smith et al., 1973
Sedimento de marisma, US	3.00	Duff y Teal, 1965
Arena intermareal, WA	0.74	Pamatmat, 1968
Zona de rio	2.40	Edward y Rolley, 1965
Zona de rio	1.20	Rolley y Owens, 1967
Zona de lago	0.36	Hargrave, 1969

área de la boca. Esta diferencia, posiblemente sea debido a la materia orgánica y al tipo de sedimento. El estudio realizado por Ames (1985) señala para el área de la cabeza un porcentaje de materia orgánica mayor que el de la boca y el tipo de sedimento predominante fué arena-limosa para la primera y arena para la segunda. Además, por observaciones realizadas en el campo los sedimentos de la boca están bien consolidados y no los de la cabeza en donde la capa superficial del sedimento se suspende muy fácil, por su alto contenido de arcilla.

El efecto que produce la materia orgánica ya fué señalado anteriormente. Pero su distribución espacial dentro del Estero es muy diferente. Esta diferencia, puede ser influenciada por los procesos hidrodinámicos. Se ha observado que la intensidad de la corriente varía a lo largo del Estero (Pritchard et al., 1978) quien menciona que en la zona de la cabeza la corriente no es tan severa como en la boca, por lo que mayor cantidad de materia orgánica se sedimenta en el fondo y por ende es oxidada.

La influencia que produce el tipo de sedimento sobre la intensidad de los procesos metabólicos del bentos, se relaciona principalmente con la cantidad de infauna que presenta (especialmente bacterias). Se ha observado, que sedimentos finos (limos y arcilla) y un alto contenido de materia orgánica forman un habitat propicio para las bacterias (Patron-Mas, 1992). Estos organismos presentan una tasa metabólica más elevada que el resto de la comunidad bentónica (Smith, 1973; Hpokinson et al., 1978).

Los sedimentos no-consolidados y fácilmente resuspendidos en la cabeza pueden incrementar la difusión del oxígeno en la

interfase sedimento-agua, provocando que la capa oxidada del bentos sea mayor y permita a las comunidades aeróbicas usar con mayor eficiencia la materia orgánica (Teague, 1983). Además, permite a los productos finales de los procesos metabólicos anaeróbicos, difundirse hacia arriba y ser oxidados.

Los resultados de la respiración bacteriana en nuestro trabajo, concuerdan con los reportados en otros estudios (Tabla 8). Con una tasa metabólica elevada, inclusive cercana a la obtenida por Smith et al., (1973) en una área aledaña a un emisor de aguas negras. Se ha señalado, que la tasa metabólica bacteriana se relaciona directamente con el aporte de materia orgánica (Smith, 1973; Smith et al., 1973; Hopkinson et al., 1978). Sin embargo, consideramos que nuestra área de estudio no presenta la cantidad de materia orgánica como la de un emisor de aguas negras, capaz de producir esta intensa actividad metabólica bacteriana, por lo que atribuimos nuestros resultados a la metodología empleada, o sea; al uso de antibiótico para eliminar a las bacterias. Se han observado en este tipo de estudios las propiedades de los antibióticos, los cuales aumentan su efectividad afectando a organismos de otros niveles (Hopkinson et al., 1978). Así, los resultados posiblemente no proporcionan una cuantificación absoluta de la respiración bacteriana, pero nos dan información útil para conocer la condición funcional del medio.

En lo referente a la distribución espacial, se observó un porcentaje de respiración bacteriana mayor en el área de la boca opuesto a lo esperado, porque se consideraba que en la cabeza

Tabla 8. Comparacion de respiracion bacteriana bentonica en diferentes ecosistemas. Datos expresados en porcentaje respecto a la respiracion biologica total.

