

00344  
8



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

DISTRIBUCION DE LA DENSIDAD Y LA BIOMASA DE LA  
MEIOFAUNA EN UN GRADIENTE BATIMETRICO: PENINSULA  
DE YUCATAN

**T E S I S**

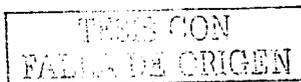
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS  
(BIOLOGIA DE SISTEMAS Y RECURSOS ACUATICOS)**

**P R E S E N T A**

**BIOL. RICARDO RUZ VAZQUEZ**

MEXICO, D.F.



2003

A



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Luis Soto González, responsable del Laboratorio de Ecología del Bentos, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, de la Universidad Nacional Autónoma de México, por el apoyo a lo largo de mi estancia en su laboratorio. Por su amistad y la oportunidad que me brindo para colaborar en sus proyectos de investigación.

A la Dra. Elva Guadalupe Escobar Briones, por la dirección y revisión de este trabajo.

Al Dr. Pablo Hernández Alcántara, por la exhaustiva revisión que hizo de este trabajo, así como, por su amistad y apoyo durante la realización de este trabajo.

Al Dr. David Salas de León, por la revisión del manuscrito, las aportaciones y el tiempo que me brindo para discutir temas relacionados con éste trabajo, sin ser parte de mi comité tutorial. Por su amistad y apoyo.

A la Dra. Adela Monreal Gómez, al M. en C. Javier Aldeco Ramírez y al M. en C. Habacuc Velasco Mendoza, por sus valiosos comentarios y sugerencias, así como, por la bibliografía que me facilitaron para la realización de este trabajo.

Al Dr. Samuel Gómez Noguera, por los comentarios, sugerencias y excelente revisión que hizo a este trabajo.

A la Dra. Ma. Luisa Machain Castillo y al Dr. Xavier Chiappa Carrara, por la revisión de este trabajo.

A la tripulación del Buque Oceanográfico Justo Sierra, por su apoyo en el muestreo.

A CONACyT y DGAPA, quienes financiaron el Proyecto de Investigación del cual se derivó esta tesis.

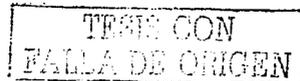
A todas las personas que contribuyeron en la realización de éste trabajo.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo académico.

NOMBRE: RICARDO RUIZ GARCÍA

FECHA: 17-10-03

FIRMA: [Firma]



B

*A LETICIA ARAUJO MI ESPOSA  
Y A MI NAHUI*

HERMANOS Y HERMANAS DE LA UNAM:

QUEREMOS PEDIRLES ALGO.

A LOS PROFESORES Y PROFESORAS, A LOS INVESTIGADORES E INVESTIGADORAS:

LES QUEREMOS PEDIR QUE ENSEÑEN A APRENDER. QUE VEAN Y ENSEÑEN A VER TODO. INCLUYÉNDONOS A NOSOTROS, CON ESPÍRITU CRÍTICO Y CIENTÍFICO. QUE ENSEÑEN Y SE ENSEÑEN A VER AL OTRO, PORQUE VERLO ES RESPETARLO, Y RESPETAR AL OTRO ES RESPETARSE A UNO MISMO. QUE NO PERMITAN QUE SU TRABAJO DE DOCENCIA E INVESTIGACIÓN SEA TASADO SEGÚN LA LÓGICA MERCANTIL, DONDE IMPORTA EL VOLUMEN DE CUARTILLAS Y NO LOS CONOCIMIENTOS QUE SE PRODUCEN, DONDE SÓLO VALE LA FIRMA AL PIE DEL DESPLEGADO EN APOYO AL SEÑOR RECTOR, DONDE EL CRITERIO PARA QUE UN PROYECTO TENGA PRESUPUESTO ES EL NÚMERO DE HORAS INVERTIDO EN AUDIENCIAS Y CORTEJOS A FUNCIONARIOS GRISES Y ANALFABETAS. QUE NO HAGAN DEL SABER UN PODER QUE PRETENDA HEGEMONIZAR Y HOMOGENEIZAR AL OTRO PROFESOR, AL OTRO INVESTIGADOR, AL OTRO ALUMNO, AL OTRO TRABAJADOR.

A LOS ESTUDIANTES Y ESTUDIANTAS:

QUEREMOS PEDIRLES QUE ESTUDIEN Y LUCHEN. QUE SIN DEJAR DE LUCHAR TERMINEN SUS ESTUDIOS. QUE SE VAYAN DE LA UNIVERSIDAD. QUE NO SE QUEDEN EN ELLA. QUE LA UNIVERSIDAD, CON TODO Y SER UNIVERSAL, ES LIMITADA. QUE ALLÁ AFUERA HAY TAMBIÉN OTRO UNIVERSO Y SON NECESARIOS Y NECESARIAS AHÍ PARA QUE LUCHEN AHÍ. QUE ALLÁ AFUERA ESTAMOS NOSOTROS Y MUCHOS OTROS COMO NOSOTROS. QUE CON NOSOTROS TIENEN UN LUGAR Y NO UN NÚMERO. QUE NO HAGAN DE LA JUVENTUD QUE TIENEN EL PRETEXTO PARA INTENTAR HEGEMONIZAR Y HOMOGENEIZAR AL OTRO ALUMNO, AL OTRO PROFESOR, AL OTRO TRABAJADOR, AL OTRO DIFERENTE.

Fragmento del discurso del subcomandante Marcos en la UNAM el 21 de marzo de 2001.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **ÍNDICE**

<b>Resumen</b>	<b>1</b>
<b>Introducción</b>	<b>2</b>
<b>Antecedentes</b>	<b>5</b>
<b>Área de estudio</b>	<b>6</b>
<b>Hipótesis</b>	<b>9</b>
<b>Objetivo</b>	<b>9</b>
<b>Metas</b>	<b>10</b>
<b>Método y materiales</b>	<b>10</b>
<b>Resultados y discusión</b>	<b>14</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>38</b>
<b>Literatura citada</b>	<b>40</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Ubicación de las localidades de muestreo en el área de estudio.	6
Figura 2.- Diagrama Temperatura-Salinidad, del cual se infieren las posibles masas de agua que están presentes en la zona de estudio.	16
Figura 3.- Variación de la densidad (ind. m <sup>-2</sup> ) de la meiofauna en cada estrato de la plataforma continental (◆ = media, I = desviación estándar)..	20
Figura 4.- Distribución espacial de los valores promedio y desviación estándar de la densidad (ind. m <sup>-2</sup> ) en cada estación de muestreo.	22
Figura 5.- Distribución espacial de los valores promedio y desviación estándar de la biomasa (mg C. m <sup>-2</sup> ) en cada estación de muestreo.	23
Figura 6.- Relación entre la profundidad (m) y la densidad (ind. m <sup>-2</sup> ) de la meiofauna.	26
Figura 7.- Relación entre la profundidad (m) y la biomasa (mg C. m <sup>-2</sup> ) de la meiofauna.	26
Figura 8.- Relación entre la temperatura (°C) y la densidad (ind. m <sup>-2</sup> ) de la meiofauna.	27
Figura 9.- Relación entre la temperatura (°C) y la biomasa (mg C. m <sup>-2</sup> ) de la meiofauna.	28
Figura 10.- Relación entre la materia orgánica en sedimento (% m.o.) y la densidad (ind. m <sup>-2</sup> ) de la meiofauna.	29
Figura 11.- Relación entre la materia orgánica en sedimento (% m.o.) y la biomasa (mg C. m <sup>-2</sup> ) de la meiofauna.	29
Figura 12.- Distribución espacial del contenido de materia orgánica (%) en cada estación de muestreo (■ = 0 a 0.9 %, ▨ = 1.0 a 2.0 % y ● = 2.1 a 3.3 %).	30
Figura 13.- Análisis de clasificación de unión simple y distancias euclidianas, con valores de variables ambientales (profundidad, temperatura de fondo, contenido de materia orgánica en el sedimento), con respecto a las estaciones.	31
Figura 14.- Gráfico de profundidad (m) contra longitud W.	31
Figura 15.- Gráfico de temperatura (°C) contra longitud W.	32
Figura 16.- Distribución espacial de los grupos generados por el análisis de clasificación de conglomerados (▲ = grupo I, ● = grupo II).	33
Figura 17.- Gráfico de intensidad y dirección de los valores propios (eigenvectores) de los componentes principales (factor 1 vs. factor 2).	35

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Ubicación de las localidades de muestreo y sus variables ambientales, siguiendo el gradiente de profundidad.	14
Tabla 2.- Composición taxonómica de los organismos presentes en las estaciones de muestreo (Brusca y Brusca, 1990).	18
Tabla 3.- Presencia (1) y ausencia (0) de los grupos taxonómicos por sitio de colecta.	18
Tabla 4.- Media y desviación estándar ( $n = 3$ ) de la densidad (ind. $m^{-2}$ ) y la biomasa (mg C. $m^{-2}$ ), con respecto a la profundidad (m), para cada una de las estaciones.	20
Tabla 5.- Variación de la densidad (ind. $m^{-2}$ ) por grupo taxonómico en cada estación de muestreo (E).	21
Tabla 6.- Valores promedio y desviación estándar (d. s.) de la biomasa (mg C. $m^{-2}$ ) por grupo taxonómico en cada estación de muestreo (E).	21
Tabla 7.- Valores del coeficiente de correlación ( $r$ ) y del coeficiente de determinación ( $r^2$ ) para los datos de las variables prof. = profundidad (m), temp. = temperatura ( $^{\circ}C$ ) de fondo, sal = salinidad (ups) de fondo. % m.o. = contenido de materia orgánica. % arenas = contenido de arenas en el sedimento, densidad (ind. $m^{-2}$ ) y biomasa (mg C. $m^{-2}$ ).	24
Tabla 8.- Extracción de los componentes principales (c.f. = carga de factores (*) $> 0.70$ ). 33	
Tabla 9.- Valores propios y porcentaje de la varianza total que explican el factor 1 y el factor 2.	33
Tabla 10.- Valores promedio de profundidad (m), densidad (ind. $m^{-2}$ ) y biomasa (g C. $m^{-2}$ ), para la meiofauna del Golfo de México y otras localidades del mundo.	37

## RESUMEN

El patrón de distribución de la biomasa y la densidad de la meiofauna se analizó a lo largo de un gradiente batimétrico y geográfico en la Península de Yucatán. Se muestreó sedimento superficial en 11 localidades de la Península de Yucatán durante la campaña oceanográfica OGMEX 14, a bordo del B/O *Justo Sierra* en enero de 1996. El sedimento se recolectó con una draga Smith-McIntyre (0.2 m<sup>2</sup>), y la meiofauna se obtuvo por submuestreo en la capa superficial (5 cm superiores) del sedimento. Se obtuvieron tres réplicas para cada localidad por medio de un nucleador manual (jeringa de plástico con la punta truncada, que tiene 4 cm de diámetro, 10 cm de profundidad y un área de 0.0013 m<sup>2</sup>). La comunidad estuvo representada por siete grupos taxonómicos, los cuales se agruparon en cinco phyla. De los siete grupos registrados, tres se identificaron hasta orden (Foraminiferida, Acari y Harpacticoida), un grupo a nivel de subclase (Ostracoda), dos a nivel de clase (Bivalvia y Polychaeta), y por su complejidad los nemátodos se identificaron a nivel de phylum. Los foraminíferos fueron el taxon dominante con una densidad de 92.5 % y una biomasa de 88 % referente al total. Los ácaros representaron el taxon con la menor densidad y biomasa (0.01 % y 0.006 %, respectivamente, referente al total). La densidad y la biomasa presentaron un patrón bien definido, donde los valores elevados se reconocen en la plataforma externa y los valores bajos en la plataforma interna. Al parecer esta distribución se vincula al enriquecimiento y exportación generados por la surgencia de Yucatán sobre la zona de muestreo. De los resultados arrojados por análisis del coeficiente de correlación, es importante resaltar que el contenido de materia orgánica en sedimento es el que más se correlaciona de forma positiva con la densidad y la biomasa ( $r=0.79$  y  $0.76$ ), lo cuál indica que a medida que se incrementa la cantidad de materia orgánica en el sedimento se incrementa la densidad y biomasa de la meiofauna. El coeficiente de determinación para el contenido de materia orgánica en sedimento con respecto a la densidad ( $r^2 = 0.62$ ) y la biomasa ( $r^2 = 0.58$ ), nos confirma como variable importante al contenido de materia orgánica en el sedimento, ya que tenemos que el 62 % de la variación de la densidad es explicada por las variaciones del contenido de materia orgánica en el sedimento y del 58 % para la biomasa. El valor arrojado por el análisis de componentes principales indica que el factor 1 (profundidad, temperatura y salinidad), tienen un efecto importante sobre el establecimiento de las comunidades de meiofauna en el área de estudio, ya que explican el 59.18 % de la varianza total. El marco conceptual de este estudio se ha planteado sobre la supuesta exportación de materia orgánica del sistema pelágico o alóctono al bentos, y que contribuye a establecer una cadena de detritívoros y herbívoros en el ambiente de la plataforma continental. A partir de este aporte se genera la producción secundaria bentónica, con un consecuente incremento en la biomasa, mismo que ha sido reconocido previamente en el Golfo de México. Los resultados generados a la fecha describen un sistema altamente complejo dependiente de los frentes que ocurren a lo largo del margen continental occidental de la península los cuales favorecen el acoplamiento entre los subsistemas planctónico y bentónico.

## INTRODUCCION

Durante la última década se ha reconocido la importancia de evaluar la densidad y la biomasa de los diferentes componentes de la comunidad bentónica, su metabolismo y producción secundaria, con los cuales es posible estimar el balance del flujo de materia y energía en las comunidades asociadas con el sedimento. La evaluación de estos parámetros facilita la interpretación de la estructura y el funcionamiento comunitario (Escobar *et al.*, 1997).

La meiofauna juega un papel ecológico importante ya que forma parte de la dieta de organismos de niveles tróficos superiores (Herman y Heip, 1985) y de interés comercial (Laserre, 1979), además, contribuye al reciclaje de nutrientes en el sedimento superficial (Marinelli y Coull, 1987) y subsuperficial (McIntyre, 1969; Bell y Coull, 1978). Por su gran sensibilidad y rápida reacción a los cambios ambientales (Radziejewska y Drzycimski, 1988), su reducida movilidad (Montagna *et al.*, 1986) y su estrategia reproductiva (Reish, 1959), la meiofauna permite caracterizar el efecto de las perturbaciones ambientales (Heip, 1980; Herman *et al.*, 1984a, b).

La temperatura, profundidad, tipo de sedimento y contenido de materia orgánica juegan un papel relevante en la estructura de las comunidades bentónicas (Klopfer, 1959; Vernberg y Vernberg, 1978). Es importante tomar en cuenta que los factores ambientales tienen también un efecto particular sobre cada una de las poblaciones que componen una comunidad, provocando variaciones en la riqueza específica, abundancia y distribución de los organismos (Klopfer, 1959; Vernberg y Vernberg, 1978).

