

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE GEOLOGIA

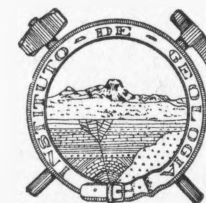
DIRECTOR: ING. GUILLERMO P. SALAS

BOLETIN NUMERO 67, PARTE 1.

BATIMETRIA, SALINIDAD, TEMPERATURA Y DISTRIBUCION
DE LOS SEDIMENTOS RECIENTES DE LA LAGUNA DE
TERMINOS, CAMPECHE, MEXICO

TRABAJO REALIZADO CON LA APORTACION ECONOMICA
NSF-19105 DE LA NATIONAL SCIENCE FOUNDATION
DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.

POR
AMADO YAÑEZ C.



MEXICO, D. F.
1963

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

RECTOR:

Dr. Ignacio Chávez

SECRETARIO GENERAL:

Dr. Roberto L. Mantilla Molina

COORDINADOR DE LA
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA:

Dr. Ignacio González Guzmán

INSTITUTO DE GEOLOGIA

Ciudad Universitaria

México 20, D. F.

DIRECTOR:

Ing. Guillermo P. Salas

SECRETARIA:

Ma. Guadalupe Sáenz A.

NÚMERO EDITADO POR:

Agustín Ayala-Castañares

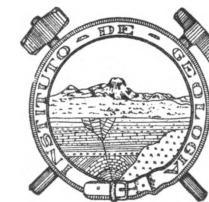
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE GEOLOGIA
DIRECTOR: ING. GUILLERMO P. SALAS

BOLETIN NUMERO 67, PARTE 1.

**BATIMETRIA, SALINIDAD, TEMPERATURA Y DISTRIBUCION
DE LOS SEDIMENTOS RECIENTES DE LA LAGUNA DE
TERMINOS, CAMPECHE, MEXICO**

TRABAJO REALIZADO CON LA APORTACION ECONOMICA
NSF-19105 DE LA NATIONAL SCIENCE FOUNDATION
DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.

POR
AMADO YANEZ C.



MEXICO, D. F.

1963

INDICE GENERAL DEL
BOLETIN NUMERO 67

- PARTE 1.**—Batimetría, salinidad, temperatura y distribución de los sedimentos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Por Amado Yáñez C., 47 p., 17 figs.*
- PARTE 2.**—Sistemática y distribución de los géneros de diatomeas de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Por Angel Silva-Bárcenas, 31 p., 12 figs.*
- PARTE 3.**—Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Por Agustín Ayala-Castañares, 130 p., 60 figs., 11 láms.*
- PARTE 4.**—Sistemática y distribución de los micromoluscos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Por Antonio García-Cubas Jr., 55 p., 24 figs., 4 láms.*

CONTENIDO

	Pág.
PROLOGO	IX
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA	4
Fisiografía General	5
Hidrografía	5
METODOS DE TRABAJO Y EQUIPO DE CAMPO	6
Batimetría de la Laguna	6
Localización de las estaciones de observación y muestreo	9
Rutina de trabajo en cada estación	9
METODOS DE ESTUDIO Y TRABAJOS DE LABORATORIO	13
Consideraciones generales	13
Análisis del tamaño de los granos	13
Teoría del tratamiento preliminar	15
Métodos usados en el tratamiento preliminar	16
Representación gráfica de los datos obtenidos en el análisis	16
Parámetros estadísticos usados	19
Nomenclatura de los sedimentos de acuerdo con el tamaño de las partículas	24
Análisis de la fracción gruesa bajo el microscopio	26
Análisis mineral	28
Análisis de la arcilla mineral	29
Análisis químico	29
LITOLOGIA GENERAL DE LAS UNIDADES DE LOS SEDIMENTOS RECIENTES	32
Sedimentos de los estuarios	33
Sedimentos de la isla o barra de arena	34
Fuentes de los sedimentos	34
Agentes de distribución de los sedimentos	35
Salinidad y temperatura del agua	39
DISTINCION DE LOS AMBIENTES SEDIMENTARIOS	39
CONCLUSIONES	44
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	46
ILUSTRACIONES	
Fig. 1. Mapa de localización de la Laguna de Términos, Campeche	4
Fig. 2. Secciones de eco-sonda y su localización	7
Fig. 3. Topografía del fondo, intervalo entre curvas, una braza	8
Fig. 4. Localización de las estaciones de observación y muestreo	10
Fig. 5. Diagrama del tubo nucleador de Lankford	12
Fig. 6. Distribución generalizada de la temperatura de agua en la superficie en grados centígrados. (marzo-abril de 1959)	14
Fig. 7. Curvas granulométricas de los sedimentos	18
Fig. 8. Relación de parámetros	24
Fig. 9. Distribución geográfica de los sedimentos tipo	25

	Pág.
Fig. 10. Triángulo de nomenclatura basado en el porcentaje arena-limo-arcilla	26
Fig. 11. Distribución geográfica de los sedimentos, basada en el contenido arena-limo-arcilla	27
Fig. 12. Curvas de análisis térmico diferencial	30
Fig. 13. Distribución del contenido en porcentaje de CaCO_3 de los sedimentos	31
Fig. 14. Ilustración de la acción de las corrientes de flujo y reflujo	36
Fig. 15. Distribución generalizada de la salinidad total del agua en la superficie, en partes por mil (marzo-abril de 1959)	37
Fig. 16. Distribución generalizada de la salinidad total del agua en el fondo, en partes por mil (marzo-abril de 1959)	38
Fig. 17. Distribución de los ambientes de depósito y áreas que presentan condiciones específicas de sedimentación	40

PROLOGO

Durante la vigésima sesión del Congreso Geológico Internacional, celebrada en la ciudad de México, en 1956, el suscrito fue invitado, en su calidad de Director del Instituto de Geología, a visitar un barco, propiedad de la Institución Scripps de Oceanografía, de la Universidad de California, que atracó en el puerto de Acapulco.

En esa visita estableció relaciones con varios científicos, cambiando impresiones con ellos, de donde le surgió un profundo interés por la Oceanografía y Geología Marina. Dicho interés se acrecentó con la lectura de publicaciones sobre estudios de esas especialidades, percatándose de la inminente necesidad de iniciar investigaciones en esas disciplinas, de primordial importancia para el desarrollo científico-técnico del país, abriéndose para la Dirección del Instituto nuevos horizontes de investigación científica original, que vinieron a llenar el hueco creado por la falta de estudios sedimentológicos, geoquímicos y oceanográficos dentro del Instituto.

En el mes de julio de 1958, el suscrito tuvo oportunidad de visitar la Institución Scripps de Oceanografía, invitado para hablar ante un grupo de sus investigadores, sobre los recursos naturales no renovables de México.

Con estos antecedentes y consciente de la necesidad de preparar debidamente a su personal en Oceanografía y Geología Marina, el Instituto de Geología celebró un convenio de asistencia mutua y cooperación, con el Dr. Roger Revelle, en esa época Director de la Institución Scripps. Mediante ese convenio fue posible que algunos de los científicos del Instituto visitaran la citada Institución, permaneciendo durante algún tiempo en íntimo contacto con sus investigadores, aprendiendo los métodos de trabajo más avanzados en esas ciencias. Con el mismo fin, se envió personal a cruceros oceanográficos y exploraciones en los litorales mexicanos o en el extranjero.