AREA DE ESTUDIO	PORCENTAJE	REFERENCIA
Estero de punta Banda	59.00	Presente estudio
Sedimento de marisma, Louisiana	51.00	Hopkinson et al. 1978
Marion Lake, Canada	39.45	Hargrave, 1969
Sedimento marino	70.00	Kanwisher, 1962
Hoods Hole, USA	64.00	Smith et al. 1973
Costa de Georgia	30 - 60	Smith, 1973
San Diego Through, Calif.	16.00	Smith, 1974

fuera mayor debido al alto contenido de materia orgánica y a la presencia de sedimentos finos, habitat propicio para las bacterias (Patron-Mas, 1992). Este comportamiento posiblemente se debió a los efectos del antibiótico, en el área de la boca, el sedimento (arena) tiene espacios intersticiales mayores, la difusión del antibiótico es más intensa y por lo tanto los efectos sobre los organismos vivos son más efectivos y rápidos.

CONCLUSIONES

La temperatura juega un papel primordial en el comportamiento temporal de los procesos respiratorios bentónicos, esta influye sobre los procesos metabólicos de los organismos vivos y la difusión de los gases.

La materia orgánica y la textura del sedimento influyen marcadamente en el comportamiento espacial de los procesos respiratorios bentónicos. Sedimentos finos y elevada cantidad de materia orgánica, hábitat propicio para la infauna, por lo tanto, mayor número de organismos y más respiración.

El método del antibiótico para estudios de respiración bacteriana no es el adecuado, porque elimina a otros organismos y no sólo a las bacterias.

LITERATURA CITADA

- Ames Sigala, L. 1985. Distribución de los ambientes sedimentarios en el Estero de Punta Banda, B.C. Tesis de Licenciatura. Esc. Superior de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, B.C. 31 pp.
- Arce Duarte, F.A. 1992. Distribución espacio-temporal de amonio y fosfato en las aguas intersticiales de marisma de una laguna costera del noroeste de Baja California. Tesis de Maestría. CICESE, Ensenada, B.C. 76 pp.
- Bahr, L.M. 1976. Energetic aspects of the intertidal oyster reef community at Sapelo Island, Georgia (USA). *Ecology*, 57 (1):121-131.
- Boynton, W.R., W.M. Kemp, and C.G. Osborne. 1981. Benthic nutrient fluxes in the sediment trap portion of the Patuxent estuary. 93-109. In: V. Kennedy (ed.) *Estuarine Perspectives*. Academic Press, New York.
- Burton, P.S. Liss. 1976. *Estuarine Chemistry*/Ed. J.D.. New York, E.U.A.. Academic Press. 229p.
- Camacho Ibar, V.F. 1987. Dinámica de nutrientes de las aguas intersticiales de sedimentos lodosos con halófitas en una laguna costera. Tesis de Maestría. CICESE. México.
- Carey, A.G. Jr. 1967. Energetic of the benthos of Long Island Sound. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.*, 19:136-144.
- Celis Ceseña, R y S. Alvarez Borrego. 1975. Distribución superficial de algunos parámetros hidrológicos, físicos y químicos en el Estero de Punta Banda, B.C. en primavera y verano. *Ciencias Marinas*, 2(1): 98-105.
- Day, J.W. and Yañez Arancibia. 1982. Coastal lagoons and estuaries: ecosystem approach. *Ciencias Interamericanas, Organization of America States, Washington, D.C.* 22:11-26.
- Day, J.W., C.A.S. Hall, W.M. Kemp and A. Yañez- Arancibia. 1989. *Estuarine Ecology*. Wiley-Interscience, N.Y. 558 pp.
- Duff, S. and J.M. Teal. 1965. Temperature change and gas exchange in Nova Scotia, and Georgia salt marsh muds. *Limnol. Oceanogr.*, 10:67-73.
- Edwards, R.W. and H. Rolley. 1965. Oxygen consumption of river muds. *J. of Ecology*, 53(1): 1-19.
- Hargrave, B.T. 1969. Similarity of oxygen uptake by benthic communities. *Limnol. Oceanogr.*, 14:801-805.