Las condiciones de temperatura, salinidad, material sedimentario del fondo marino, presión y luz cambian gradualmente a medida que se incrementa la profundidad y la distancia a la costa (Margalef, 1974). Estos factores se consideran como las principales barreras que determinan la distribución de los organismos marinos (Odum, 1982). Al referirse a la comunidad bentónica, se puede hablar de factores adicionales que influyen notablemente en la distribución de las especies que conforman a estas comunidades: el contenido de materia orgánica, el oxígeno disuelto, la concentración de metales pesados y las interacciones biológicas (Cifuentes-Lemus *et al.*, 1987).

La temperatura es uno de los factores abióticos de mayor importancia ya que afecta directamente la tasa de reacciones químicas en el agua intersticial y suprayacente, ejerce un control sobre las tasas de actividad, funciones metabólicas, reproducción y tasa de crecimiento de los organismos (Poag, 1981). Existe una temperatura óptima para cada función biológica por debajo o por encima de la cual se producen cambios fisiológicos que pueden ser causa de diversas anomalías en los organismos (Espino *et al.*, 1978).

La materia orgánica (detrito) en el sedimento está compuesta principalmente de fitoplancton y zooplancton y sus heces depositados al fondo. La cantidad de carbono orgánico particulado (COP) o disuelto (COD) que se origina a partir del detrito es una fracción alta del carbono orgánico total (COT) presente en el agua suprayacente (Rosales-Hoz, 1980).

El gradiente batimétrico influye en el número de especies, densidad y distribución de los organismos. Tal influencia parece ser menor que la ejercida por la granulometría del sedimento. Sin embargo, la profundidad limita la distribución de los organismos al actuar como barrera geográfica en la dispersión de éstos, ya que la temperatura, presión y la cantidad de carbono orgánico particulado que se deposita en el sustrato dependen de la profundidad (Cognetti-Varriale y Zunarelli-Vandini, 1978).

El oxígeno constituye uno de los factores químicos de mayor importancia. Todos los organismos aerobios requieren de una fuente de oxígeno para realizar sus funciones metabólicas (Sevilla, 1977). Levin y Gage (1998) proponen que la concentración de oxígeno, la profundidad, la latitud y el contenido de carbono en el sedimento son factores significativos que conjuntamente explican del 52 al 87 % de la variación en la riqueza de especies macrobénticas. Gutiérrez *et al.* (2000) plantean que la concentración de oxígeno disuelto, la calidad y cantidad de materia orgánica en el sedimento controlan la distribución vertical de la macrofauna en el sedimento.

Debido a que los organismos bentónicos habitan en o sobre el sedimento, el tamaño de grano es uno de los factores principales que determinan su distribución. Bader (1954) propuso que los organismos aumentarán su densidad en función a la abundancia de alimento, lo cual se podría

definir para algunos organismos como la concentración de materia orgánica en el sedimento. Tenore (1987) propone que la biomasa en el sedimento deberá estar relacionada con la presencia de nitrógeno orgánico como uno de los componentes de la materia orgánica.

La meiofauna, al estar principalmente dentro del sedimento, va a estar limitada en su abundancia y tamaño por el espacio intersticial (Hulings y Gray, 1976). De esta manera, los organismos intersticiales deben ser menores que el diámetro medio de las partículas de sedimento para poder moverse libremente. La meiofauna presentará una mayor abundancia en donde tenga espacio para moverse, como son los sustratos arenosos, pero requiere del aporte de materia orgánica de manera continua (Schwinghamer, 1981).

En ambientes marinos tropicales existen arrecifes coralinos sobre la plataforma continental, que constituyen otra forma de producción primaria aparte de la presente en la columna de agua, además de la producción primaria del bentos a partir de algas. En la plataforma continental se reconocen fenómenos de surgencias (movimientos verticales hacia la superficie, de masas de agua altamente ricas en nutrientes) y depósito de las descargas provenientes de los ríos, que enriquecen periódicamente al ecosistema con nutrientes y material particulado de origen vegetal (Smith *et al.*, 1974). En la plataforma continental de la Península de Yucatán, en donde hay gran cantidad de pastos y algas marinas, la productividad primaria de las aguas someras es alta (Britton y Morton, 1989).

El marco conceptual de este estudio se ha planteado sobre la supuesta exportación de materia orgánica del sistema pelágico o aloctono al bentos, y que contribuye a establecer una cadena de detritívoros y herbívoros que coexisten en este ambiente de plataforma continental, y a partir de la cual se genera la producción secundaria bentónica.

Pocos son los estudios realizados en la Península de Yucatán (Rowe y Menzel, 1971, Castañeda, 1996, Falcón, 1998) y aún no se han reconocido las fuentes alternas de carbono para la fauna béntica de la plataforma. El estudio de la composición taxonómica del meiobentos, su abundancia, biomasa y diversidad en las costas mexicanas del Golfo de México, se han estudiado

solamente en los sectores con influencia terrígena dadas las prioridades en las campañas Oceanográficas del Golfo de México (OGMEX) (Soto y Escobar, 1995; Escobar y Soto, 1997).

## ANTECEDENTES

El estudio sobre el bentos en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México se ha enfocado a la descripción de la composición taxonómica y los patrones de distribución de los principales componentes de la megafauna y macrofauna (Miranda, 1993; Rodríguez, 1993; Solís *et al.*, 1994, 1995, Castañeda, 1996, Falcón, 1998, Muñiz, 2001). Uno de los componentes del bentos al cual se le ha prestado poca atención en los ambientes tropicales es la meiofauna. Los registros sobre la densidad y la biomasa de ésta en el talud continental en aguas mexicanas son reducidos (Castañeda, 1996, Escobar *et al.*, 1997, Falcón, 1998, Muñiz, 2001).

El primer trabajo sobre la meiofauna en el Golfo de México es el de Chitwood y Timm (1954). La mayoría de los trabajos realizados posteriormente se concentran en el norte y noroeste del Golfo de México (Bedinger, 1981; Harper *et al.*, 1981; Powell *et al.*, 1983; Yíngst y Rhoads, 1985). Adicionalmente, cabe mencionar las diversas descripciones taxonómicas que se han hecho sobre los componentes dominantes de la meiofauna (Hopper, 1967a, b; Keppner, 1986, 1987a, b, 1988; Castillo y Lambshed, 1990).

La información existente para la meiofauna en aguas mexicanas es de naturaleza descriptiva, enfocada a la composición taxonómica de nemátodos de la Sonda de Campeche (Navarrete, 1993) y su distribución en tiempo y espacio en la plataforma continental de Veracruz y Tamaulipas (Gettleson, 1976; Maya, 1992). En el ambiente de la plataforma continental de la porción oriental del Golfo, se puede citar el trabajo de Herrera y Sánchez (1982). También se ha resaltado la importancia de algunos grupos del bentos en las pesquerías demersales de la plataforma continental del suroeste del Golfo de México (Soto y Escobar, 1995). Gio-Argáez *et al.* (1996) hacen una contribución al conocimiento de los ostrácodos (Crustacea) del Sur del Golfo de México.

En cuanto a estimaciones de biomasa bentónica provenientes de profundidades mayores que 200 m, se cuenta con tres valores para el macrobentos, obtenidos frente a la plataforma de Yucatán (Rowe y Menzel, 1971). Soto y Escobar (1995), Castañeda (1996), Escobar *et al.* (1997) y Falcón (1998) describen la macrofauna y meiofauna del margen continental y talud superior de los sectores occidental y sur del Golfo de México.

## ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se ubica en la plataforma continental del Golfo de México y las estaciones de muestreo se localizan entre los  $19^{\circ}11'30''$  y  $23^{\circ}53'00''$  de latitud norte y los  $87^{\circ}30'00''$  y  $92^{\circ}59'30''$  longitud oeste (Fig. 1 y Tabla 1).

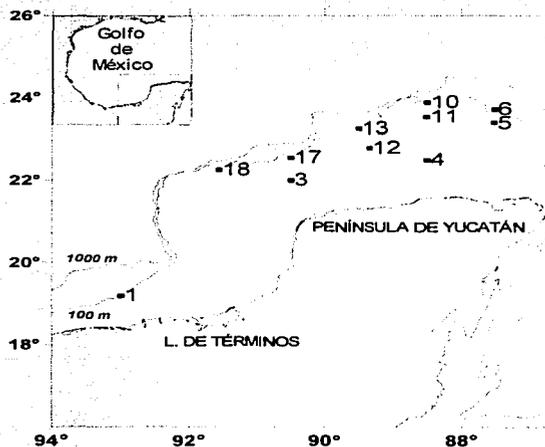


Fig.1- Ubicación de las localidades de muestreo en el área de estudio.

Antoine (1972) reconoció que el Golfo de México es una cuenca antigua que representa una región del suelo oceánico que ha sido cubierta por sedimentos. Geológicamente la dividió en siete provincias, de las cuales una es de interés para este estudio: el Banco de Campeche. Esta provincia es una extensión de la plataforma carbonatada del sur de Florida, formada por el

depósito de carbonatos por organismos marinos alrededor del Albiano (dentro del periodo Cretácico).

Saulwood y Morse (1991) caracterizaron los sedimentos encontrados en el Golfo de México en cuatro tipos: 1) arenas carbonatadas encontradas en las Plataformas Continentales de Yucatán y Florida, 2) sedimentos arcillosos encontrados en la planicie abisal, 3) sedimentos de origen terrígeno al norte y noroeste del Golfo originados de la descarga del río Mississippi y 4) los sedimentos de origen terrígeno encontrados en el suroeste del Golfo por aporte del sistema fluvial Grijalva-Usumacinta y Coatzacoalcos.

Los tres últimos tipos de sedimento se caracterizan por presentar un tamaño de grano fino. A diferencia de la región suroeste del Golfo de México, la región de plataforma continental de la Península de Yucatán, se caracteriza por la presencia de sedimentos carbonatados arenosos que presentan un espacio intersticial mayor al encontrado en los limos y arcillas. La ausencia de descargas fluviales en esta plataforma continental es un factor abiótico determinante en la estructura comunitaria bentónica (Campos-Castán, 1986). Esta zona es muy variable en su amplitud y pendiente, pero en general tiene una inclinación muy débil (de 1.5 a 2.5°) (Monreal-Gómez y Salas de León, 1997).

El suroeste del Banco de Campeche presenta la influencia de un sistema de lagunas costeras y estuarios (Contreras, 1985). Esta provincia geológica se caracteriza por ser una planicie carbonatada que incluye a la plataforma continental de Yucatán y por presentar una zona de transición entre sedimentos carbonatados a terrígenos en la plataforma continental frente a la Laguna de Términos. En la zona de transición existen condiciones físicas que permiten la presencia de una productividad primaria alta ( $>40.4 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ) y de la mayor pesquería de camarón del país, de 16,000 toneladas al año aproximadamente (Soto y Escobar, 1995). La parte centro-oriental del Banco de Campeche es la más productiva en cuanto a materia orgánica primaria, mientras que en la parte occidental la materia orgánica es transportada por las corrientes y se acumula en ésta zona (Bessonov *et al.*, 1971).

Puede decirse que una surgencia consiste sencillamente en el ascenso de aguas profundas hacia la capa superficial del océano. Sin embargo, la escala de tiempo y espacio en que se da este ascenso y las consecuencias del mismo pueden ser de gran complejidad y trascendencia. Las surgencias suelen tener implicaciones económicas, pesqueras y sedimentarias de gran importancia (Merino, 1992).

Merino (1997) se basa en evidencias hidrográficas para sostener la propuesta de Cochrane (1966) de la presencia de un fenómeno de surgencia en la porción oriental de la plataforma continental de la Península de Yucatán, en donde la presencia de la isoterma de 22.2 °C en el Mar Caribe sirve como base para esta propuesta. El agua subsuperficial del Caribe, que trae aguas profundas más frías y ricas en nutrientes, asciende por el talud continental de la Península de Yucatán y se vierte en la plataforma continental. En primavera y verano se presenta una estratificación de la columna de agua sobre la plataforma continental de la Península de Yucatán entre el agua subsuperficial y superficial del Caribe. Las observaciones del cambio de profundidad de la isoterma de 150 m en verano a 10 m en invierno sugieren que en el invierno, al presentarse tormentas y vientos del norte, se mezclan ambas masas de agua (Merino, 1997). Posteriormente la masa de agua que estuvo en contacto con el fondo sale de la plataforma continental hacia el norte del arrecife Alacrán. Monreal-Gómez y Salas de León (1997) indican que esta surgencia provoca una corriente de fondo que fluye de este a oeste y pasa a través del Banco de Campeche hacia la Bahía de Campeche. En el fondo marino de la zona noroeste de este estudio las corrientes de fondo adquieren velocidades de 40 – 80 cm. S<sup>-1</sup> como lo muestran trabajos realizados por Vázquez de la Cerda (1987).

Los bajos contenidos de oxígeno disuelto (OD) en el Golfo de México configuran una capa dentro del perfil vertical de la columna de agua, denominada de “Mínimo Oxígeno”. El contenido de oxígeno disuelto en este nivel, a pesar de ser bajo, suele ser superior a aquellos encontrados en otras cuencas donde pueden ser observadas concentraciones cercanas a la anoxia (0.1 – 0.5 ml L<sup>-1</sup>); en el Golfo de México éstas sólo decaen a 2.4 ml. L<sup>-1</sup> (De la Lanza *et al.*, 1991). La ubicación de esta capa dentro de la trayectoria de la Corriente de Lazo es muy uniforme y sólo sufre ligeras variaciones en función de los cambios estacionales del flujo y de las diferencias en profundidad

en los Estrechos de Yucatán y Florida, donde la batimetría induce a una elevación de toda la masa de agua haciendo la capa de mínimo oxígeno más somera, registrada a 500 y 300 m, respectivamente (De la Lanza *et al.*, 1991).

En el Golfo de México los sólidos totales suspendidos y el material orgánico suspendido, son muy abundantes sobre la plataforma continental con 54.6 % y en mar abierto con 49.5 %, ya que están enriquecidos por el aporte atmosférico y por la formación de agregados orgánicos (De la Lanza *et al.*, 1991). El contenido de material orgánico suspendido decrece en los 100 m de profundidad hasta 22.7 % y por debajo de los 150 m, las variaciones temporales y su relación con la producción primaria generan grandes diferencias las cuales de una temporada a otra, pueden incrementarse de 25 – 125 mg. L<sup>-1</sup> a 225 – 400 mg. L<sup>-1</sup>. (De la Lanza *et al.*, 1991). Los compuestos orgánicos forman una fracción importante en el material suspendido y disuelto en los océanos; sin embargo, su estudio no es sencillo y las investigaciones realizadas suelen aportar una información muy dispersa (Bessonov *et al.*, 1971). Falcón (1998) reconoce en la Península de Yucatán valores de 0.15 a 0.76 % de materia orgánica en el sedimento.

## **HIPÓTESIS**

Si la naturaleza del tipo de sedimento, la calidad y cantidad de materia orgánica, así como la hidrodinámica de la región tienen una influencia directa sobre la comunidad meiobentónica, entonces esto se reflejaría en el patrón de distribución de la densidad y la biomasa de la meiofauna.

## **OBJETIVO**

Determinar el patrón de distribución de la densidad y la biomasa de la meiofauna a lo largo de un gradiente batimétrico y geográfico en la Península de Yucatán y establecer los factores ambientales que lo definen.