Se hicieron convenios similares con el Instituto de Ciencias Marinas de la Universidad de Texas y con el Colegio de Agricultura y Mecánica de Texas, para efectuar estudios oceanográficos en el Golfo de México. En ellos participó el Dr. F. Bonet, representando al Instituto de Geología. Los resultados de los estudios han sido publicados en parte por revistas extranjeras y en un futuro próximo se publicarán en esta serie el estudio del Dr. F. Bonet sobre un pozo perforado por el Instituto de Geología en la Isla Pérez del Arrecife Alacranes y el estudio de la Sistemática y distribución de los foraminíferos del mismo arrecife, por el Biól. A. Ayala-Castañares, en colaboración con la Biól. C. González.

El primer proyecto autónomo del Instituto de Geología, iniciado en el año de 1959, lo constituye el estudio geológico marino y terrestre de la Laguna de Términos en el Estado de Campeche. El trabajo de campo lo realizó el Ing.

**BATIMETRIA, SALINIDAD, TEMPERATURA Y DISTRIBUCION
DE LOS SEDIMENTOS RECIENTES DE LA LAGUNA
DE TERMINOS, CAMPECHE, MEXICO.***

AMADO YÁÑEZ**

RESUMEN

En este trabajo se presenta un estudio de sedimentos recientes bajo un punto de vista ambiental y aun cuando, un ambiente lagunar marginal o de albufera clásico como el de la Laguna de Términos, tiende hacia la formación de un tipo determinado de depósito, se ha encontrado que las características de los sedimentos varían localmente de acuerdo con las variaciones de las condiciones del medio.

Debido a la diversidad de condiciones ambientales que presenta la Laguna de Términos, el proceso sedimentario actual constituye una unidad muy compleja, a la cual es muy difícil analizar considerando por separado a cada uno de los distintos factores que toman parte, por lo que fue necesario obtener la mayor información posible acerca de los agentes geológicos, factores ecológicos y procesos orgánicos e inorgánicos y hacer una completa interrelación de éstos para poder analizar y conocer con mayor veracidad dicho proceso sedimentario.

Particularmente, parece ser que los principales factores que controlan el depósito de los sedimentos, son las corrientes producidas por las mareas que mueven grandes volúmenes de agua hacia adentro y hacia afuera por los canales o pasos, de mar abierto a la laguna, la descarga de agua de los ríos que producen un efecto selectivo sobre los materiales sedimentarios del fondo, la dirección e intensidad de los vientos predominantes que reclasifican los materiales sedimentarios al transportarlos de la barra de arena o Isla del Carmen al interior de la Laguna, la morfología y la situación geográfica del área que favorecen la interacción de un complejo sistema de agentes geológicos de transporte y sedimentación.

La fuente de los sedimentos que actualmente se están depositando, citados en orden de importancia cuantitativa decreciente, la constituyen los ríos (en el mismo orden, el Candelaria, el Palizada, el Chompín y el río del Este), el canal de Paso Real, el volumen resultante del proceso orgánico y finalmente el del proceso inorgánico. La intensidad e interacción de los factores seleccionando y controlando el proceso sedimentario en determinadas áreas de la Laguna, se manifiesta principalmente por la variación del tamaño de las partículas, su grado de clasificación, la variación en el contenido de CaCO_3 y en la abundancia relativa con que se distribuyen los principales constituyentes de los sedimentos.

Como resultado de este estudio, se propone una limitación del ambiente lagunar marginal clásico, en tres ambientes de depósito, también se hace la limitación de las áreas que presentan condiciones específicas de depósito dentro de la Laguna.

* Trabajo presentado en parte como tesis para optar al título profesional de Ingeniero Geólogo en la E.S.I.A., del Instituto Politécnico Nacional.

** Investigador Adjunto de Tiempo Completo. Instituto de Geología. Universidad Nacional Autónoma de México.

En el presente trabajo, se discuten únicamente las características de los sedimentos superficiales, dejando para un trabajo futuro la discusión de la fase tridimensional de la cual se espera obtener suficiente información para efectuar una veraz interpretación del resultado del proceso de sedimentación actual, mediante el estudio de la estratigrafía de los sedimentos parcialmente o no consolidados y buscar al mismo tiempo mayor información en que basar la discusión de la formación y desarrollo de la costa o historia geológica del área en estudio.

INTRODUCCION

Esta investigación forma parte de un programa que comprende además el estudio detallado de la fracción de origen orgánico de la cual se publican las diatomeas (Silva-Bárcenas, 1963), Foraminíferos (Ayala-Castañares, 1963) y micromoluscos (García-Cubas, 1963).

Es obvio que el conocimiento de los atributos físicos y biológicos del medio, es fundamental en la organización de los materiales sedimentarios. Además, al conocer la relación que existe entre la distribución tanto lateral como vertical de los sedimentos con los principales factores ecológicos del medio, podemos muchas veces correlacionar los factores ecológicos con las biofacies.

Este trabajo tiene varios objetivos, uno de ellos, describir con el mayor detalle posible el área que ocupa la laguna. Otro, conocer el comportamiento de los materiales sedimentarios en relación con los agentes geológicos de transporte y sedimentación.

Otro objeto, es tratar de obtener una clara idea acerca de las condiciones generales de los distintos ambientes, bajo las cuales se están depositando los sedimentos recientes de aguas marinas poco profundas y su relación con la ecología de la flora y la fauna que en ellos vive, crece y muere y cuyos restos al depositarse forman parte del sedimento.

Un objetivo más ambicioso, es tratar de conocer las distintas manifestaciones de los eventos geológicos en este medio, con interés de figurar el desarrollo histórico que dio lugar a la formación de las lagunas del Golfo de México.

Un objetivo tan ambicioso como el anterior, viene a serlo, el obtener mediante el estudio y conocimiento de los procesos de formación y depósito de los sedimentos en todos y cada uno de los diferentes ambientes de depósito actuales, un criterio más amplio para comprender mejor los eventos que dieron lugar a las formaciones sedimentarias depositadas en ambientes equivalentes.

Por otra parte, la información de esta naturaleza es fundamental en la limitación de cuencas sedimentarias, en la elaboración de mapas paleogeográficos y en el estudio de paleofacies, para tratar de figurar el ambiente bajo el cual se depositaron los sedimentos que constituyen las rocas sedimentarias, especialmente las formaciones productoras de hidrocarburos.

Estos estudios resuelven también, indirectamente, gran cantidad de problemas entre los cuales se pueden citar: los que interesan a la industria de la pesca, a la prevención de la erosión de las costas y a su saneamiento, a la navegación, a las construcciones marítimas, a las perforaciones de la plataforma continental en busca de petróleo, gas y minerales, al desarrollo de las ciencias

afines tales como la Física, Química, Biología, etc., y a muchas otras actividades.

Por los diferentes aspectos que presenta este trabajo, fue necesario conforme se fue desarrollando ir aprendiendo técnicas, métodos de estudio, diseñando aparatos y montando laboratorios; por lo que es difícil precisar el tiempo exacto de su duración, sin embargo particularizando, los trabajos de campo dentro de la laguna, tuvieron una duración de cuatro meses, comprendidos de febrero a mayo de 1959.

En la organización y preparación de los datos y materiales obtenidos se emplearon dos meses más.

Posteriormente el autor tuvo la oportunidad de trabajar en la Institución Scripps de Oceanografía, en La Jolla, California, aprendiendo objetivamente técnicas y métodos de estudio de sedimentos empleados en esa Institución durante el resto del año de 1959.

Durante los primeros tres meses de 1960 se montó el laboratorio de Sedimentología en el Instituto de Geología semejante al de la Institución Scripps, efectuándose durante el resto del año, los diferentes análisis (granulométricos, microscópicos y petrográficos), control estadístico y presentación gráfica de los resultados.