- Hargrave, B.T. 1973. Coupling carbon flow through some pelagic and benthic communities. *J. Fish. Res. Board Can.*, 30:1317-1326.
- Hopkinson, C.H., J.W. Day and B.T. Gael. 1978. Respiration studies in a Louisiana salt marsh. *An. Centro Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México*, 5 (1):225-238.
- Ibarra Obando, S.E. and A. Escofet. 1987. Industrial development effects on the ecology of a Pacific Mexican estuary. *Environmental Conservation*, 14(2): 135-141.
- Marín Vazquez, A. 1988. Producción de Spartina foliosa, Trin en el Estero de Punta Banda, B.C. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, B.C. 53 pp.
- Mee, L.D. 1979. Chemistry in coastal lagoons. 441-510. In: J.P. Riley and R. Chester (eds.) *Chemical Oceanography*. Academic Press, N.Y.
- Millan Nuñez, E. y S. Alvarez Borrego. 1981. Variabilidad temporal y espacial de nutrientes y fitoplancton en una laguna costera a fines de verano. *Ciencias Marinas* 7(1): 101-127.
- Nixon, S.W., C.A. Oviatt, and S.S. Hall. 1976. Nitrogen Regeneration and metabolism of coastal marine bottom communities. 269-283. In: J.M. Anderson and A. Macfadyen (eds.) *The Role of Terrestrial and Aquatic Organisms in Decomposition Processes*. Blackwell Sci. Publ., Oxford.
- Pamatmat, M.M. 1968. Ecology and Metabolism of a benthic community on an intertidal sandflat. *Int. Rev. ges Hydrobiol.* 53:211-298.
- Pamatmat, M.M. and K. Banse. 1969. Oxygen consumption of the seabed. II. In situ measurements to a depth of 180 m. *Limnol. Oceanogr.* 14:250-259.
- Pamatmat, M.N. 1973. Benthic community metabolism on the continental terrace and the deep sea in the North Pacific. *Int. Res. ges Hydrobiol.*, 58:345-348.
- Patron Mas, M.D. 1992. Contaminación bacteriana en los sedimentos superficiales marinos en la zona fronteriza México-USA en época de verano. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, UABC. 41 pp.
- Pomeroy, L.R. 1959. Algal productivity in salt marshes of Georgia. *Limnol. Oceanogr.*, 4:386-397.
- Pritchard, D.W., R. De La Paz Vela, H. R. Cabrera Muro y S. Farreras. 1978. Hidrografía física del Estero de Punta

- Banda. Parte I: Análisis de datos. Ciencias Marinas, 5(2): 1-23.
- Roberts, D.W. 1981. Structure and function of nearshore, and open lake benthic communities in Lake Ponchartrain, LA. M.S. Thesis, Louisiana State Univ., Baton Rouge.
- Rolley, H.L.J. and M. Owens. 1967. Oxygen consumption rates and some chemical properties of river muds. Water Res., 1:759-766.
- Santamaría del Angel E., R. Millán Nuñez y R. Cajal Medrano. 1992. Efecto de la energía cinética turbulenta sobre la distribución espacial de la clorofila *a* en una pequeña laguna costera. Ciencias Marinas, (en prensa).
- Sidney Siegel. 1979. Estadística no paramétrica, aplicada a las ciencias de la conducta. Ed. Trillas. México, D.F. 346 pp.
- Smith, K.L. and J. M. Teal. 1973. Deep sea benthic community respiration: an in situ at 1850 meters. Science, 179:282-285.
- Smith, K.L. 1973. Respiration of a sublittoral community. Ecology, 54 (5):1065-1075.
- Smith, K.L. 1974. Oxygen demands of San Diego Through sediments: an in situ study. Limnol. Oceanogr., 19 (6):939-944.
- Teague, K.G., C.J. Madden and J.W. Day Jr. 1988. Sediment water oxygen and nutrient fluxes in a river-dominated estuary. Estuaries, 11(1): 1-19.
- Teague, K.G. 1983. Sediment-water oxygen uptake and net sediment-water nutrient flux in a river dominated estuary. M.S. Thesis, Louisiana State Univ., Baton Rouge.
- Teal, J.M. and J. Kanwisher. 1961. Gas exchange in a Georgia salt marsh. Limnol. Oceanogr., 6:388-399.
- Yañez Arancibia, A. 1986. Ecología de la Zona Costera: análisis de siete tópicos. Editorial AGT, México, D.F. 200pp.