## METAS

- Identificar las taxa que determinan la comunidad de la meiofauna en el área de estudio.
- Describir la variación de la densidad y la biomasa de la meiofauna a lo largo del gradiente batimétrico y geográfico.
- Elaborar mapas de la variabilidad espacial de la densidad y la biomasa de la meiofauna.
- Identificar el efecto de factores ambientales como la profundidad (m), temperatura (°C), contenido de materia orgánica y granulometría sobre la densidad y la biomasa de la meiofauna.
- Comparar los resultados de este trabajo con otros estudios en la región y de otros mares tropicales.

## METODO Y MATERIALES

Las muestras se obtuvieron de colectas de sedimento superficial en la campaña oceanográfica OGMEX 14, a bordo del B/O *Justo Sierra* en enero de 1996.

### FASE DE MUESTREO

La salinidad, temperatura de fondo y profundidad se registraron con una sonda CTD (General Oceanics Mark III WOOCE) en cada una de las localidades de muestreo.

El sedimento se recolectó con una draga Smith-McIntyre (0.2 m<sup>3</sup>), y la meiofauna se obtuvo por submuestreo en la capa superficial (5 cm superiores) del sedimento. Se obtuvieron tres réplicas para cada localidad por medio de un nucleador manual (jeringa de plástico con la punta truncada, que tiene 4 cm de diámetro, 10 cm de profundidad y un área de 0.0013 m<sup>2</sup>), obteniéndose un área total de 0.0039 m<sup>2</sup>. A bordo, cada réplica del sedimento se fijó con una solución de formol al 10% y Rosa de Bengala como tinción vital, previo impacto con agua dulce para liberar la fauna de los granos de sedimento. Las réplicas fueron procesadas posteriormente en el laboratorio para determinar la densidad y biomasa de los componentes taxonómicos.

#### FASE DE LABORATORIO

Las muestras se separaron mediante tamices con abertura de malla de 175 y 54  $\mu\text{m}$ . El material retenido por el primer tamiz se consideró parte de la macrofauna, en tanto que el material retenido por el segundo tamiz correspondió a la meiofauna. Ésta se separó y los diversos taxa se cuantificaron usando un microscopio estereoscópico. La densidad ( $\text{ind. m}^{-2}$ ) se calculó a partir de los valores de abundancia en un área inicial de 12.6  $\text{cm}^2$  para cada réplica. El peso individual de los componentes de la meiofauna se estimó a partir de las constantes para peso húmedo fijado, propuestas por Gettleton (1976); siendo éstas de 9.8 $\mu\text{g}$  para foraminíferos, de 6.9 $\mu\text{g}$  para nemátodos, 3.5 $\mu\text{g}$  para copépodos harpacticoides, 48.2 $\mu\text{g}$  ostrácodos, 43 $\mu\text{g}$  para poliquetos y 5 $\mu\text{g}$  para gasterópodos. Los valores en peso húmedo fijado se transformaron a biomasa de carbono, con base en la constante propuesta por Rowe (1983) de 3.2% del peso húmedo para nemátodos, 3.7% para los copépodos harpacticoides, 3.4% para los moluscos, 5.1% para los poliquetos, 3.4% para los ostrácodos y 3.4% para los foraminíferos.

Sedimento se obtuvieron, también submuestras que permitieron evaluar la granulometría y el porcentaje de carbono y nitrógeno orgánicos en el sedimento superficial. El análisis granulométrico del sedimento superficial se realizó pesando una porción húmeda de éste (100 g) y secándolo a 60 °C para después rehidratarlo y tamizarlo a través de una malla de abertura de poro de 4  $\phi$  ( $\emptyset$ ), éste se volvió a secar para reconocer las proporciones de lodos y arenas a partir de la diferencia en peso reconocida con el peso seco inicial de cada muestra (Folk, 1968).

Las determinaciones de nitrógeno y carbono orgánico elemental requirieron de 3 mg de sedimento seco a 60 °C y acidificación con solución 0.1N de HCl con objeto de eliminar los carbonatos. La muestra se calcinó por triplicado (1,040 °C) en presencia de oxígeno en viales de latón. Se evaluó el contenido de carbono y nitrógeno orgánicos en un analizador elemental Carlo Erba, modelo 1106. La calibración se hizo con soluciones estándar de acetanilido y blancos, y se expresó en por ciento (%) del peso seco del sedimento. El contenido de materia orgánica en sedimento se realizó con base en el protocolo y constantes de conversión propuestas para el Golfo de México por Stetson y Trask (1953), empleando para el caso de Yucatán los valores de nitrógeno orgánico (15.3 %N).

## TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Se evaluó la correlación ( $r$ ), el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) entre la densidad ( $\text{ind. m}^{-2}$ ) y la biomasa ( $\text{mg C. m}^{-2}$ ) de la meiofauna y la variación de los parámetros de profundidad (m), temperatura de fondo ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad de fondo (ups), contenido de materia orgánica (% m.o.) y arenas (% arenas) en el sedimento.

*Coefficiente de correlación de Pearson.* El coeficiente de correlación ( $r$ ) es un valor que expresa el grado y la dirección de la asociación lineal entre dos variables (Wayne, 1997). Los valores de  $r$  siempre están entre 1 y -1. El grado, o sea la magnitud de la asociación está dado por el valor de  $r$ , se considera que cuanto más cercano se encuentre a cero, menor será la asociación lineal, y cuanto más cercano esté a 1 ó -1, mayor será la asociación lineal. La dirección de la asociación está dada por el signo de  $r$ ; cuando  $r$  es positivo, a un aumento de una variable corresponde un aumento de la otra. El signo negativo implica que un incremento en una variable corresponde un decremento en la otra (Wayne, 1997).

Mayor cantidad de información sobre la asociación entre las variables se obtiene mediante el *coeficiente de determinación*  $r^2$ , que es el valor de  $r$  elevado al cuadrado. Si el valor de  $r^2$  es cercano a cero, se concluye que la variación en  $Y$  no es explicada por  $X$ ;  $r^2$  se interpreta como la proporción de la variación en la variable  $Y$  que es aplicada por la variable  $X$  a través del modelo. Así,  $r^2 = 0.6$  se dice que el 60 % de la variación en  $Y$  es explicada por  $X$  con el modelo de regresión lineal. Sin embargo, a pesar de que con estos resultados se puede conocer si existe o no asociación entre variables, es necesario determinar la forma de esta asociación. Esta se obtiene mediante la técnica estadística de regresión lineal (Wayne, 1997). La finalidad de realizar estas regresiones es establecer si hay un efecto (uno a uno) de los factores ambientales profundidad (m), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) de fondo, contenido de materia orgánica en sedimento (% m.o.), sobre la densidad ( $\text{ind. m}^{-2}$ ) y la biomasa ( $\text{mg C. m}^{-2}$ ) de la meiofauna.

*Análisis de clasificación de conglomerados.* Con este método se puede medir la similitud o disimilitud entre dos unidades de muestreo, cuando al menos uno y posiblemente ambos grupos tienen más de un cuadrante como miembro (Pielou, 1984). La distancia euclidiana es la vía para medir la disimilitud entre dos cuadrantes, y se resuelve por medio del teorema de Pitágoras. Es la distancia entre dos vértices de un hipercubo para medir la disimilitud de los puntos. La distancia euclidiana entre dos puntos es sólo una de las vías por la cual la disimilitud de dos cuadrantes puede ser medida (Pielou, 1984).

La clasificación de unión simple (*single-linkage clustering*), se define como la distancia más cercana entre dos grupos, se toma la distancia de separación más cercana de un par de puntos, tales que uno está en un grupo y el otro está en otro grupo (Pielou, 1984). Con los valores de las variables ambientales profundidad (m), temperatura (°C) de fondo, contenido de materia orgánica en sedimento (% m.o.) para cada una de las estaciones (E) se realizó una matriz de datos para correr un análisis de clasificación de unión simple y distancias euclidianas. Éste se realizó con el paquete estadístico STATISTICA, versión 5.0. Dado que este análisis es básicamente exploratorio del comportamiento de las variables ambientales con respecto a la densidad y la biomasa, fue necesario utilizar otros análisis estadísticos para corroborar y/o validar los resultados obtenidos.

*Análisis de componentes principales.* Los datos se analizaron por el método de componentes principales (también conocido como análisis de factores). Este se basa en una transformación lineal de las observaciones originales, conocida en álgebra vectorial como generación de vectores y valores propios, conocidos como eigenvectores o eigenvalores (Hair *et al.*, 1995). Este análisis permite la estructuración de un conjunto de datos multivariados obtenidos de una población cuya distribución de probabilidades no necesita ser conocida. Así que no necesita de un modelo estadístico para explicar la estructura probabilística de los errores (Hair *et al.*, 1995).

El análisis de componentes principales, es aplicado cuando se desea conocer la asociación entre los elementos de una población y se sospecha que en dicha relación, influye de manera desconocida un conjunto de variables y/o propiedades de los elementos (Hair *et al.*, 1995).

La finalidad de los componentes principales es la de simplificar la estructura de los datos, sin obedecer a un modelo fijado "a priori", para poder explicar en pocos componentes, la mayor parte de la información que contienen las variables. Esta prueba permite estudiar relaciones de asociación entre las variables, expresada a través de un modelo de factores comunes y únicos (Hair *et al.*, 1995).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la campaña OGMEX 14 fueron muestreadas 11 localidades (Fig. 1, Tabla 1). El intervalo batimétrico de las colectas fue de 38 a 42 m para las dos localidades situadas en la plataforma interna (0 a 50 m), entre 78 y 97 m para las cuatro localidades localizadas en la plataforma media (50 a 100 m) y de 117 a 251 m para las localidades localizadas en la plataforma externa y reborde continental (> 100 m).

Tabla 1.- Ubicación de las localidades de muestreo y sus variables ambientales, siguiendo el gradiente de profundidad.

Est.	Latitud N.	Longitud W.	No. Rep.	Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (ups)	% m.o.	% Arenas
3	22°00'00"	90°30'00"	3	38	23.5	36.22	0.153	90
4	22°30'00"	88°30'00"	2	42	23.6	36.16	0.245	N. D.
12	22°47'00"	89°30'00"	3	78	22.8	36.19	1.224	65
11	23°32'00"	88°30'00"	3	90	22.6	36.22	1.086	83
5	23°22'50"	87°30'00"	2	93	23.1	36.41	0.703	97
18	22°15'00"	91°34'00"	3	97	21.0	36.22	2.218	67
17	22°33'00"	90°30'00"	3	117	18.3	36.26	3.305	63
1	19°11'30"	92°59'30"	3	130	18.0	36.50	0.903	20
13	23°15'00"	89°30'00"	3	201	14.5	35.72	1.346	34
6	23°43'00"	87°30'00"	3	210	14.2	35.68	1.102	74
10	23°53'00"	88°30'00"	3	251	12.0	35.68	1.346	78

Est. - Estación de muestreo  
 No. Rep. - Número de réplicas  
 Prof. - Profundidad  
 Temp. - Temperatura  
 Sal. - Salinidad  
 Ups. - Unidades prácticas de salinidad  
 % m.o. - Porcentaje de materia orgánica  
 N. D. - No disponible

**TEMPERATURA.** La temperatura de fondo osciló entre 12 y 23.6 °C (Tabla 1). Para la plataforma interna fue constante en 23.6 °C, en la plataforma media fluctuó de 21 a 23.1 °C y entre 12 y 18.3 °C para la plataforma externa (Tabla 1). La temperatura de fondo varió de forma inversa a medida que la profundidad y la distancia a la costa se incrementan, lo cual concuerda con lo reconocido por Margalef (1974) y De la Lanza *et al.* (1991). Piñeiro (2001) establece que la temperatura del agua de fondo de la plataforma de Yucatán es fuertemente influenciada por la entrada de agua fría, asociada a la surgencia de aguas procedentes del talud de la plataforma de Yucatán.

**SALINIDAD.** La salinidad del agua de fondo en la zona de muestreo osciló entre 35.68 (E-6 y E-10) y 36.50 ups (E-1) (Tabla 1).

Los valores de salinidad presentan un intervalo de 0.82 ups, dado que en las regiones profundas rara vez ocurren cambios de salinidad (Margalef, 1974; Vegas, 1971). Los valores reconocidos para las estaciones de la plataforma interna y media (E-3, E-4, E-5, E-11, E-12, E-18) y los de la plataforma externa (E-6, E-10, E-13) (Tabla 1), asociados con la temperatura sugieren masas de agua diferentes (Fig. 2), o bien, que esta variación puede deberse a la influencia de la surgencia de Yucatán presente en la zona. La salinidad presenta una variación tanto geográfica como batimétrica en la zona de estudio (Tabla 1). En el Banco de Campeche al norte de la Península de Yucatán y al sur del paralelo 22.5° norte se reconoció una masa de agua con valores bajos de salinidad y notablemente más fría con temperaturas por debajo de los 25° C, asociada a la surgencia y a la disminución de la temperatura en el Golfo de México en los meses invernales (Merino, 1992), lo cual se asemeja a lo encontrado en este estudio (Fig. 2).

**MATERIA ORGÁNICA.** El contenido de materia orgánica en el sedimento fluctuó entre 0.15 % (E-3) y 3.30 % (E-17), las estaciones con menor % m. o. (E-3 y E-4) se ubican en la plataforma interna, mientras que la estación con el valor más alto de % m. o. (E-17) se encuentra en la plataforma externa (Tabla 1). El origen de la materia orgánica en los sedimentos (excluyendo a la fauna) deriva de la sedimentación y/o a la exportación de la producción en la columna de agua (alóctona) y la generada localmente (autóctona) (Gray, 1981). La materia orgánica de esta zona

puede estar originada por la fertilización causada por la surgencia de la parte norte de la plataforma de Yucatán. La materia orgánica es transportada al oeste y puede tener un efecto fertilizante importante, y éste se vería reflejado en un incremento de materia orgánica en el sedimento (0.15 a 3.30 %) (Merino, 1992). Soltwedel (2000) establece que la densidad de la meiofauna se incrementa en las áreas donde la productividad de la superficie es más intensa, ya que el flujo de materia orgánica hacia el sedimento marino se hace más dinámico. El promedio de contenido de materia orgánica en el sedimento para este estudio es de 1.24 %, el cual es similar al valor (1.07 %) reconocido por Castañeda (1996) y Escobar *et al.* (1997) para la misma zona y a una profundidad de 248 m.

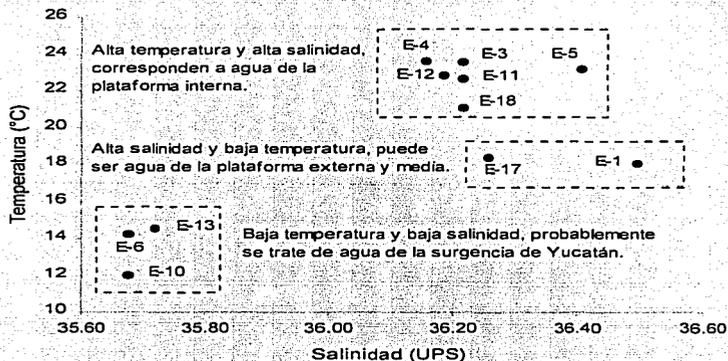


Fig. 2.- Diagrama Temperatura-Salinidad, del cual se infieren las posibles masas de agua que están presentes en la zona de estudio (comp. pers. Dr. David Salas de León, ICMYL, UNAM).