Agradecimientos.—Debido a que un trabajo como el presente es resultado de una gran colaboración, el autor desea expresar en estas líneas su gratitud a todas aquellas personas que en una forma u otra, han contribuido a su realización.

En primer término, se agradece al ingeniero Guillermo P. Salas, director del Instituto de Geología, su entusiasta y constante ayuda, facilitando el desarrollo de este trabajo.

A los investigadores de la Institución Scripps de Oceanografía: F. B. Phleger, quien hizo las gestiones necesarias para que la Universidad de California proporcionara al Instituto de Geología parte del equipo empleado en el trabajo de campo, además de impartir al autor muchos de sus conocimientos y experiencias. J. R. Curray por sus indicaciones, tanto en el trabajo de campo como en la organización de los materiales sedimentarios. K. Franklin y S. Hoffman por su amable ayuda en el aprendizaje de la rutina del laboratorio de sedimentología. T. J. H. Van Andel y R. L. Folk por sus indicaciones en petrología sedimentaria.

En la misma forma se agradece a los investigadores del Instituto de Geología: E. Schmitter, A. Ayala-Castañares y F. Bonet, que han contribuido a la revisión del texto, sugiriendo cambios y mejoras.

Al personal del Departamento de Dibujo, por su contribución en la elaboración de los planos. A E. Schroeder, encargada de hacer las "titulaciones" de las muestras de agua. A G. Velázquez, por su colaboración al efectuar los análisis del por ciento de CaCO_3 y granulométrico de las muestras.

No puede el autor dejar de mencionar la desinteresada ayuda de J. García Sánchez, Presidente Municipal de Ciudad del Carmen, Campeche, quien proporcionó toda clase de facilidades para llevar a feliz término los trabajos de campo, así como gasolina para la lancha. Finalmente, se agradece a la National

Science Foundation por su ayuda económica, sin la cual no hubiera podido realizarse esta investigación.

LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA

La Laguna de Términos es una clásica laguna marginal, separada del mar abierto por una barra de arena (Isla del Carmen) que a su vez está separada del continente por dos entradas o pasos de mar abierto a la laguna, los cuales son el canal del Carmen y el canal de Paso Real (Fig. 1).

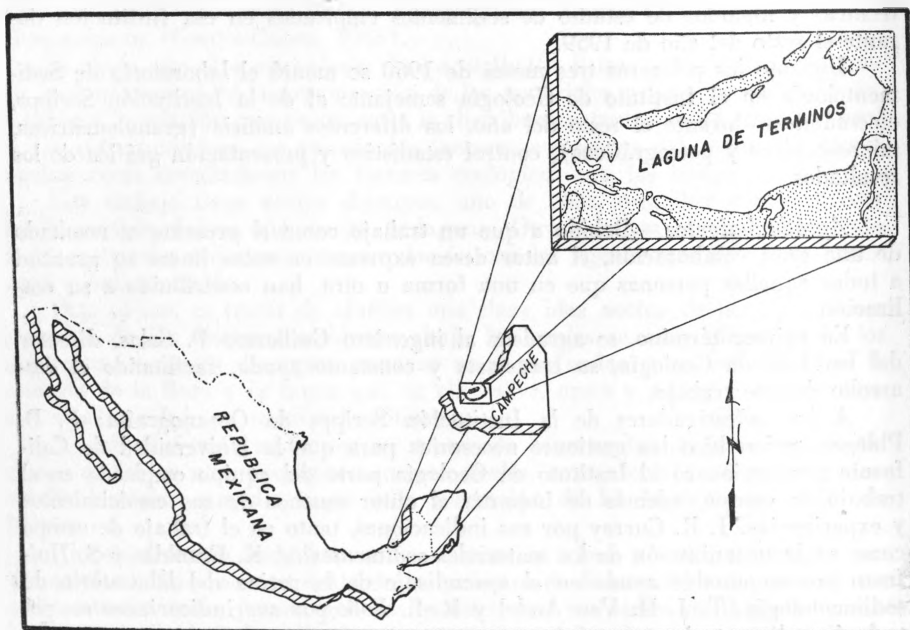


Fig. 1. Mapa de localización de la Laguna de Términos, Campeche.

Fue descubierta en 1518, por Antón de Alaminos, piloto de la expedición de Juan de Grijalva, a la que consideró una comunicación con el mar de las Antillas, creyendo consecuentemente que la orilla oriental de la laguna ponía término a las tierras de la península de Yucatán, de cuya idea se deriva el nombre actual.

El área comprendida en este estudio se encuentra localizada en la parte sur del Golfo de México y cubre una superficie de la planicie costera de más de 2,400 Km² en la parte suroeste del Estado de Campeche.

Geográficamente se localiza entre los meridianos 91°10' 92°00' de longitud oeste y entre los paralelos 18°20' 19°00' de latitud norte.

Fisiografía general.—El área que comprende la Laguna de Términos y sus alrededores, pertenece a la planicie costera del Golfo; es sumamente plana y casi no presenta elevaciones o lomeríos de importancia, por lo que de una manera general, esta zona se encuentra en estado de senectud en lo que se refiere a su desarrollo morfológico.

El clima de la zona que ocupa la Laguna de Términos es tropical húmedo; presenta dos temporadas de lluvia, una con precipitaciones menores que dura aproximadamente cuatro meses entre febrero y mayo y la temporada de lluvias fuertes que dura generalmente siete meses a partir de junio y llega en algunas ocasiones inclusive hasta enero.

La vegetación en la orilla de la laguna es muy exuberante, del tipo de selva tropical, con abundancia de manglares, debido al clima húmedo tropical, a las características del terreno arcilloso de abanicos aluviales, al agua salobre de pantanos y lagunas adyacentes.

La vegetación sumergida es también muy exuberante, predominando los llamados "ceibadales" formados por *Thalassia testudinum* y en menor escala por *Diplanthera wrightii* según Zarur (1961), quien hace una descripción generalizada de la flora y fauna subaérea y subacuosa en su trabajo titulado: "Estudio biológico preliminar de la Laguna de Términos".

Hidrografía.—La planicie costera del área de la Laguna de Términos, está drenada principalmente por cuatro ríos, aun cuando también se encuentran ríos y arroyos de menor magnitud en toda la orilla de la laguna (Fig. 4).

Con excepción del río Candelaria cuya cuenca se encuentra localizada dentro de la península de Yucatán, todos los demás ríos que vierten sus aguas a la Laguna de Términos, pertenecen al sistema fluvial tabasqueño que drena la planicie costera del Golfo de México.

El río Usumacinta según Tamayo (1946), aguas abajo del poblado de Zapata, se abre en dos ramas llamándose la de la izquierda río San Antonio y la de la derecha río del Este; a su vez, este río sirve de conducto para que parte de las aguas del río Usumacinta descarguen a la Laguna de Términos, dando lugar a la formación de las lagunas de Atasta, Pom, Corte, Puerto Rico y otras de menor magnitud. El río del Este fluye dentro de un valle aluvial de edad Pleistoceno a Reciente, en el cual se forman pantanos y manglares además de las grandes lagunas ya mencionadas. Su desembocadura a la Laguna de Términos recibe el nombre de Boca de Atasta.

El río Usumacinta sigue su cauce desarrollando otro brazo llamado San Pedro y San Pablo por el que envía sus aguas al Golfo de México.

El río San Pedro y San Pablo se aparta, y con rumbo NNW se dirige al mar, sirviendo en sus últimos 50 Km como límite entre los Estados de Tabasco y Campeche.

Esta aparente dispersión de las corrientes constituye la más importante riqueza actual de Tabasco, porque le permite la navegación fluvial a lo largo

de esa multitud de brazos que son mucho más numerosos que los descritos, ya que sólo se han mencionado los más importantes en relación con la Laguna de Términos.