**TAMAÑO DE GRANO.** Los resultados muestran que la E-1 tiene el menor contenido de arenas (20 %) (Tabla 1) en el sedimento, lo cual podría ser el resultado de la influencia de la laguna de Términos, debido a los lodos (sedimento fino) que la laguna aporta al océano. El mayor contenido de arenas se registró en la plataforma media (E-5) (Tabla 1). En general se observa una tendencia de incremento en el contenido de arenas en el sedimento hacia la zona sureste de la península de Yucatán (E-5, E-6, E-10 y E-11) en donde se registran los valores más altos de estos (97 %, 74 %, 78 % y 83 %, respectivamente) (Tabla 1), lo cual puede deberse a la mayor heterogeneidad en el

sedimento (Escobar *et al.*, 1997) y al origen calcáreo de la península de Yucatán. La E-3 (la más somera y cercana a la costa) tiene un contenido de arenas alto (90 %) (Tabla 1). Esto se puede deber a que los mayores porcentajes de arena se concentran cerca de las playas (Campos-Castán, 1986) y a la ausencia de ríos que aporten sedimentos finos a esta zona. Castañeda (1996) y Muñiz (2001) reconocen que el contenido de arenas en el sedimento de la parte occidental de la plataforma de Yucatán es de 2.70 y 6.25 % respectivamente, los cuales son menores a los reconocidos por este estudio (20 a 97 %). La diferencia de estos valores puede atribuirse al tipo de muestreador utilizado para la recolección del sedimento; en este estudio se utilizó una draga Smith-McIntyre (0.2 m<sup>3</sup>), y para los datos reconocidos por Castañeda (1996) y Muñiz (2001) fueron a partir de un nucleador de caja tipo US-NEL (0.25 m<sup>3</sup>), el cual supera los problemas de penetración en el sedimento, permitiendo obtener muestras perfectamente cuantitativas, con un área y volumen constante (Abuid-Hernández, 1995). Es un hecho que el volumen de sedimento tomado por una draga varía considerablemente con el tipo de sustrato, y además de esto, existen otros factores que influyen en el sedimento muestreado como: el movimiento del buque, las características topográficas a pequeña escala, el contenido de agua intersticial, la presencia de conchas o restos de coral que impiden el cierre de la draga y la velocidad de penetración en el sedimento. (Holme y McIntyre, 1971; Abuid-Hernández, 1995).

Debido a que los organismos béticos habitan en o sobre el sedimento, el tamaño de grano es uno de los principales factores que va a determinar su distribución. La meiofauna, al habitar los intersticios del sedimento limita su abundancia en función al tamaño del espacio intersticial y contenido de oxígeno en éste (Hulings y Gray, 1976). De esta manera, los organismos intersticiales deben ser menores en tamaño que el diámetro medio de las partículas de sedimento para poder moverse libremente. La meiofauna presentará una mayor abundancia en donde tenga espacio para moverse, como son los sustratos arenosos, por lo que requerirá del aporte de materia orgánica de manera continua (Schwinghamer, 1981). La estructura comunitaria del bentos está definida por el tamaño de poro y grano del sedimento (Schwinghamer, 1981), así mismo, la complejidad estructural del sedimento y las condiciones imperantes en el agua intersticial y suprayacente son factores que definen la estructura y funcionamiento comunitario (Escobar *et al.*, 1997).

COMPOSICIÓN. La comunidad estuvo representada por siete grupos taxonómicos, los cuales se agruparon en cinco phyla. De los siete grupos registrados, tres se identificaron hasta orden (Foraminiferida, Acari y Harpacticoida), un grupo a nivel de subclase (Ostracoda), dos a nivel de clase (Bivalvia y Polychaeta), y por su complejidad los nemátodos se identificaron a nivel de phylum (Tabla 2).

Tabla 2.- Composición taxonómica de los organismos presentes en las estaciones de muestreo (Brusca y Brusca, 1990).

Phylum	Subphylum	Superclase	Clase	Subclase	Orden	Nombre común
Sarcomastigophora	Sarcodina	Rhizopoda	Granuloreticulosa		Foraminiferida	Foraminíferos
Nematoda						Nemátodos
Mollusca			Bivalvia			Bivalvos
Annelida			Polychaeta			Poliquetos
Arthropoda	Chelicerata		Chelicerata	Aracnida	Acari	Ácaros
Arthropoda	Crustacea		Maxillopoda	Ostracoda		Ostrácodos
Arthropoda	Crustacea		Maxillopoda	Copepoda	Harpacticoida	Copépodos

En la E-11 se detectó la presencia de todos los grupos taxonómicos (100 %), mientras que en las E-1, E-3, E-5, E-12 y E-17 solo se presentaron tres grupos (43 %) (Tabla 3). Los foraminíferos, nemátodos y poliquetos se encuentran presentes en todas las estaciones de muestreo (Tabla 3), lo cual les confiere un carácter de frecuentes.

Tabla 3.- Presencia (1) y ausencia (0) de los grupos taxonómicos por sitio de colecta.

TAXA	E-3	E-4	E-12	E-11	E-5	E-18	E-17	E-1	E-13	E-6	E-10
Foraminíferos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nemátodos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bivalvos	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
Poliquetos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ácaros	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Ostrácodos	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Copépodos	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1

Escobar *et al.* (1997) reconocen para la parte occidental de la plataforma de Yucatán que los foraminíferos representan el 78 % y los nemátodos el 22 % de la densidad de la meiofauna, en este estudio los foraminíferos constituyen el 92 % y los nemátodos el 5 % de la densidad total de la meiofauna, en ambos estudios los valores más altos se registraron en las estaciones con mayor

contenido de materia orgánica en sedimento (Escobar *et al.*, 1997). Alongi (1990) reconoce que en las plataformas carbonatadas de los mares tropicales los foraminíferos son uno de los grupos más abundantes.

Con base en la presencia de los grupos taxonómicos y al gradiente de profundidad las estaciones de muestreo, éstas se agrupan en dos bloques: 1) las E-6, E-10, y E-13 están integradas por cinco taxa (71 %), los cuales son los mismos en las E-6 y E-10, y en la E-13 se sustituye el grupo de los bivalvos por los ostrácodos (Tabla 3), en un intervalo de profundidad de 201 a 251 m (reborde de la plataforma), 2) las E-1, E-3, E-5, E-12, E-17 (agrupan tres taxa con el 43 %), E-4, E-18 (cuatro taxa con el 57 %) y E-11 (siete taxa con el 100 %), los cuales comparten su presencia en todas las estaciones de muestreo y en un intervalo de profundidad de 38 a 130 m, de éste grupo se podría inferir un subgrupo que esta representado por las E-1 y E-17, las cuales agrupan a los mismos tres taxa (foraminíferos, nemátodos y poliquetos) (Tabla 3) en un intervalo de profundidad de 117 a 130 m (plataforma externa).

**DENSIDAD Y BIOMASA.** El valor más alto de densidad (50.286 ind. m<sup>-2</sup>) se registró en la E-17 y el más bajo en la E-4 (13.486 ind. m<sup>-2</sup>) (Tabla 4). Los valores de densidad de la plataforma interna son muy homogéneos reflejándose en una desviación estándar baja (Fig. 3), en contraste con la plataforma externa donde los valores de la densidad están muy dispersos y generan una gran amplitud en su desviación estándar (Fig. 3) (Steel y Torrie, 1998).

La biomasa también presentó el valor más alto (16.76 mg C. m<sup>-2</sup>) en la E-17 y el más bajo en la E-4 (4.27 mg C. m<sup>-2</sup>) (Tabla 4), el comportamiento de los valores de biomasa es un reflejo de la densidad, por lo cual se analizan conjuntamente. La densidad (Fig. 3) y la biomasa presentan un patrón bien definido.

Los valores altos se presentan en la plataforma externa y los valores bajos en la interna (Figs. 4-5). Esto es interesante ya que en cualquier otra región se invertiría este patrón (Odum, 1982). Al parecer este comportamiento se vincula a la productividad generada por la surgencia de Yucatán en la zona de muestreo, que es exportada al fondo y contribuye como alimento al bentos.

Tabla 4.- Media y desviación estándar (n = 3) de la densidad (ind. m<sup>-2</sup>) y la biomasa (mg C. m<sup>-2</sup>), con respecto a la profundidad (m), para cada una de las estaciones.

	Est.	Prof. (m)	No. de taxa	ind. m <sup>-2</sup>	mg C. m <sup>-2</sup>
Plataforma interna	3	38	3	15238 ± 66939	5.26 ± 22.30
	4	42	4	13486 ± 47800	4.27 ± 15.93
Plataforma media	12	78	3	25943 ± 126336	9.22 ± 42.09
	11	90	7	16038 ± 36581	6.47 ± 9.48
	5	93	3	22228 ± 107197	7.57 ± 35.72
	18	97	4	35162 ± 168763	12.11 ± 56.23
Plataforma externa	17	117	3	50286 ± 245885	16.76 ± 81.93
	1	130	3	26933 ± 128788	9.17 ± 42.91
	13	201	5	47162 ± 229480	16.76 ± 76.22
	6	210	5	23048 ± 110120	8.18 ± 36.69
	10	251	5	43124 ± 188373	15.87 ± 62.76

Est.- Estación de muestreo  
Prof.- Profundidad



Figura 3.- Variación de la densidad (ind. m<sup>-2</sup>) de la meiofauna en cada estrato de la plataforma continental (◆ = media, I = desviación estándar).

P. I.- Plataforma interna  
P. M.- Plataforma media  
P. E.- Plataforma externa

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Alongi (1990) y Soltwedel (2000) reconocen que en zonas de surgencia (alta productividad) se intensifica el flujo de materia orgánica hacia el fondo marino, generando altas densidades y biomásas en el meiobentos.

Tabla 5.- Variación de la densidad (ind. m<sup>-2</sup>) por grupo taxonómico en cada estación de muestreo (E).

TAXA	P. I. E-3	P. I. E-4	P. M. E-12	P. M. E-11	P. M. E-5	P. M. E-18	P. E. E-17	P. E. E-1	P. E. E-13	P. E. E-6	P. E. E-10
Foraminíferos	94666	67600	178666	54666	151600	238666	347733	182133	324800	155733	266400
Nemátodos	10666	24800	800	29866	3200	4800	4000	5333	1333	2666	26666
Bivalvos	0	0	0	800	0	0	0	0	0	533	533
Poliquetos	1333	800	2133	6133	800	1866	266	1066	3466	2133	7466
Ácaros	0	0	0	266	0	0	0	0	0	0	0
Ostrácodos	0	0	0	2933	0	0	0	0	266	0	0
Copépodos	0	1200	0	17600	0	800	0	0	266	266	800

P. I.- Plataforma interna

P. M.- Plataforma media

P. E.- Plataforma externa

Tabla 6.- Valores promedio y desviación estándar (d. s.) de la biomasa (mg C. m<sup>-2</sup>) por grupo taxonómico en cada estación de muestreo (E).

TAXA	P. I. E-3	P. I. E-4	P. M. E-12	P. M. E-11	P. M. E-5	P. M. E-18	P. E. E-17	P. E. E-1	P. E. E-13	P. E. E-6	P. E. E-10
Foraminíferos	31.50	22.50	59.50	18.20	50.50	79.50	115.80	60.60	108.20	51.90	88.70
d. s.	13.38	17.15	45.89	15.45	28.83	41.75	66.72	16.02	82.74	54.08	97.63
Nemátodos	2.30	5.45	0.10	6.60	0.70	1.00	0.80	1.10	0.30	0.50	5.80
d. s.	0.99	3.69	0.12	2.24	0.04	0.24	0.24	1.87	0.24	0.62	0.74
Bivalvos	0	0	0	0.09	0	0	0	0	0	0.10	0.10
d. s.				0						0.09	0
Poliquetos	2.90	1.70	4.60	13.40	1.70	4.10	0.50	2.30	7.60	4.60	16.30
d. s.	0	0	1.2	6.20	0	7.44	0	3.72	5.20	1.24	0
Ácaros	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0
d. s.				0.10							
Ostrácodos	0	0	0	4.80	0	0	0	0	0.40	0	0
d. s.				1.01					0.92		
Copépodos	0	0.10	0	2.10	0	0.10	0	0	0.03	0.03	0.10
d. s.		0.02		1.95		0.20			0	0.06	0.06

P. I.- Plataforma interna

P. M.- Plataforma media

P. E.- Plataforma externa

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La variación de la biomasa ( $\text{mg C. m}^{-2}$ ) por grupo taxonómico es proporcional a la variación de la densidad ( $\text{ind. m}^{-2}$ ) en cada estación de muestreo (Tablas 5-6). Los foraminíferos fueron el taxon dominante con una densidad de 92.5 % y una biomasa de 88 % con respecto al total (Tablas 5-6).

Los ácaros representaron el taxon con la menor densidad y biomasa con 0.01 % y 0.006 % respectivamente (Tablas 5-6). Las estaciones de la plataforma externa carbonatada (E-6, E-10 y E13) están integradas por más taxa que la plataforma externa de la zona terrígena (E-1) (Tabla 5). Esto podría deberse, al enriquecimiento con materia orgánica en la plataforma externa carbonatada, generado por el florecimiento de la corriente de Yucatán.

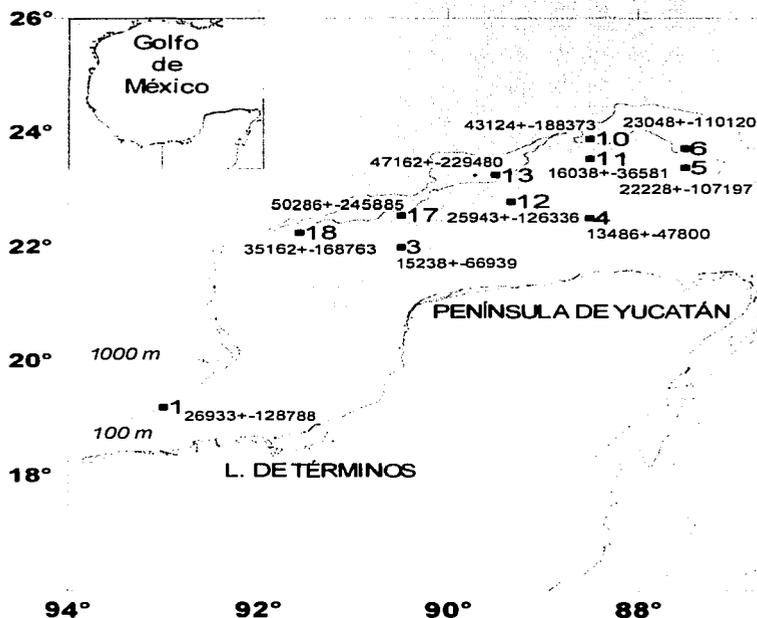


Figura 4.- Distribución espacial de los valores promedio y desviación estándar de la densidad ( $\text{ind. m}^{-2}$ ) en cada estación de muestreo.

**CORRELACIÓN.** Las variables ambientales (temperatura, profundidad, tipo de sedimento y contenido de materia orgánica) juegan un papel relevante en la estructura de las comunidades (Levin y Gage, 1998). Además, es importante tomar en cuenta que la suma de los factores ambientales tienen también un efecto particular sobre cada una de las poblaciones que componen una comunidad, provocando variaciones en los diversos parámetros comunitarios como la riqueza específica, abundancia y distribución de los organismos (Klopfer, 1959; Vernberg y Vernberg, 1978).

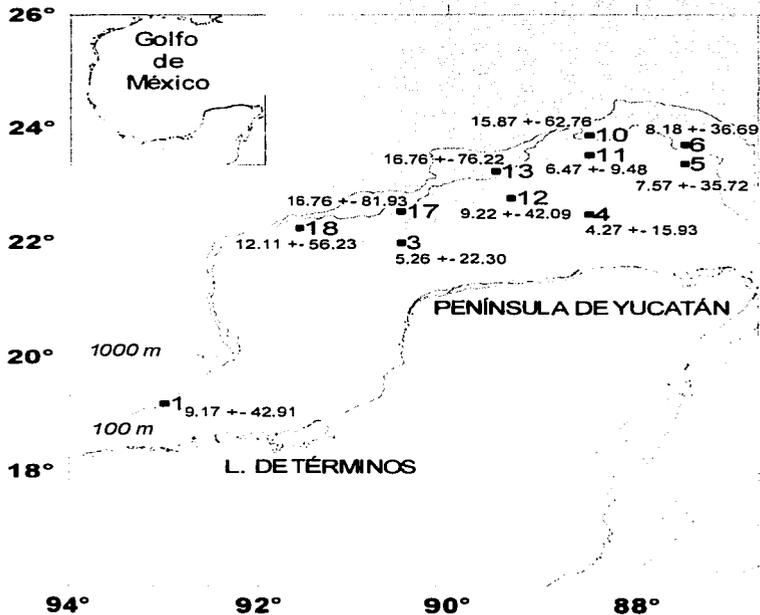


Figura 5.- Distribución espacial de los valores promedio y desviación estándar de la biomasa (mg C. m<sup>-2</sup>) en cada estación de muestreo.

Las condiciones de temperatura, salinidad, presión y luz cambian gradualmente a medida que la profundidad y la distancia a la costa se incrementan (Margalef, 1974). La temperatura, salinidad,

profundidad y luz se consideran como barreras que se oponen a la distribución de los organismos marinos (Odum, 1982). Sin embargo, al referirse a los animales bentónicos, se puede hablar de dos factores adicionales que influyen notablemente en la distribución de las especies que conforman a estas comunidades: el tipo de sedimento y el contenido de materia orgánica en sedimento (Cifuentes-Lemus *et al.*, 1987).

Tabla 7.- Valores del coeficiente de correlación ( $r$ ) y del coeficiente de determinación ( $r^2$ ) para los datos de las variables: prof. = profundidad (m), temp. = temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) de fondo, sal = salinidad (ups) de fondo, % m.o. = contenido de materia orgánica, % arenas = contenido de arenas en el sedimento, densidad ( $\text{ind. m}^{-2}$ ) y biomasa ( $\text{mg C. m}^{-2}$ ).

VARIABLES	$r$	$r^2$
prof. (m)-% m.o.	0.27	0.07
prof. (m)-densidad ( $\text{ind. m}^{-2}$ )	0.61	0.38
prof. (m)-biomasa ( $\text{mg C. m}^{-2}$ )	0.66	0.44
temp. ( $^{\circ}\text{C}$ )-densidad ( $\text{ind. m}^{-2}$ )	-0.68	0.46
temp. ( $^{\circ}\text{C}$ )-biomasa ( $\text{mg C. m}^{-2}$ )	-0.71	0.50
% m.o.-densidad ( $\text{ind. m}^{-2}$ )	0.79	0.62
% m.o.-biomasa ( $\text{mg C. m}^{-2}$ )	0.76	0.58
% arenas.-densidad ( $\text{ind. m}^{-2}$ )	-0.44	0.19
% arenas.-biomasa ( $\text{mg C. m}^{-2}$ )	-0.42	0.18
densidad ( $\text{ind. m}^{-2}$ )-biomasa ( $\text{mg C. m}^{-2}$ )	0.99	0.98

La variabilidad en la composición y abundancia de la meiofauna están en función de la heterogeneidad del sedimento (Gerlach, 1978), la calidad y cantidad de materia orgánica en el sedimento se correlaciona directamente con la densidad (Webb y Montagna, 1993). Escobar *et al.* (1997) reconocen para el área de estudio que la densidad y biomasa se correlacionan con el contenido de materia orgánica y la textura del sedimento.

La profundidad (m) y el contenido de materia orgánica en el sedimento (% m.o.) no presentan correlación ( $r = 0.27$ ) (Tabla 7), lo que nos indica que la profundidad no está asociada con el contenido de materia orgánica en el sedimento, esto no corresponde con lo que la literatura cita (Margalef, 1974). De esto se infiere que en la zona de muestreo hay algún factor externo que está

modificando el contenido de materia orgánica en el sedimento a medida que se incrementa la profundidad. El valor del coeficiente de determinación ( $r^2 = 0.07$ ) (Tabla 7) indica que la profundidad no explica el comportamiento de la distribución del contenido de materia orgánica en el sedimento (Fig.12).

La correlación de la densidad con respecto a la profundidad ( $r = 0.61$ ) y la biomasa (0.66) es positiva (Tabla 7). A medida que se incrementa la profundidad se incrementa la densidad y la biomasa, lo que resulta contrario a lo citado por otros autores (Odum, 1982; Montagna, 1991; Escobar y Soto, 1997; Soltwedel, 2000). La densidad y la biomasa de la meiofauna puede mostrar visibles diferencias entre áreas con diferente productividad primaria en la capa superficial y a similares profundidades (Soltwedel, 2000). El valor del coeficiente de determinación para la profundidad con respecto a la densidad ( $r^2 = 0.38$ ) y la biomasa ( $r^2 = 0.44$ ), indica que el incremento de la densidad y biomasa es explicado en un 38 % y 44 % respectivamente por el incremento en el gradiente de profundidad (Figs. 6-7). Al parecer el florecimiento generado por la corriente de Yucatán, estaría enriqueciendo con materia orgánica la plataforma externa carbonatada (Fig. 12), lo cual favorece el aumento de la densidad y la biomasa en esta zona. Al considerar el contenido de clorofila y la productividad como indicadores de la fertilidad de las aguas en las zonas de afloramiento, se encuentra que la fertilidad de la surgencia de Yucatán es menor a la que se presenta en regiones de surgencias del margen occidental de los continentes (Merino, 1992). Sin embargo, comparada con zonas de surgencias del margen oriental de los continentes, ésta ocupa el segundo lugar a nivel mundial, ya que sólo la supera la surgencia de Somalia (Merino, 1992). Al comparar la velocidad de ascenso de la masa de agua en la plataforma de Yucatán, con otras regiones de surgencia, se observa que la velocidad vertical en este lugar es similar y en ocasiones mayor a aquellas presentes en el margen occidental de los continentes (Merino, 1992). Hacia el fondo la saturación de oxígeno varía en función de las diferencias en la intensidad de la corriente, cuya fuerza permite que aguas profundas poco saturadas puedan ascender y replegarse sobre la plataforma, desplazando a las aguas más saturadas que aquí se encuentran (Merino, 1992). el enriquecimiento de oxígeno de la capa más profunda, es atribuido a la mezcla de aguas superiores y al incremento de los procesos

fotosintéticos que contribuyen al aumento de la productividad como resultado de un aporte previo de nutrientes (De la Lanza, 1991).

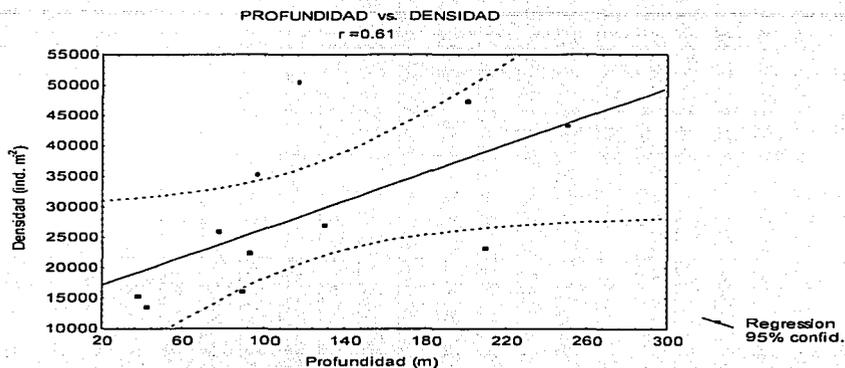


Fig. 6.- Relación entre la profundidad (m) y la densidad (ind. m<sup>-2</sup>) de la meiofauna.

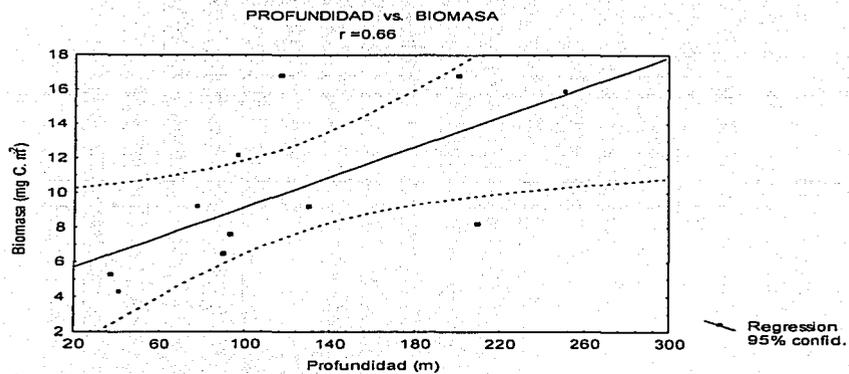


Fig. 7.- Relación entre la profundidad (m) y la biomasa (mg C. m<sup>-2</sup>) de la meiofauna.

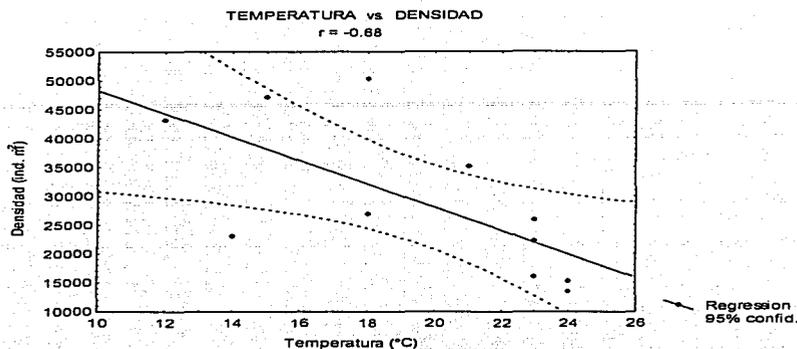


Fig. 8.- Relación entre la temperatura (°C) y la densidad (ind. m<sup>-2</sup>) de la meiofauna.

La correlación de la temperatura con respecto a la densidad ( $r = -0.68$ ) (Fig. 8) y la biomasa ( $r = -0.71$ ) es negativa (Tabla 7), lo que indica que a medida que decrece la temperatura la densidad y la biomasa aumentan. Los valores del coeficiente de determinación de la temperatura con respecto a la densidad ( $r^2 = 0.46$ ) y para la biomasa ( $r^2 = 0.50$ ) (Tabla 7), indican que la temperatura explica en casi el 50 % la variación en la densidad y la biomasa (Figs. 8-9). En este estudio la correlación y el coeficiente de determinación de la temperatura con respecto a la densidad y la biomasa pueden estar sobrestimados, ya que la influencia de la temperatura en la densidad y distribución de la meiofauna es registrada como mínima (Giere, 1993).

De los resultados obtenidos por el análisis de correlación, es importante resaltar que el contenido de materia orgánica en el sedimento es el que se correlaciona de forma positiva con la densidad y la biomasa (0.79 y 0.76), lo cual indica que a medida que se incrementa la cantidad de materia orgánica en el sedimento se incrementa la densidad y biomasa de los organismos. Esto concuerda con la propuesta de que los organismos aumentarían su densidad en función de la abundancia de alimento, lo que se podría definir para algunos organismos, como la concentración de materia orgánica en el sedimento (Bader, 1954; Webb y Montagna, 1993). Escobar *et al.* (1997) reconocen que los valores más elevados de biomasa en la zona de estudio se encuentran asociados a los valores más altos de materia orgánica en sedimento superficial, lo cual coincide con lo

encontrado en este estudio. Richardson y Young (1987) postulan que las diferencias en la distribución de la biomasa béntica (macrobentos y meiobentos) en parte es explicada por las diferencias en la calidad y cantidad de materia orgánica disponible en los sedimentos marinos. La distribución de la meiofauna depende más de la calidad que de la cantidad de materia orgánica en el sedimento (Albertelli *et al.*, 1999).

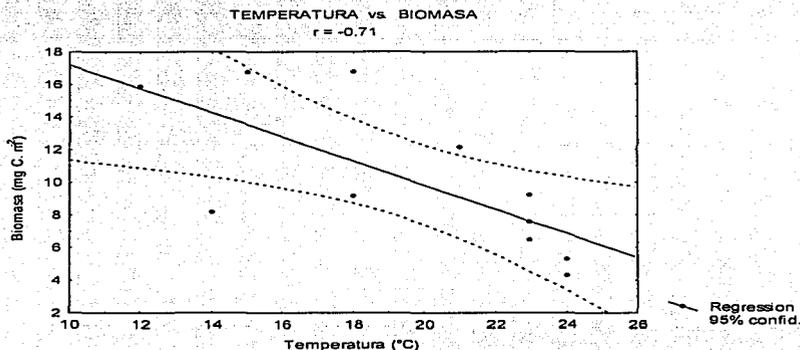


Fig. 9.- Relación entre la temperatura (°C) y la biomasa (mg C. m<sup>-2</sup>) de la meiofauna.