El río Palizada (Fig. 4) representa el extremo oriental de la complicada red fluvial tabasqueña y debe su nombre a que las avenidas depositan troncos que obstruyen y bloquean el cauce con palizadas. Debido a esto, año tras año aumenta la extensión y espesor de los ricos aluviones cargados con materia orgánica que se depositan en los terrenos vecinos. Este río al desembocar en la Laguna de Términos, debido a que también fluye en un amplio valle aluvial, da lugar a la formación del estuario de Boca Chica.

El río Chompín se genera en la planicie costera por la unión de los ríos San Joaquín y Salsipuedes, tiene corto recorrido y reducido caudal; pertenece también a la serie de corrientes que descargan en la Laguna de Términos y al desembocar a ésta, da lugar a la formación del pequeño estuario de la Boca de Balchacah. El área de su cuenca es de 1,874 Km² y se le estima un volumen de escurrimiento anual de 1,368 millones de m³.

El río Candelaria (Fig. 4) es otro de los grandes alimentadores de la Laguna de Términos y su cuenca, como ya se dijo, se encuentra localizada dentro de la península de Yucatán, por lo que la limitación de ella en la parte norte y oriente se dificulta a tal grado que la línea que aparece en las cartas hidrológicas es aproximada y sólo se puede considerar más o menos precisa en la porción vecina de las cuencas de los ríos Chompín y Usumacinta. La superficie de su área de captación es de 23,040 Km². La mayor parte de la cuenca se encuentra en territorio nacional, pero de ella 1,720 Km² quedan en el Departamento de Petén de la República de Guatemala. Tiene un régimen torrencial y el escurrimiento medio anual se estima en 15,777 millones de m³. Entre la desembocadura del río Candelaria y la del río Champotón existen varias corrientes, una de ellas, el río Mamantel, que descarga en la Laguna de Términos, y las demás directamente en el Golfo de México.

MÉTODOS DE TRABAJO Y EQUIPO DE CAMPO

Para efectuar el trabajo de campo, se contó con una lancha "Chris Craft" de 18 pies de eslora y 2 pies de calado a la que se le hicieron las adaptaciones del equipo (ecosonda, brújula, etc.) impulsada por un motor (80 HP) de alta velocidad.

BATIMETRÍA DE LA LAGUNA

Para efectuar la topografía del fondo o batimetría de la laguna fue necesario hacer secciones completas, trabajando únicamente con un ecosonda (tipo Cadet de 6 volts), adaptado a la lancha, el cual hace un registro o sección del fondo, (Fig. 2) partiendo de puntos perfectamente conocidos a la orilla de la laguna, con rumbo fijo y a velocidad constante.

La fijación de los puntos de partida del terreno se hizo con la ayuda de un mosaico aéreo.

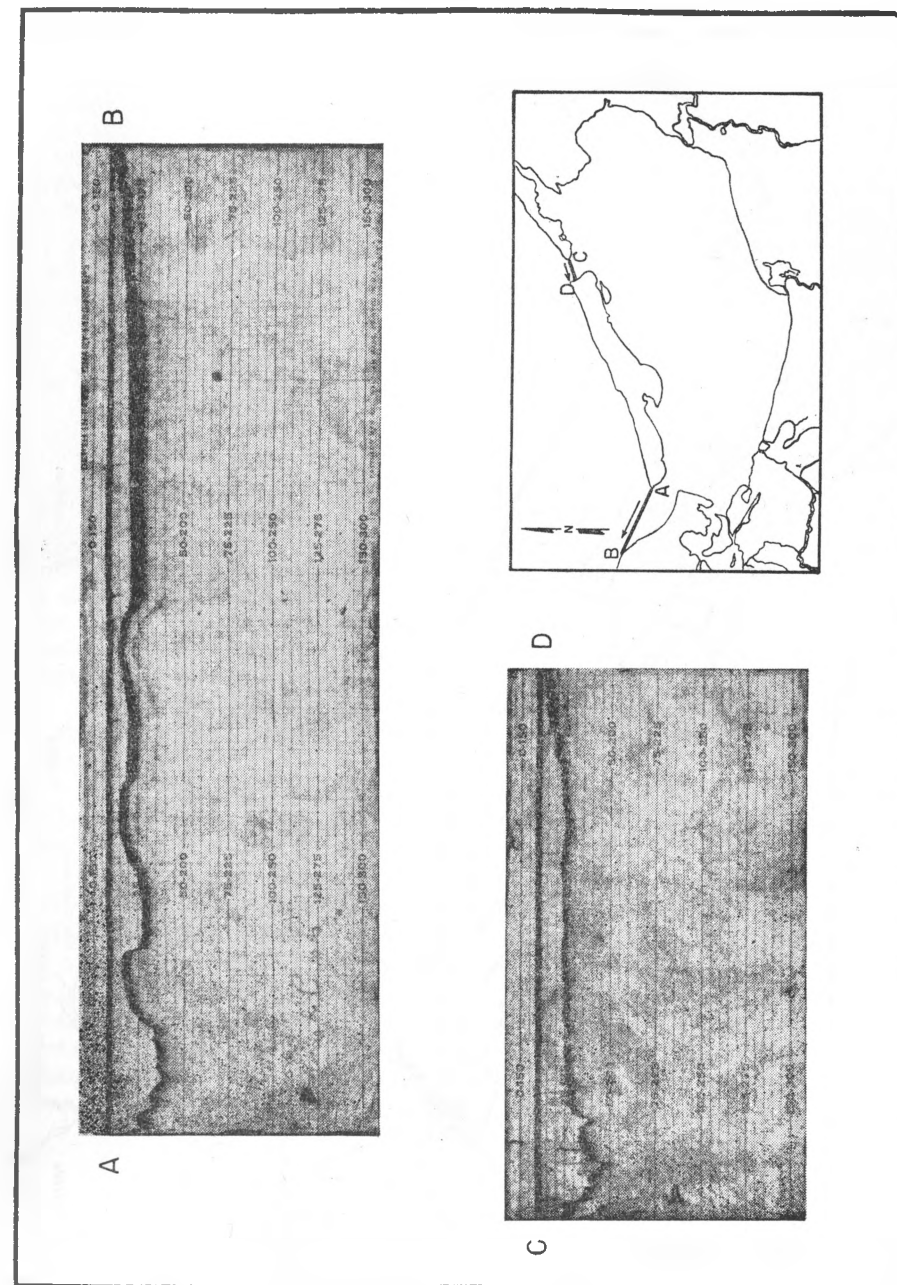


Fig. 2. Secciones de eco-sonda, y su localización.