El coeficiente de determinación para el contenido de materia orgánica en el sedimento con respecto a la densidad ( $r^2 = 0.62$ ) y la biomasa ( $r^2 = 0.58$ ), nos confirma como variable importante al contenido de materia orgánica en el sedimento, ya que tenemos que el 62 % de la variación de la densidad depende de el contenido de materia orgánica en el sedimento (Figs. 10-11), y en el caso de la biomasa, su variación por efecto de la materia orgánica en el sedimento corresponde a un 58 %. Con esto se infiere que el contenido de materia orgánica en el sedimento, es el factor que está afectando la distribución y abundancia de la meiofauna en el área de estudio.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

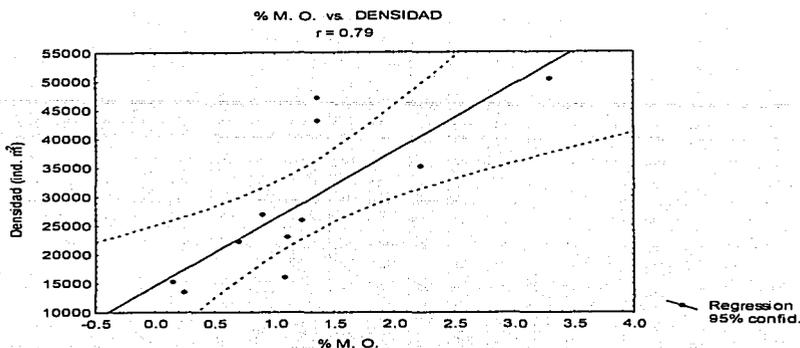


Fig. 10.- Relación entre la materia orgánica en sedimento (% m.o.) y la densidad ( $\text{ind. m}^{-2}$ ) de la meiofauna.

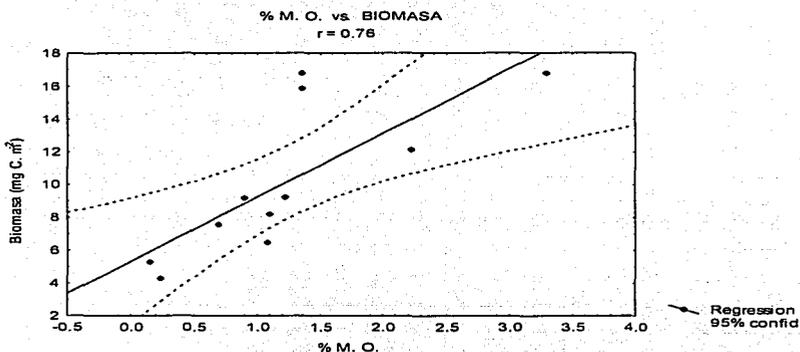


Fig. 11.- Relación entre la materia orgánica en sedimento (% m.o.) y la biomasa ( $\text{mg C. m}^{-2}$ ) de la meiofauna.

La correlación del contenido de arena en el sedimento con respecto a la densidad ( $r = -0.44$ ) y la biomasa ( $r = -0.42$ ) es negativa (Tabla 7), lo que indica que a medida que decrece el contenido de arenas en el sedimento, la densidad y biomasa aumentan, lo cual no es lo esperado según lo citado por la literatura (Schwinghamer, 1981; Montagna, 1991). Ésto podría estar dado por la influencia

de otras variables, como el contenido de materia orgánica en sedimento, y a las interacciones biológicas como la distribución de los grupos de tallas mayores o la depredación (Escobar *et al.*, 1997). Los valores del coeficiente de determinación del contenido de arena en el sedimento con respecto a la densidad ( $r^2 = 0.19$ ) y la biomasa ( $r^2 = 0.18$ ), infieren que el contenido de arena en el sedimento no explica por sí sólo la variación de la densidad y la biomasa de los organismos en el área de muestreo. La composición y abundancia de la meiofauna está determinada por la heterogeneidad del sedimento, la cantidad y calidad de la materia orgánica en el sedimento (Radziejewska, 1984; Montagna, 1991).

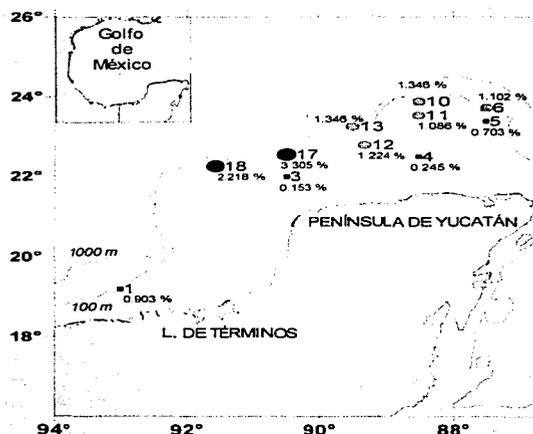


Figura 12.- Distribución espacial del contenido de materia orgánica (%) en cada estación de muestreo (■ = 0 a 0.9 %, ▲ = 1.0 a 2.0 % y ● = 2.1 a 3.3 %).

La correlación entre la densidad y la biomasa es positivo ( $r = 0.99$ ) (Fig. 7), lo que indica que a medida que se incrementa la densidad se incrementa la biomasa. El coeficiente de determinación ( $r^2 = 0.98$ ), indica que el incremento de la biomasa es explicado por la densidad en un 98 % (Fig. 7). Dado lo anterior se infiere que la talla de los organismos no varía significativamente entre las estaciones de muestreo.

## ANÁLISIS DE CLASIFICACIÓN CONGLOMERADA

Este tipo de análisis clasifica y agrupa las estaciones con respecto a las variables (Fig. 13), pero no define bajo cuál de éstas está hecha la clasificación, así que el siguiente paso es determinar el criterio bajo el cual se hizo el agrupamiento de las estaciones de muestreo.

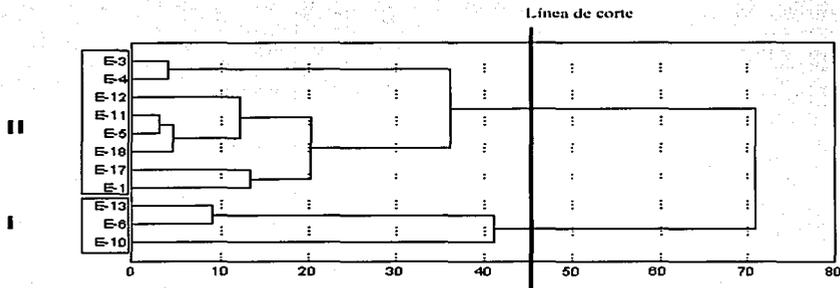


Fig. 13.- Análisis de clasificación de unión simple y distancias euclidianas, con valores de variables ambientales (profundidad, temperatura de fondo, contenido de materia orgánica en el sedimento), con respecto a las estaciones. El análisis de clasificación generó dos grupos.

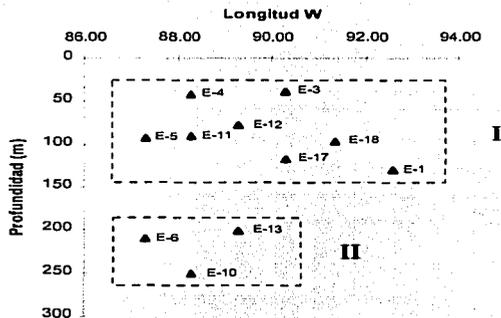


Fig. 14. Gráfico de profundidad (m) contra longitud W. En este gráfico se observa que las estaciones se agrupan en dos regiones, lo cual se corresponde con lo obtenido en el análisis de clasificación de conglomerados.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Una de las técnicas que se usa para determinar el criterio bajo el cuál se hizo el agrupamiento, es el de graficar la longitud con respecto a las variables ambientales y observar la distribución espacial de los puntos en el gráfico y así determinar cual es la variable que explica al análisis de agrupación (Figs. 14-15).

De las figuras 14 y 15 se infiere que el arreglo hecho por el análisis de clasificación de conglomerados es con base en el gradiente de profundidad y temperatura. Los dos grupos generados por el análisis de clasificación de conglomerados coinciden con la formación de  $\pm 2$  grupos en el diagrama de temperatura-salinidad (Fig. 2).

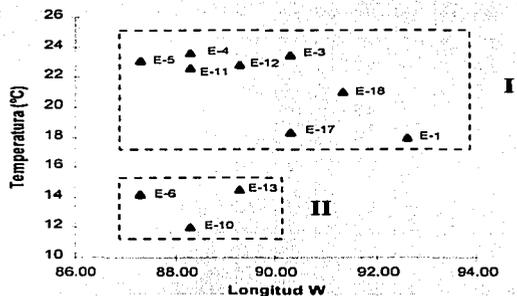


Fig. 15. Gráfico de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) contra longitud W. En este gráfico se observa que las estaciones se agrupan en dos regiones, lo cuál se corresponde con lo obtenido en el análisis de clasificación de conglomerados.

Los intervalos de profundidad y de temperatura de fondo en los cuales se insertan cada uno de los grupos (Figs. 13 - 16) con respecto al número de estación de muestreo (E) son los siguientes:

Grupo I (E-3, E-4, E-12, E-11, E-5, E-18, E-17 y E-1): de 38 a 130 m de profundidad y 24 a  $18^{\circ}\text{C}$  de temperatura de fondo (Figs. 13 - 16).

Grupo II (E-13, E-6 y E-10) de 201 a 251 m de profundidad y de 15 a  $12^{\circ}\text{C}$  de temperatura de fondo (Figs. 13 - 16).

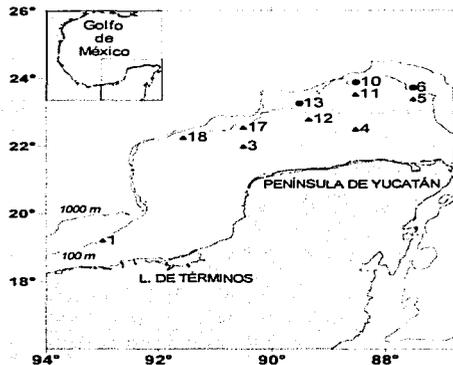


Fig. 16.- Distribución espacial de los grupos generados por el análisis de clasificación de conglomerados (▲ = grupo I, ● = grupo II).

#### ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

El análisis de componentes principales agrupa las variable significativas ( $> 0.70$ ) en factor 1 y factor 2 (Tabla 8). En la tabla 9 tenemos los valores propios (eigenvalores y/o eigenvectores), así como el porciento de la varianza total que explican el factor 1 y el factor 2.

Tabla 8.- Extracción de los componentes principales (c.f. = carga de factores (\*)  $> 0.70$ ).

VARIABLES	FACTOR 1	FACTOR 2
PROFUNDIDAD (m)	-0.9434 *	0.2470
TEMPERATURA (°C)	0.8926 *	-0.3697
SALINIDAD (ups)	0.9243 *	-0.0092
% M. O.	0.0738	0.8865 *
DENSIDAD (ind. m <sup>-2</sup> )	-0.3653	0.9027*
BIONASA (mg C. m <sup>-2</sup> )	-0.4299	0.8692*
% ARENAS	0.1263	-0.5417

Tabla 9.- Valores propios y porciento de la varianza total que explican el factor 1 y el factor 2.

FACTORES	VALOR PROPIO	% VARIANZA	
		TOTAL	ACUMULATIVA
1	4.1426	59.1808	59.1808
2	1.5861	22.6588	81.8396

Los factores 1 (profundidad, temperatura y salinidad), juegan el papel más importante en la estructura de las comunidades meiobenticas de la zona ya que la suma o el predominio de uno de estos factores tiene un efecto particular sobre cada una de las poblaciones que componen la comunidad, al afectar las tasas metabólicas y producir alteraciones en el comportamiento de los organismos dominantes (Klopper, 1959; Vernberg y Vernberg, 1978; Odum, 1982). Es por ello, que el valor arrojado por el análisis de componentes principales (Tablas 8 - 9) es congruente, y sugiere que estas variables (profundidad, temperatura y salinidad) tienen un efecto importante para la comunidad de la meiofauna en el área de estudio, ya que explican el 59.18 % de la varianza total de las variables (factor 1) (Fig. 17).

Schwinghamer (1981) sugiere que la estructura comunitaria del bentos estará definida por el tamaño de poro y grano de sedimento. Este autor indica que la meiofauna tenderá a tener mayores biomásas en aquellos sustratos donde el tamaño de poro sea mayor (arenas carbonatadas). En el presente estudio no fue posible corroborar la estrecha relación que existe entre la textura del sedimento y la distribución de los organismos tanto en su densidad como en su biomasa (Tabla 7). Guidi-Guilvard y Buscail (1995) reconocen que el tamaño de grano en el sedimento es uno de los factores importantes que afectan la abundancia de la meiofauna. Dado lo anterior se infiere que son un grupo de factores los que conjuntamente explican la densidad y la biomasa de la meiofauna (Montagna, 1991; Escobar *et al.*, 1997; Levin y Gage, 1998).

La distribución del alimento en el bentos juega un papel importante en la distribución de los organismos, determinando en gran parte la densidad de los mismos. Bader (1954) plantea que las densidades de los organismos aumentarán al incrementarse la materia orgánica en el sedimento. Tenore (1987) indica que las mayores biomásas de la infauna corresponden a sitios con mayor contenido de materia orgánica en el sedimento. Esto nos indica que efectivamente el contenido de materia orgánica en el sedimento, la densidad y la biomasa son factores importantes para explicar a la comunidad de la meiofauna en este estudio, lo cual se corrobora con el valor arrojado por el análisis de componentes principales (Tablas 8 - 9), donde el 22.65 % de varianza total es explicada por estas tres variables (factor 2). En la figura 17 se observa la estrecha asociación entre el contenido de materia orgánica en el sedimento, la densidad y la biomasa.

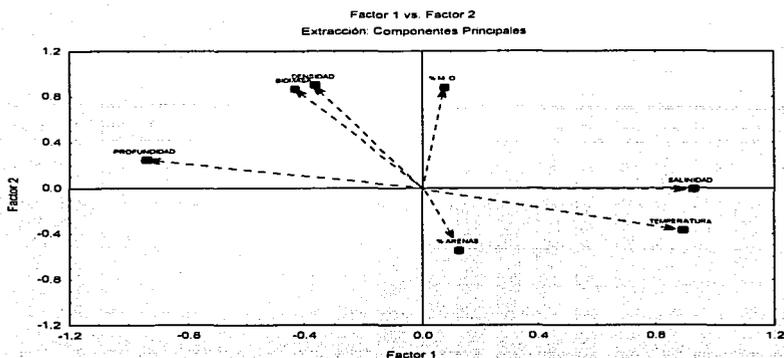


Fig. 17. Gráfico de intensidad y dirección de los valores propios (eigenvectores) de los componentes principales (factor 1 vs. factor 2).

Los valores de la cantidad de arenas, contenido de materia orgánica en sedimento, densidad y biomasa, deberían haber disminuido proporcionalmente conforme la profundidad y la distancia a la costa se incrementan, según lo citado por algunos autores (Gray, 1981; McIntyre, 1969; Rowe *et al.*, 1974; Parsons *et al.*, 1984; Gage y Tyler, 1991). En este estudio se aprecia una relación inversa entre los factores mencionados y el incremento de la profundidad, lo que podría estar dado por el complejo sistema de surgencia, el aporte de materia orgánica al bentos, así como por el origen calcáreo de la península de Yucatán y el transporte de sedimentos en la zona de muestreo. Dado lo anterior, se infiere que es la combinación de diversos factores asociados con el sedimento los que determinan la distribución de la densidad y la biomasa de la meiofauna (Escobar *et al.*, 1997; Levin y Gage, 1998).