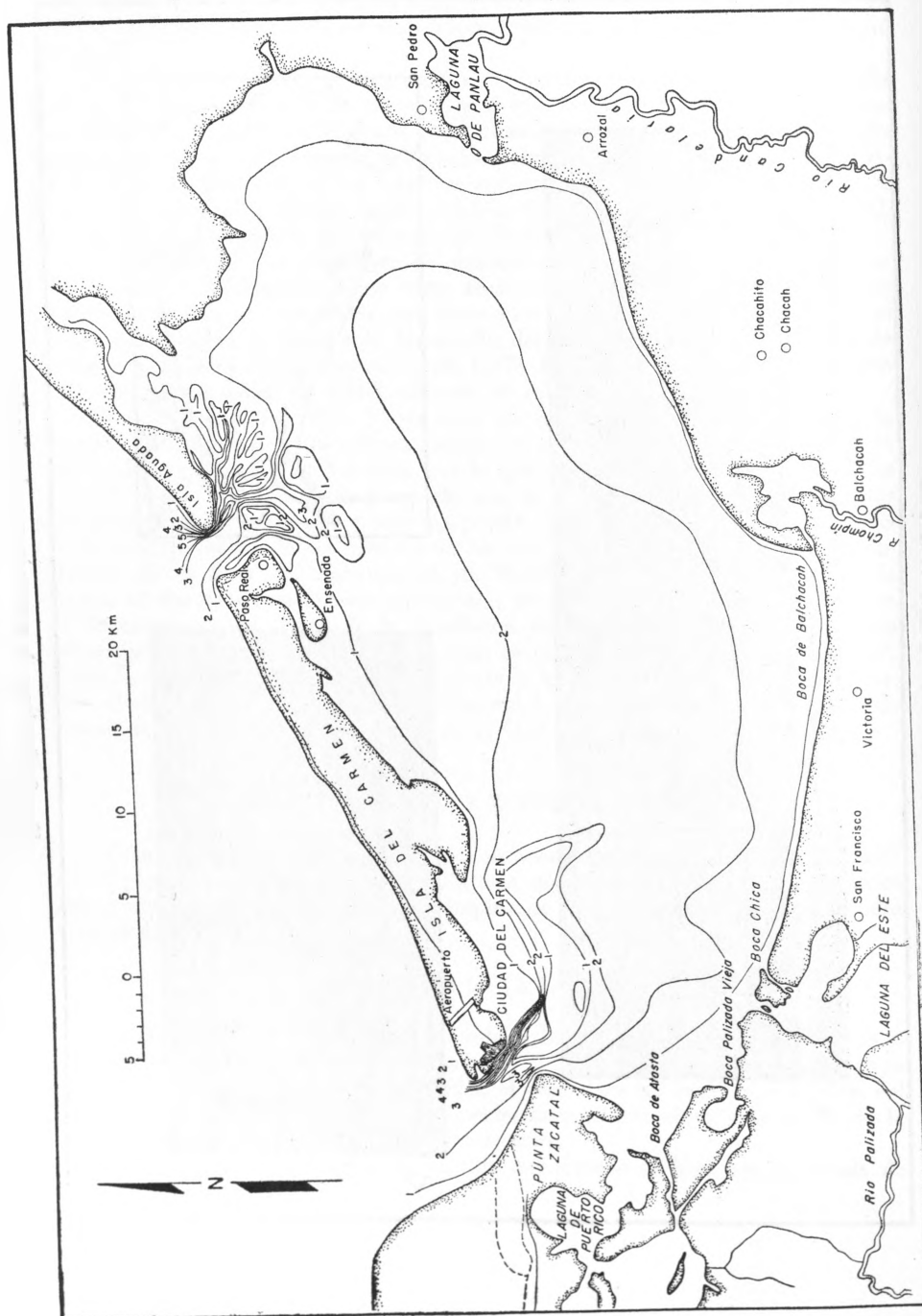


Fig. 3. Topografía del fondo de la laguna.

Para mantener una velocidad constante de la embarcación y al mismo tiempo obtener la menor desviación por corrientes y mareas, fue necesario trabajar únicamente en el espacio de tiempo comprendido entre el momento que cambian los vientos del SSE a vientos NNW, o sea cuando la superficie del agua de la laguna se encuentra prácticamente en completa calma por la ausencia de vientos.

Posteriormente, después de haber efectuado los registros del fondo de la laguna, se vaciaron los datos a un plano a escala, reduciendo las dimensiones de los registros del fondo efectuados por el ecosonda a las dimensiones de las secciones en el plano, haciendo posteriormente las correcciones por movimientos de mareas e interpolando las secciones con isóbatas, para obtener el plano de la figura 3.

LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE OBSERVACIONES Y MUESTREO

Para fijar la situación de las estaciones, fue necesario calcular el tiempo empleado en recorrer con la lancha 1 kilómetro y se llegó a la conclusión de que trabajando el motor de la lancha a 2,500 R.P.M., siempre y cuando la superficie del agua se encontrara relativamente en calma, se recorrería esta distancia en 3 minutos. Efectuado lo anterior, se procedió a hacer una red general de estaciones que consistió en 23 travesías de un lado a otro de la laguna. Cada una de las travesías, comprendió un determinado número de estaciones, de acuerdo con la distancia de una orilla a otra y de acuerdo también con la intensidad del muestreo deseado.

Se trató de hacer que en los pasos de mar abierto a la laguna, el espaciamiento entre cada estación fuera de 1 kilómetro y dentro de la laguna de 2 kilómetros (Fig. 4).

Por lo anteriormente expuesto se deduce que la fijación de las estaciones se hizo por rumbo y tiempo de travesía, habiendo calculado el tiempo en función de la velocidad de la embarcación.

Cada travesía tocó las dos orillas de la laguna en puntos fácilmente observables, tanto en el mosaico fotográfico como en los planos y en esta forma facilitó las correcciones de la deriva ocasionada por los vientos y mareas.

En algunos lugares, como en los canales de mar abierto a la laguna en que es posible ver puntos notables como faros o puntos conocidos de la orilla y perfectamente localizables en los planos, la fijación de las estaciones se efectuó con sextante, midiendo dos ángulos horizontales entre tres puntos notables de la costa fácilmente visibles desde la localización y controlables en el mosaico aéreo base, tal y como ha sido descrito por Shepard (1948).

RUTINA DE TRABAJO EN CADA ESTACIÓN

Se tomaron muestras de agua superficial y muestras de agua del fondo, empleando en la toma de esta última una botella de Nansen.

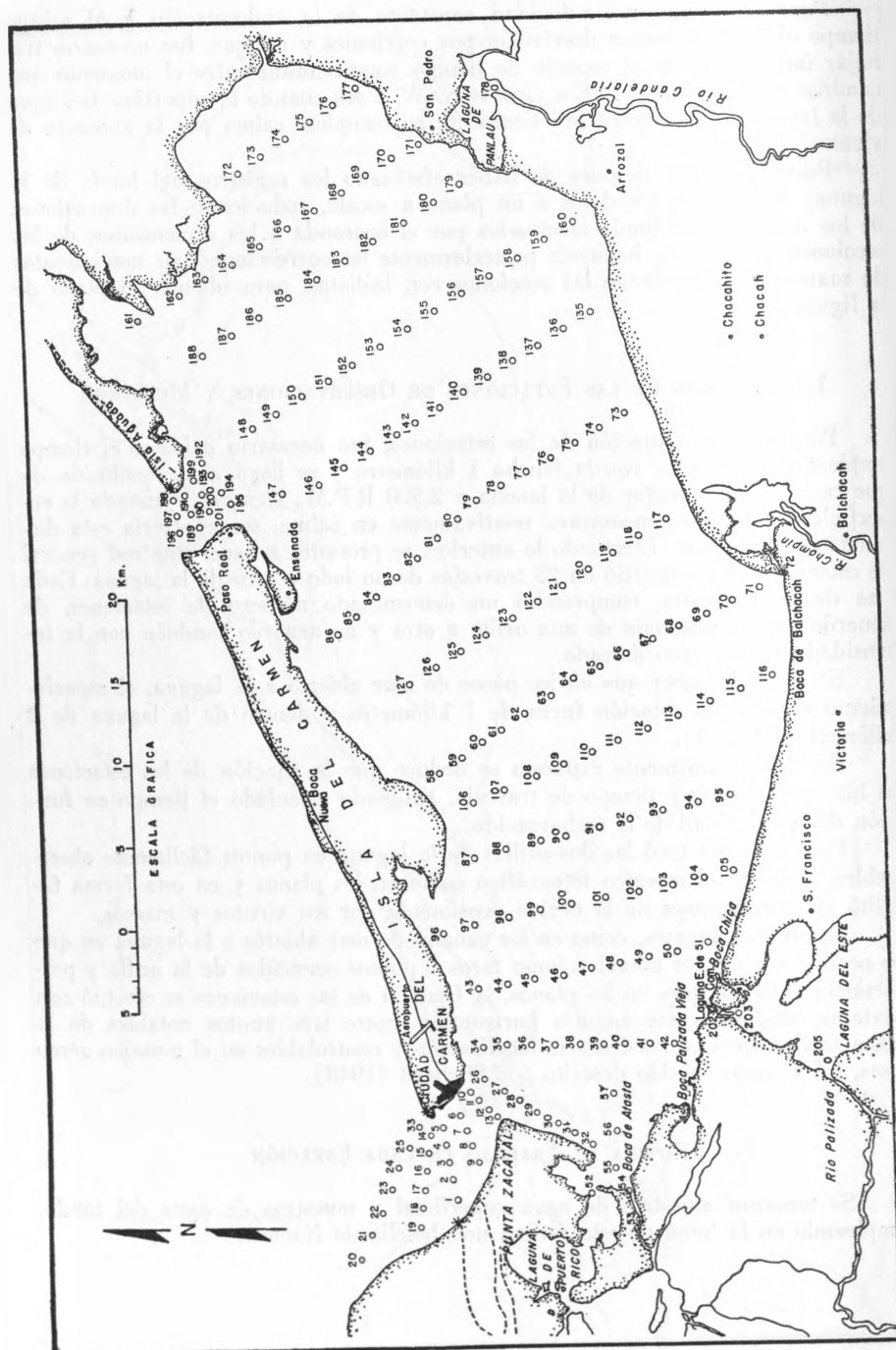


Fig. 4. Localización de las estaciones de observación y muestreo.

Estas dos muestras de agua destinadas para determinación de la salinidad, se almacenaban en botellas de polietileno especiales para este fin y enviándose inmediatamente a los laboratorios del Instituto de Geología para su análisis.

Se tomaron muestras de sedimentos del fondo con una draga de almeja tipo Van Veen. De la capa superficial de estos sedimentos se conservaron 10 cm³ para la determinación y estudio de los foraminíferos vivos y muertos, poniéndolos en frascos de vidrio y fijándolos con formol neutro al 5%.

El resto de los sedimentos obtenidos con el muestrero Van Veen, se conservó en otros frascos para estudio sedimentológico. En los casos en que no era posible la extracción de los sedimentos con la draga de almeja, se sacaron con un tubo de arrastre, suprimiéndose entonces el fraccionamiento de los sedimentos de la zona superficial para el estudio de los foraminíferos.

En las estaciones en que la profundidad no era mayor de 3 metros, se tomaron muestras de fondo con el "Tubo de Lankford", donado por la Scripps, colocando la parte inferior del núcleo en un frasco y fijándola con formol neutralizado.

El "Tubo de Lankford" es un nucleador mediante el cual se obtienen sedimentos recientes en aguas poco profundas. Está diseñado de tal manera que cortando el primer centímetro del núcleo, se obtienen 10 cm³ de sedimentos.

Consiste en varias partes intercambiables y cuya válvula de cierre es una pelota de hule, colocada en la parte superior, de tal forma que cuando el tubo es encajado en los sedimentos del fondo y posteriormente es jalado hacia arriba para extraer la muestra, la pelota cierra, por la presión de la columna de agua ejercida sobre ella, un orificio interior causando un vacío en el interior del tubo de plástico, que sujeta los sedimentos. El tubo de plástico queda fijo a la parte inferior del nucleador, mediante una uña que sirve para atornillar el tubo de plástico. (véase figura 5).

Se tomaron muestras de fauna bentónica con una red de arrastre especial; los ejemplares obtenidos se conservaron en frascos con agua de mar y formol neutralizado, con objeto de hacer posteriormente un estudio semicuantitativo.

Se tomaron muestras de plancton, con una red especial para este fin. En realidad las muestras de plancton se tomaron al final de la extracción de todas las demás, al empezar la travesía entre una y otra estación consecutiva. Se trató de que la velocidad de la lancha no fuera superior a tres nudos y además que fuera constante en todas y cada una de las muestras, también se le puso contrapeso a la red para que ésta permaneciera sumergida cuando menos 30 centímetros de la superficie del agua durante el arrastre. Se trató también de que el tiempo que permaneció la red funcionando dentro del agua, fuera exactamente de dos minutos desde el momento que entrara la red hasta el momento de sacarla.

Estas muestras también se almacenaron en frascos especiales y se fijaron con formol neutralizado.

Se tomaron muestras de fauna con redes de arrastre (chinchorro) tanto de dentro de la laguna como en las playas.

Se hicieron mediciones de la temperatura del agua superficial en cada una de las estaciones, obteniéndose con los valores determinados el plano de la dis-

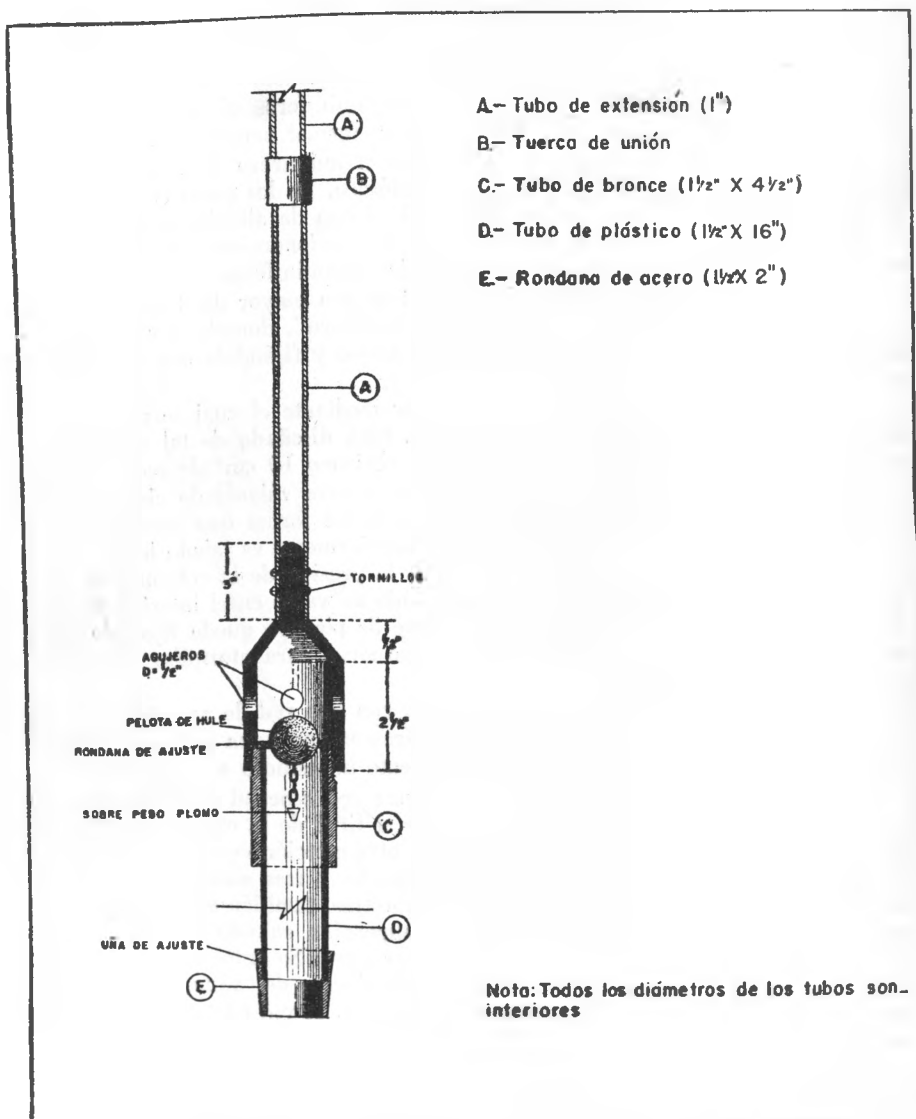


Fig. Diagrama del Tubo Nucleador de Lankford.

tribución generalizada de la temperatura del agua superficial en grados centígrados durante marzo-abril de 1959 (Fig. 6).