La comparación de la densidad y biomasa con respecto a otros estudios resultan no ser válidas cuando se emplean diferentes métodos de muestreo y de procesamiento de las muestras (Pfannkuche, 1985), pero es necesario cuando se quiere tener una referencia de la magnitud de los valores que han sido obtenidos con respecto al trabajo de otros autores, en zonas similares o diferentes. Los valores de menor biomasa reconocidos en este estudio (Tabla 4), son muy similares a los reconocidos por Soto y Escobar (1995), y Escobar y Soto (1997) para el Golfo de

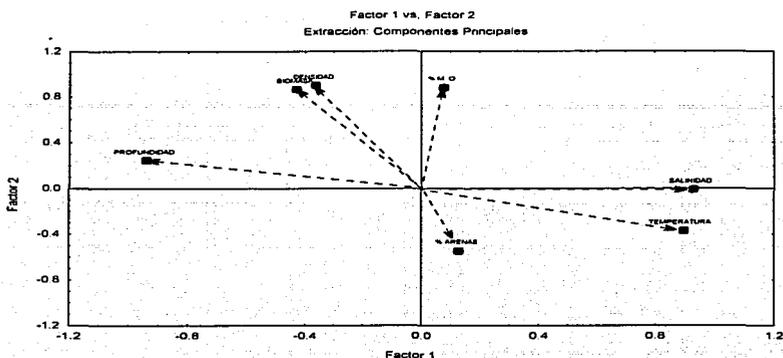


Fig. 17. Gráfico de intensidad y dirección de los valores propios (eigenvectores) de los componentes principales (factor 1 vs. factor 2).

Los valores de la cantidad de arenas, contenido de materia orgánica en sedimento, densidad y biomasa, deberían haber disminuido proporcionalmente conforme la profundidad y la distancia a la costa se incrementan, según lo citado por algunos autores (Gray, 1981; McIntyre, 1969; Rowe *et al.*, 1974; Parsons *et al.*, 1984, Gage y Tyler, 1991). En este estudio se aprecia una relación inversa entre los factores mencionados y el incremento de la profundidad, lo que podría estar dado por el complejo sistema de surgencia, el aporte de materia orgánica al bentos, así como por el origen calcáreo de la península de Yucatán y el transporte de sedimentos en la zona de muestreo. Dado lo anterior, se infiere que es la combinación de diversos factores asociados con el sedimento los que determinan la distribución de la densidad y la biomasa de la meiofauna (Escobar *et al.*, 1997; Levin y Gage, 1998).

La comparación de la densidad y biomasa con respecto a otros estudios resultan no ser válidas cuando se emplean diferentes métodos de muestreo y de procesamiento de las muestras (Pfannkuche, 1985), pero es necesario cuando se quiere tener una referencia de la magnitud de los valores que han sido obtenidos con respecto al trabajo de otros autores, en zonas similares o diferentes. Los valores de menor biomasa reconocidos en este estudio (Tabla 4), son muy similares a los reconocidos por Soto y Escobar (1995), y Escobar y Soto (1997) para el Golfo de

México (zona suroeste y oeste), a 150 y 80 m de profundidad respectivamente (Tabla 10). El valor más alto de biomasa reconocido por este estudio se asemeja a lo obtenido por Rowe *et al.* (1988), para la parte sur de Nueva Inglaterra a 116 m de profundidad (Tabla 10).

Las densidades registradas en este trabajo (Tabla 4), son en general mucho menores a las reportadas en la literatura (Alongi, 1987; Murrel y Fleeger, 1989; Palacin *et al.*, 1991; Alongi *et al.*, 1992; Westphalen, 1993; Guidi-Guilvard y Buscail, 1995) (Tabla 10), lo que podría estar dado por el método de muestreo y la estimación de la densidad, o bien por las características propias de la zona de estudio. Por otra parte, las relaciones tróficas juegan un papel decisivo en la regulación de las comunidades de la meiofauna. El impacto que ejercen los depredadores, como juveniles de peces, sobre los organismos del meio bentos, puede llegar a reducir de forma significativa la densidad y la biomasa de la meiofauna en lapsos de tiempo relativamente cortos (De Morais y Bodiou, 1984; Smith y Coull, 1987). El control trófico en la meiofauna se da en dos sentidos: de abajo hacia arriba controlado por la cantidad y calidad de materia orgánica y el forrajeo sobre las asociaciones bacterianas del sedimento y agua intersticial (Rieper, 1978); y de arriba hacia abajo, controlada por la depredación de los grupos de talla mayores en el bentos (Marinelli y Coull, 1987). Escobar *et al.* (1997) reconocen para la zona de estudio que los peces juveniles, la macrofauna y megafauna ejercen el control de arriba hacia abajo sobre la meiofauna. Este tipo de control se ha reconocido también en el suroeste del Golfo de México (Soto y Escobar, 1995), ejercido por la macroinfauna, los camarones peneidos y peces demersales.

Tabla 10.- Valores promedio de profundidad (m), densidad (ind. m<sup>-3</sup>) y biomasa (g C. m<sup>-2</sup>), para la meiofauna del Golfo de México y otras localidades del mundo.

Región	Área	Prof.	Densidad	Biomasa	Referencia
Golfo de México	Costa de Luisiana-Golfo Norte	11	1,913,666	s. d.	Murrel y Fleeger, 1989.
	Oeste	88	s. d.	0.42	Escobar y Soto, 1997*.
	Suroeste	150	s. d.	0.40	Soto y Escobar, 1995.
Mediterráneo	Península de Yucatán	38-251	13,486 - 50,286	0.42 - 1.6	Este trabajo.
	Noroeste	26	3,426,000	s. d.	Gudi-Guilvard y Buscaill, 1995.
Nueva Inglaterra	Noreste de España	4	704,100	s. d.	Palacin et al., 1991.
	Sur	116	s. d.	1.09	Rowe, et al., 1988.
Australia (Nueva Guinea)	Golfo de Papua	100	3,775,500	s. d.	Alongi et al., 1992.
	Noreste	1	1,407,000	s. d.	Alongi, 1987.
Bermuda	Castle Roads	13	1,119,000	s. d.	Westphalen, 1993.

s. d.- Sin dato (los datos omitidos en esta tabla, son debido a la ausencia de estos en las fuentes citadas).

\* Tomados y modificados de Escobar y Soto, 1997\*.

Prof.- Profundidad (m).

## CONCLUSIONES

- El tipo de sedimento, la calidad y cantidad de materia orgánica, así como la hidrodinámica de la región tienen un efecto directo sobre la comunidad meiobentónica, y se ve reflejada en el patrón de distribución de la densidad y la biomasa.
- Se identificaron siete grupos taxonómicos para las once localidades muestreadas, en un intervalo batimétrico que fue de 38 a 251 m, variando entre tres y siete el número de taxones por localidad.
- Se apreció un incremento en el número de taxa (de tres a cinco) entre la plataforma externa (117 a 131 m) y el reborde continental (201 a 251 m).
- Por su frecuencia, densidad y biomasa, los foraminíferos se caracterizaron como el taxon dominante, con un 100% de ocurrencia y 92.5 % de la densidad y 88 % de la biomasa total de la meiofauna.
- La densidad y biomasa mostraron un incremento de 13,486 a 50,286 ind. m<sup>-2</sup> y 4.27 a 16.76 mg C. m<sup>-2</sup> con respecto al aumento de la profundidad.
- La densidad y biomasa no mostraron un patrón definido con respecto al gradiente geográfico, registrando los valores más altos en la E-17 (plataforma externa) con 50,286 ind. m<sup>-2</sup> y 16.76 mg C. m<sup>-2</sup> respectivamente.
- La comunidad meiobentónica está determinada principalmente por la profundidad (c.f. = -0.94), temperatura (c.f. = 0.89) y salinidad (c.f. = 0.92) conforme se reconoce en el factor 1 del análisis de componentes principales, y seguidos por el contenido de materia orgánica en el sedimento (c.f. = 0.88), la densidad (c.f. = 0.90) y la biomasa (c.f. = 0.86) (factor 2).

- El componente de la surgencia de Yucatán, le confiere características favorables (enriquecimiento de materia orgánica) a la zona de estudio para el establecimiento de la meiofauna, donde el contenido de materia orgánica en el sedimento tiene una carga de factores significativa (c.f. = 0.88).
- Del análisis de clasificación de conglomerados se identificaron dos grupos, y se infiere que el arreglo hecho es con base al gradiente de profundidad y temperatura: Grupo I (E-3, E-4, E-12, E-11, E-5, E-18, E-17 y E-1): de 38 a 130 m de profundidad y 24 a 18 ° C de temperatura de fondo. Grupo II (E-13, E-6 y E-10) de 201 a 251 m de profundidad y de 15 a 12 ° C de temperatura de fondo.
- El análisis de componentes principales agrupó las variables significativas ( $> 0.70$ ) en factor 1 y factor 2, donde el factor 1 (prof., temp. y sal.) explica el 59.18 %, y el factor 2 (% m. o., densidad y biomasa) explica el 22.65 % de la varianza total de los datos.
- Las densidades registradas en este trabajo son mucho menores a las reconocidas en la literatura, lo que podría estar dado por el método de muestreo y estimación, o bien por las características propias de la zona de estudio.
- Los valores de menor biomasa reconocidos en este estudio son muy similares a los reconocidos para el Golfo de México (zona suroeste y oeste) en el estrato batimétrico de 150 y 180 m de profundidad respectivamente.

## LITERATURA CITADA

- Abuid-Hernández, A. H. 1995. El concepto de suficiencia taxonómica aplicado a comunidades bentónicas tropicales. Tesis de maestría. CINVESTA, Mérida. IPN. 300? p.
- Albertelli, G., Covazzi-Harriague, A., Danovaro, R., Fabiano, M., Fraschetti, S. y Pusceddu, A. 1999. Differential responses of bacteria, meiofauna and macrofauna in a shelf area (Ligurian Sea, NW Mediterranean): role of food availability. *Journal of Sea Research*, 42 (1): 11-26.
- Alongi, D. M. 1987. Intertidal zonation and seasonality of meiobenthos in tropical mangrove estuaries. *Marine Biology*, 95 (3): 447-458.
- Alongi, D. M. 1990. The ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. *Oceanography Marine Biology*, 28: 381-496.
- Alongi, D. M., Cristoffersen, P., Tirendi, F. y Robertson, A. I. 1992. The influence of freshwater and material export on sedimentary facies and benthic processes within the Fly Delta and Adjacent Gulf of Papua (Papua New Guinea). *Continental Shelf Research*, 12 (2-3), 287-326.
- Antoine, J. W. 1972. Structure of the Gulf of Mexico. In: Rezac, R. & V. J. Henry. (eds) *Contributions on the Geological and Geophysical Oceanography of the Gulf of Mexico*. Vol. 3 Texas A&M University, Oceanographic Studies, Gulf, Texas. 1-34 p.
- Bader, R. G. 1954. The role of organic matter in determining the distribution of pelecypods in marine sediments. *Journal of Marine Research*, 13: 32-47.

- Bedinger, C. A. 1981. Ecological investigations of petroleum production platforms in the central Gulf of Mexico. Vol. 1, part. 6. Pollutant fate and effects studies. Report to Bureau of Land Management. Southwest Res. Inst., San Antonio, Texas. No. AA551-CT8-17. 527 p.
- Bell, S. S. y Coull, B. C. 1978. Field evidence that shrimp predation regulates meiofauna. *Oecologia* (Berlin). 35: 141-148.
- Bessonov, N., O. González y A. Elizarov. 1971. Resultados de las investigaciones cubano-soviéticas en el Banco de Campeche. Departamento de hidroquímica de C. I. P., Cuba. 317-323 p.
- Britton, J. C. y B. Morton. 1989. Shore ecology of the Gulf of Mexico. Univ. of Texas Press. 387 p.
- Brusca, R. y Brusca, G. 1990. Invertebrates. Sinauer Assoc. Inc. Pub. Sunderland, M. A. 922 p.
- Campos-Castán, J. 1986. Características sedimentológicas y microfaunísticas de la plataforma y talud continental entre Veracruz y Frontera, Tabasco. *INV. OCEAN*, G-86, 03: 63-113.
- Castañeda, S. O. 1996. Contribución al conocimiento del macrobentos de la infauna del margen continental del Golfo de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Biología. UNAM. 85 p.
- Castillo, F. D. y Lambhead, P. J. 1990. Revision of the genus *Elzalia* Gerlach, 1957 (Nematoda: Xyalidae), including three new species from an oil producing zone in the Gulf of Mexico, with a discussion of sibling species problem. *Bulletin Britain Museum Natural History (Zoology)*, 56: 63-71.

- Chitwood, B. C. y Timm, R. W. 1954. Free living nematodes of the Gulf of Mexico. In: R. J. Livingston (ed), *Ecological Processes in Coastal and Marine Ecosystem*. Plenum, New York. 313-316.
- Cifuentes-Lemus, J. L., P. Torres-García y M. Frías-Mondragón, 1987. El océano y sus recursos VI. Bentos y necton. Fondo de Cultura Económica, México: 168 p.
- Cochrane, J.D. 1966. The Yucatan Current upwelling off Northeastern Yucatan, and currents and waters of Western Equatorial Atlantic. *Oceanography of the Gulf of Mexico*. Prog. Prep. TAMU. Ref. No. 66-23T: 14-32.
- Cognetti-Varriale, A. M. y R. Zunarelli-Vandini, 1978. Distribucion des polychaètes sur les fonds meubles infralittoraux du Molise (Adriatique). *Cahiers de Biologie Marine Tome XIX*: 37-45.
- Contreras, F. 1985. Las lagunas costeras mexicanas. CeCoDes-Sría. de Pesca, México D. F. 119-158 p.
- De Morais, L. T. y Bodiou J. Y. 1984. Predation on meiofauna by juvenile fish in a western mediterranean flatfish nursery ground. *Marine Biology*, 82 (2): 209-215.
- De la Lanza, E. G. 1991. *Oceanografía de los mares mexicanos*. A. G. T. Editor, S. A. México, D. F. 3-111 p.
- Escobar, E. y Soto, L. A. 1997. Continental shelf benthic biomass in the western Gulf of Mexico. *Continental Shelf Research*, 17 (6): 585-604.
- Escobar, E., López M., Soto L. y Signoret M. 1997. Density and biomass of the meiofauna of upper continental slope in two regions of the Gulf of México. *Ciencias Marinas*. 23 (4): 463-489.

- Espino, E., T. Ramos, F. Reisman, L. Solís y J. Fautsch, 1978. Estudio preliminar de los productos primarios microfítobéntonicos en sedimentos limo-arenosos en la Laguna de Términos. Campeche. Reporte Técnico, 66 p.
- Falcón, A. L. 1998. Consumo de oxígeno y biomasa de la infauna del ambiente de la plataforma continental del suroeste del Golfo de México y Península de Yucatán. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Biología. UNAM. 78 p.
- Folk, R. P. 1968. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill's. Austin, 182 p.
- Gage, D. J. y Tyler, P. A. 1991. Deep sea biology: a natural history of organisms in the deep sea floor. Cambridge University Press. 504 p.
- Gerlach, S. A. 1978. Food-chain relationships in subtidal silty sandy marine sediments and the role of meiofauna in simulating bacterial productivity. *Oceanologia (Berlin)*, 33: 55-69.
- Guttleson, D. A. 1976. An ecological study of the benthic meiofauna and macroinfauna of a soft bottom area on the Texas outer continental Shelf. Texas A & M. Ph. D. Thesis. 256 p.
- Giere, O. 1993. Meiobenthology: The microscopic fauna in aquatic sediments. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany. 328 p.
- Gío-Argáez, R. y M. L. Machain-Castillo. 1996. Contribución al conocimiento de los ostrácodos (Crustacea) del Sur del Golfo de México. *Rev. de la Real Sociedad Española de Hist. Nat.* Tomo Extraordinario. Madrid, España: 163-165.
- Gray, J. S. 1981. The ecology of marine sediments. An introduction to the structure and function of benthic communities. Cambridge University Press (Eds.). 185 p.