Se anotó la hora exacta de la toma de muestras en cada estación y también se hicieron algunas anotaciones de las observaciones del tiempo atmosférico.

Se trabajó también en la colecta de especies faunísticas y florísticas, tal como lo describe Zarur (1961).

El grupo de toma de muestras consistió de cuatro personas:

El biólogo A, Zarur comisionado por el Instituto Tecnológico de Veracruz; dos ayudantes, uno encargado de la navegación y otro que cooperó en la toma de muestras y el suscrito, comisionado por el Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México para llevar a cabo este estudio.

MÉTODOS DE ESTUDIO Y TRABAJOS DE LABORATORIO

CONSIDERACIONES GENERALES

Debido a que en este estudio se ha pretendido obtener la mayor información posible para tratar de conocer las principales características que definen el ambiente de depósito de los sedimentos, el autor se ha visto en la necesidad de emplear varios métodos de estudio de sedimentos, basándose en sus principales características físicas y químicas.

ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE LOS GRANOS

Se han sugerido muchos métodos para representar en forma gráfica el tamaño de las partículas (Krumbein, 1936; Inman, 1952; etc.). De todos estos, el mapeo con isopletras (curvas basadas en el valor del diámetro medio), es muy conocido y en algunos estudios de sedimentos recientes ha sido el método principalmente usado, siendo de importancia en donde los sedimentos son bien clasificados. En este trabajo no se ha empleado por considerarlo de poco valor, debido a que las partículas son de tamaño muy diferente y provienen de fuentes muy distintas; por lo que se prefirió emplear el método usado por Inman y Chamberlain (1955), que al representar los sedimentos, tiene la ventaja de basarse en 3 datos obtenidos de las curvas de por ciento acumulativo.

Sin embargo, independientemente de la técnica seguida y debido a que el análisis granulométrico parte de la separación de los granos de arena del resto de la muestra y a que dicha fracción que ha sido separada, va a ser estudiada bajo el microscopio, para que cada grano pueda ser identificado individualmente, casi siempre se presentan errores cuando no se identifican los granos del sedimento original junto con aquellos que en una forma u otra han sido separados de la muestra estudiada.

Las posibles diferencias pueden ser causadas no sólo por el error de muestreo, sino también por el hecho de que en un sedimento natural, las partículas son más o menos agregadas. Por lo tanto, sólo en el caso de que el análisis sea de una arena, los resultados se pueden obtener con mayor seguridad, debido a que los granos de arena en estado natural no se adhieren a ningún otro.

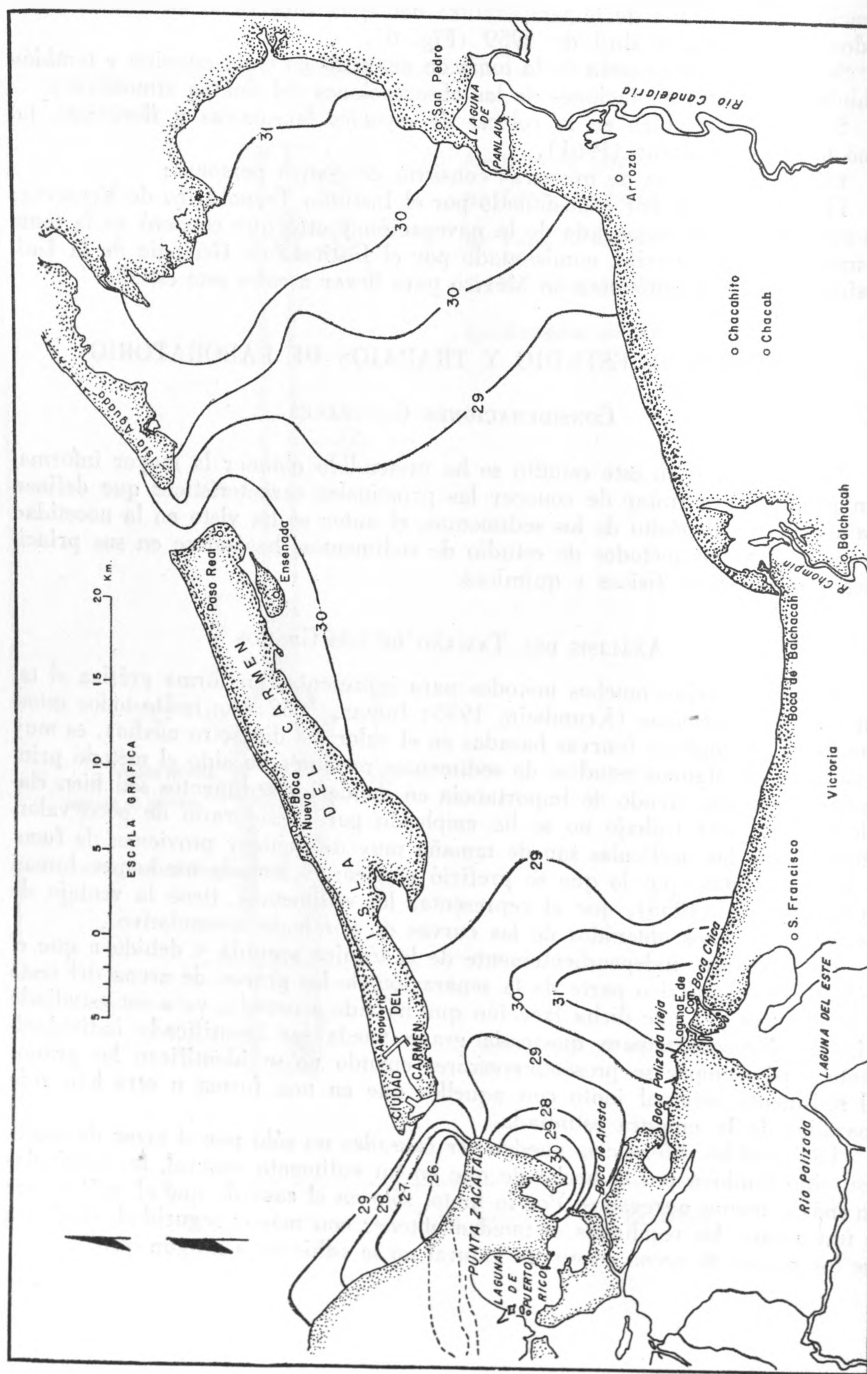


Fig. 6. Distribución generalizada de la temperatura de agua de la superficie en grados centígrados (marzo-abril de 1959).

Debe hacerse notar que todos los métodos de análisis, excepto el tamizado en seco, parten del material en suspensión, por lo que la exactitud del resultado final depende íntegramente del método de dispersión empleado en el análisis.