- Guidi-Guilvard, L. y R. Buscail, 1995. Seasonal survey of metazoan meiofauna of surface sediment organics in a non-tidal turbulent sublittoral prodelta (northwestern Mediterranean). *Continental Shelf Research*, 15 (6): 633-653.
- Gutiérrez, D., Gallardo, A. V., Mayor, S., Neira, C., Vásquez, C., Sellanes, J., Rivas, M., Soto, A., Carrasco, F. y Baltasar, M. 2000. Effects of dissolved oxygen and fresh organic matter on the bioturbation potential of macrofauna in sublittoral sediments off Central Chile during the 1997/1998 El Niño. *Marine Ecology. Progress Series*, 202: 81-99.
- Hair, F. J., Anderson, E. R., Tatham, L. R. y Black, C. W. 1995. *Multivariate data analysis*. Fourth Edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 364-402 p.
- Harper, D. E., McKinney, L. D., Salzer, R. R. y Case, R. J. 1981. The occurrence of hypoxic bottom water off the upper Texas coast and its effects on the benthic biota. *Contributions in Marine Science*, 24: 53-79.
- Heip, C. 1980. Meiobenthos as a tool in the assessment of marine environmental quality. *Rapports pour V Réunion du Conseil International pour l' Exploration sur Mer*, 179: 182-187.
- Herman, P. M. J. y Heip, C. 1985. Secondary production of the Harpacticoid copepod *Paronychocamptus nanus* in a brackish-water habitat. *Limnology and Oceanography*, 30: 1060-1066.
- Herman, P. M. J., Heip, C. y Guillemijn, B. 1984a. Production of *Tachidius discipes* (Copepoda: Harpacticoida). *Marine Ecology. Progress Series*, 17: 271-278.
- Herman, P. M. J., Vranken, G. y Heip, C. 1984b. Problems in meiofauna energy-flow studies. *Hydrobiologia*, 118: 21-28.

- Herrera, A. M. y Sánchez, J. 1982. Características de la meiofauna bentónica en la bahía de Cienfuegos y algunos aspectos de su ecología. *Ciencias Biológicas*, 7: 13-32.
- Holme, A. N. y McIntyre, D. A. 1971. *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications Oxford and Edinburgh. 324 p.
- Hopper, B. E. 1967a. Free-living marine nematodes from Biscayne Bay, Florida. I. Comesomatidae: The male of *Laimella longicaudata* Cobb, 1920 and description of *Actarjania*, new genus. *Marine Biology*, 1: 140-144.
- Hopper, B. E. 1967b. Free-living marine nematodes from Biscayne Bay, Florida. II. Oncholaimidae: description of five new species and a new genus (*Mayersia*). *Marine Biology*, 1: 145-151.
- Hullings, N. C. y J. S. Gray. 1976. Physical factors controlling abundance of meiofauna on tidal and tidal beaches. *Marine Biology*, 34: 7-83.
- Keppner, E. J. 1986. New species of free-living marine nematodes (Nematoda: Enoplida) from Bay County, Florida, USA. *Transactions of the American Microscopical Society*, 105: 319-337.
- Keppner, E. J. 1987a. Observations on three known free-living marine nematodes of the family Ironidae (Nematoda: Enoplida) and description of *Thalassironus lynnae*, n. sp. from northwestern Florida. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 100 (4): 1023-1035.
- Keppner, E. J. 1987b. Five new species and one known species of free-living marine nematodes of the family Oncholaimidae (Nematoda: Enoplida) from two estuaries in northwestern Florida, USA. *Transactions of the American Microscopical Society*, 107: 79-95.

- Keppner, E. J. 1988. Six new species of free-living marine nematodes from two estuaries in northwestern Florida, USA. *Transactions of the American Microscopical Society*, 107: 79-95.
- Klopfer, P. H. 1959. Environmental determinants of faunal diversity. *American Nature*, 93 (873): 337-342.
- Laserre, P. 1979. Ecology of marine meiobenthos. In: Mem. Seminario sobre ecología bentónica y sedimentación de la plataforma continental del Atlántico Sur, UNESCO (Montevideo, 9-12 mayo), pp. 269-275.
- Levin, L. A. y J. D. Gage. 1998. Relationships between oxygen, organic matter and the diversity of bathyal macrofauna. *Deep-Sea Research*, II 45: 129-163.
- Margalef, R. 1974. *Ecología*. Ed. Omega. Barcelona. 951 p.
- Marinelli, R. L. y Coull, B. C. 1987. Structural complexity and juvenile fish predation on meiobenthos: An experimental approach. *Journal Experimental of Marine Biology and Ecology*, 108: 67-81.
- Maya, E. 1992. Análisis de la distribución y la abundancia de la meiofauna e infauna de la plataforma continental de la región noroeste del Golfo de México. Informe de servicio social de licenciatura en biología. UAM-Xochimilco, México, D.F., 28 p.
- Merino, M. 1992. Afloramiento en la Plataforma de Yucatán: Estructura y fertilización. Tesis doctoral. UACPyP-CCH. UNAM. México. 251 p.
- Merino, M. 1997. Upwelling on the Yucatan Shelf: Hydrographic evidence. *Journal of Marine Systems*, 13: 101-121.

- McIntyre, A. D. 1969. Ecology of marine meiobenthos. *Biology Reviews*, 44: 245-290.
- Miranda, L. A. 1993. Estudio de las comunidades de poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma continental externa del sur del Golfo de México. Tesis de licenciatura, Fac. de Cienc. UNAM. México D. F. 448 p.
- Monreal-Gómez, A. y D. A. Salas de León. 1997. Circulación y estructura termohalina del Golfo de México. En M. F. Lavín (ed). *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*, Monografía No. 3. In. *Geofísica de México*, pp. 183-199.
- Montagna, P. A., Bauer, J. E., Prieto, M. C., Hardin, D. y Spies, R. B. 1986. Benthic metabolism in natural coastal petroleum seep. *Marine Ecology Progress Series*, 34: 31-40.
- Montagna, P. A. 1991. Meiobenthic communities of the Santa Maria Basin on the California continental shelf. *Continental Shelf Research*, 11 (11): 1355-1378.
- Muñiz, I. C. 2001. Variación de la estructura comunitaria de la infauna macrobéntica en el gradiente batimétrico del sector occidental del escarpe de Campeche, suroeste del Golfo de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Biología. UNAM. 79 p.
- Murrel, C. M. y J. W. Fleeger, 1989. Meiofauna abundance on the Gulf of Mexico continental shelf affected by hypoxia. *Continental Shelf Research*, 9 (12): 1049-1062.
- Navarrete, A. J. 1993. Distribución, abundancia y diversidad de los nemátodos bénticos de la Sonda de Campeche, México. *Review Biology Tropic*, 41: 57-63.
- Newton, A. y Rowe, G. T. 1995. The abundance of benthic calcareous foraminifera and other meiofauna at a time series station in the Northeast Water Polynya, Greenland. *Journal of Geophysical Research*, 100: 4423-4438.

- Odum, P. E. 1982. *Ecología*. Ed. Interamericana, México. 636 p.
- Palacín, C., D. Martín y J. M. Gili, 1991. Features of spatial distribution of benthic infauna in a Mediterranean Shallow-water bay. *Marine Biology*, 110 (2): 315-321.
- Parsons, T. R., M. Takahashi y B. Hargrave, 1984. *Biological oceanographic processes*. Pergamon Press, Oxford (3ra. edition), 322 p.
- Pfannkuche, O. 1985. The deep-sea meiofauna of the Porcupine Seabight and abyssal plain (NE Atlantic): population structure, distribution, standing stocks. *Oceanologica Acta*, 8: 343-353.
- Pielou, E. C. 1984. *The interpretation of ecological data. A primer on classification and ordination*. Wiley-Interscience, 13-82 p.
- Piñero, R., Giménez, E., Moreno, V., Burgos, R. y Betanzos, A. 2001. Características térmicas del Banco de Campeche. INP-SAGARPA. México. *Ciencia Pesquera*, 15: 83-87.
- Poag, C. N. 1981. *Ecological atlas of benthic foraminifera of the Gulf of Mexico*. Marine Science International. Woods Hole Massachussets, USA 1-16 p.
- Powell, E. N., Bright, T. J., Woods, A. y Gittings, S. 1983. Meiofauna and the Thiobios in the East Flower Gardens brine seep. *Marine Biology*, 73: 269-283.
- Radziejewska, T. 1984. Meiofauna communities in organically enriched estuarine environments. *Limnologica (Berlin)*, 15: 425-427.
- Radziejewska, T. y Drzycimski, I. 1988. Meiobenthic communities on the Szczecin lagoon. *Kieler Meeresforschung Sonder heft*, 6: 162:172.

- Reish, D. J. 1959. An ecological study of pollution in Los Angeles. Long Beach har-bors. California. Allan Hancock Foundation. Publication Occasional papers, 22: 1-19.
- Richardson, D. M. y Young, K. D. 1987. Abyssal benthos of the Venezuela Basin, Caribbean Sea: standing stock considerations. *Deep Sea Research*, 34 (2): 145-164.
- Rieper, M. 1978. Bacteria as food for marine harpacticoid copepods. *Marine Biology*, 45: 337-345.
- Rodríguez, L. V. 1993. Los poliquetos de la plataforma continental interna del sur del Golfo de México. Abundancia, distribución y diversidad. Tesis de licenciatura. Fac. de Cienc. UNAM., México, D. F., 156 p.
- Rosales-Hoz, M. T. L. 1980. Manual de laboratorio de oceanografía química. UNAM, México. ICMyL. PNUD-UNESCO, proyecto 77/010. 203 p.
- Rowe, G. T. 1983. Biomass and production of the deep-sea benthos. In: *The Sea* G. T. Rowe (Ed.) N.Y. Wiley-Interscience. Vol. 8, 560 p.
- Rowe, G. T. y Menzel, D. W. 1971. Quantitative benthic samples from the deep Gulf of Mexico with some comments on the measurements of deep sea biomass. *Bulletin of Marine Science*, 21: (2): 556-566.
- Rowe, G. T., P. T. Polloni y S. G. Horner. 1974. Benthic biomass estimates from the northwestern Atlantic ocean and the northern Gulf of Mexico. *Deep-Sea Research*, 21: 610-650.
- Rowe, G. T., R. Theroux, W. Phoel, H. Quinby, R. Wilke, D. Koschoreck, T. Whitledge, P. Falkoswsky y C. Fray, 1988. Benthic carbon budget for the continental shelf south of New England. *Continental Shelf Research*, 8 (5-7): 511-527.

- Saulwood, L. y J. W. Morse, 1991. Sulfate reduction and iron sulfide mineral formation in Gulf of Mexico anoxic sediments. *American Science*, 291: 55-89.
- Schwinghamer, P. 1981. Characteristic size distributions of integral benthic communities. *Journal of Fishery Aquatic Science*, 38: 1255-1263.
- Sevilla, M. L. 1997. Introducción a la ecología marina. Ed. Instituto Politécnico Nacional. México. 43-49 p.
- Smith, D. L. y Coull, B. C. 1987. Juvenili spot (Pisces) and grass shrimp predation on meiobenthos in muddy and sandy substrata. *Journal of Experimental Marine Ecology*, 105 (2): 123-136.
- Smith, K. L. Jr., G. T. Rowe y Ch. H. Clifford, 1974. Sediment oxygen demand in an outwelling and upwelling area. *Tethys* 6 (1-2): 223-230.
- Solís, V., Rodríguez-Villanueva, L. V., Granados, A., Ochoa, V., Miranda, L. y Hernández, P. 1994. Annelid polychaete populations of the order Eunicida from the southern Gulf of Mexico. In: J.D. Davin, L., Laubier and D.J. Reish (eds.). *Actes de la 4<sup>ème</sup> Conference Internationale des Polychaetes, Memoires du Museum National D' Histoire Naturelle*, 162: 559-566.
- Solís, V., Rodríguez-Villanueva, L. V., Granados, A., Ochoa, V., Miranda, L. y Hernández, P. 1995. The Lumbrineridae of the continental shelf in Mexican portion of the Gulf of Mexico. *Mitteilungen Hamburg Zoologisches Institut und Museum*, 92: 61-75.
- Soltwedel, T. 2000. Metazoan meiobenthos along continental margins: a review. *Progress In Oceanography*, 46 (1): 59-84.

- Soto, L. A. y E. Escobar, 1995. Coupling Mechanisms related to benthic production in the southwestern Gulf of Mexico. EMBS Greece. Olsen & Olsen. International Symposium Series, 233-242.
- Steel, R. G. y Torrie, J. H. 1998. Bioestadística: principios y procedimientos. Segunda edición. Ed. McGraw-Hill. México. 307-318 p.
- Stetson, J. L. y Trask, P. D. 1953. The sediments of the western Gulf of Mexico. Part II. Chemical studies of the western Gulf of Mexico. American Association Petroleum Geophysics. Tulsa, Oklahoma. 566 p.
- Tenore, K. 1987. Nitrogen in benthic food chains. In. Nitrogen cycling in coastal marine environments. T. Blackburn and J. Sorensen (eds). Wiley, New York.
- Vázquez de la Cerda, A. M. 1987. Estudio de las corrientes y masas de agua en el Golfo de México en los últimos 50 años. Mem. Simp. Ocean. Sría. De Marina. Dirección General de Oceanografía. México, 22 p.
- Vegas, M. V. 1971. Introducción a la ecología del bentos marino. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. 98 p.
- Vernberg, F. J. y W. B. Vernberg, 1978. Adaptations to extreme environments. In: Vernberg, F. J. (Ed.) Physiological Ecology of Estuarine Organisms. The Belle W. Baruch library in Marine Science No. 3. Columbia. South Carolina: 165-180.
- Wayne, W. D. 1997. Bioestadística. Tercera edición. Ed. Limusa. México. 453-492 p.
- Webb, G. D. y Montagna, A. P. 1993. Reproductive patterns in meiobenthic Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) of the California continental shelf (Santa Maria Basin). Continental Shelf Research, 13 (7): 723-739.

Westphalen, D. 1993. Stromatolitoid microbial nodules from Bermuda a spatial microhabitat for meiofauna. *Marine Biology*, 117 (1): 145-157.

Yingst, J. Y. y Rhoads, D. C. 1985. The structure of soft-bottom benthic communities in the vicinity of the Texas Flower Garden Banks, Gulf of Mexico. *Estuarine of Coastal shelf Science*, 20: 569-592.