Por lo anterior al efectuarse el análisis granulométrico, debe tenerse siempre presente las siguientes consideraciones:

En la preparación de la suspensión, se destruye la estructura del sedimento y se rompe el agregado granular; sin embargo, las partículas finas de todos los sedimentos se "coagulan" a determinado grado y es teóricamente imposible preparar un sedimento para su análisis sin cambiar su estado de coagulación. Debido a esto, el análisis no puede decirnos el tamaño del agregado del cual el sedimento fue originalmente formado, ya que es prácticamente imposible reproducir en una suspensión el estado natural de un sedimento.

Ahora bien, si partimos del punto de que un sedimento es un conjunto de granos minerales tales como: fragmentos de roca, cristales minerales y probablemente también de minerales autigénicos, estos granos minerales variarán en tamaño de granos de arena a coloides. Es por esto que el análisis granulométrico combinado (tamiz y pipeta) se funda en la suposición de que es posible por medio de un tratamiento apropiado, que la dispersión de la muestra sea tan completa, que en el análisis subsecuente cada partícula responda individualmente, sin ser influenciada por las partículas vecinas.

En teoría, el objeto del tratamiento preliminar es dispersar la muestra en partículas simples o llegar a obtener una completa dispersión.

En la práctica, casi siempre hay un límite al que se puede llegar a este respecto y debemos darnos por satisfechos con aspirar a una máxima dispersión.

Debe hacerse hincapié en que se estudia los sedimentos bajo condiciones que probablemente nunca prevalecieron en la naturaleza, por lo que el análisis da dentro de lo posible la última composición del sedimento; por lo tanto el tamaño de las partículas nunca puede aparecer tal como en la naturaleza. Es claro que el conocimiento de la última composición es importante para propósitos de clasificación y que aporta valiosa información acerca de las condiciones bajo las cuales se formó el sedimento.

TEORÍA DEL TRATAMIENTO PRELIMINAR

La tarea de dispersión de un sedimento se facilita si se considera que está constituido únicamente de material del tamaño de los granos de arena, debido a que éstos están bien definidos y no están sujetos a procesos de coagulación, por lo que se asentarían a través de una suspensión sin tener en cuenta a los demás granos presentes (Gripenberg, 1938).

Sin embargo, las partículas más pequeñas llegan a hacer muy difícil dicha tarea. Por ejemplo, si un grano de arena es subdividido en granos más pequeños por desintegración mecánica o por intemperismo, en las partes individuales del grano original se producen nuevos y graduales cambios de propiedades conforme se hacen más pequeños.

Por otra parte, se conoce perfectamente que el comportamiento de las suspensiones finamente granulares, se asemejan muchísimo al de las soluciones

coloidales. Además, en la mayoría de los sedimentos recientes siempre se tiene una mayor o menor cantidad de material coloidal, por lo que el éxito del tratamiento preliminar depende de como se trate ese material.

Se sabe también que las partículas finas en suspensión llevan carga eléctrica (comúnmente carga negativa) y se cree que tienen un comportamiento similar a la de las partículas coloidales, por lo que cada partícula es rodeada por una doble capa de iones, una interior de iones negativos firmemente adherida a la superficie por la acción de la valencia residual y la correspondiente capa exterior adherida por atracción electrostática.

Una partícula incluye además de la capa interior y exterior de iones, el agua que forma la hidratación. Es por esto que hoy se reconoce de una manera general que el estado de coagulación de una suspensión depende de la naturaleza de iones absorbidos y de la interacción de esos iones con aquellos del agente dispersante.

MÉTODO USADO EN EL TRATAMIENTO PRELIMINAR

Debido a que en el tratamiento preliminar no sólo se debe considerar la fuerza de coagulación de los electrolitos (Gripenberg, 1938), sino que también debe tomarse en cuenta el efecto cementante de los coloides orgánicos y de los carbonatos, además de la cohesión mecánica entre las partículas, en el proceso de laboratorio se emplearon los 5 tipos de tratamiento siguientes:

- 1.—Tratamiento químico con agentes oxidantes, con el fin de destruir los compuestos orgánicos.
- 2.—Tratamiento químico con ácidos para llevar a cabo la solución de carbonatos.
- 3.—Extracción de los electrolitos mediante el lavado.
- 4.—Adición de "Peptizadores" tales como carbonato de sodio, oxalato de sodio, etc.
- 5.—Tratamiento mecánico tal como agitar, mover, resolver, etc.

Efectuado el tratamiento preliminar, las muestras se separaron tamizándolas en húmedo a través de una malla 230 (4.0ϕ), usándose un cilindro graduado de 1000 cc para almacenar la fracción fina (todas las partículas menores de 62 micras o 4ϕ) para ser analizada por pipeta y secando la fracción gruesa (todas las partículas mayores de 62 micras o 4ϕ) para ser analizada a través de un conjunto de tamices.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL ANÁLISIS

Para obtener representaciones gráficas que facilitaran la comparación y el estudio de los datos obtenidos en el análisis del tamaño de las partículas de los sedimentos, se obtuvieron curvas granulométricas de por ciento acumulativo, co-

locando los valores de los distintos grados límites de los tamaños de las partículas en papel milimétrico; poniendo en el eje de las abscisas las unidades ϕ y en el eje de las ordenadas, la escala de 0 a 100% (Fig. 7).

Escala empleada.—La escala más comúnmente usada para determinar el tamaño de las partículas de un sedimento, es la escala de Wentworth, (primeramente propuesta por Udden). Esta escala forma una serie geométrica en la que cada grado límite es sucesivamente la mitad del tamaño subsecuente o el doble del tamaño anterior.

Se puede expresar como: $E = 2^{-\phi}$

En la que E es el diámetro en mm y ϕ es un exponente tal, que para cualquier valor de E , tiene un correspondiente valor negativo. El signo negativo se adoptó por conveniencia, para que los valores de E menores de la unidad sean positivos.

Ahora bien, si se toma el logaritmo de la base 2 de la expresión anterior, tenemos que:

$$\phi = -\log_2 E$$

Que es la ecuación fundamental de la escala ϕ .

Esta escala ϕ , fue ideada por Krumbein y es mucho más conveniente para representar los datos cuando están expresados en mm. Por esto, en el desarrollo de este trabajo, se ha empleado únicamente la escala ϕ tanto en la representación gráfica de los datos como en la obtención de los parámetros estadísticos.

El límite de tamaño de las partículas expresados en unidades ϕ , se colocan en el eje de las abscisas con las partículas más gruesas a la izquierda, y las más finas a la derecha (se acostumbra colocarlos en esta forma).

Los puntos por los que debe pasar la curva de la frecuencia acumulativa se determinan de la siguiente manera: Si por ejemplo 32% del material es más grueso de 2ϕ , se toma la línea del 32%, en el eje de las ordenadas y la línea de 2ϕ en el eje de las abscisas. En el lugar en donde se cortan estas dos líneas, se obtiene el punto por el que debe pasar la gráfica.

La muestra analizada normalmente forma una curva en forma de "S". Las ventajas que presentan estas curvas son: que todos los parámetros estadísticos pueden leerse exactamente de dicha gráfica. Además, se pueden comparar las muestras cuantitativamente con la determinación de los parámetros estadísticos. Otra ventaja es que la forma de la curva es independiente de los tamices usados: Además, es el método más comúnmente usado actualmente en la representación gráfica de los datos obtenidos en el análisis de sedimentos recientes.

La única desventaja que presenta es que la gráfica no es expresiva para las personas que no están familiarizadas con esa clase de curvas.

A continuación se muestra la relación de la escala ϕ con las diferentes escalas comúnmente usadas.

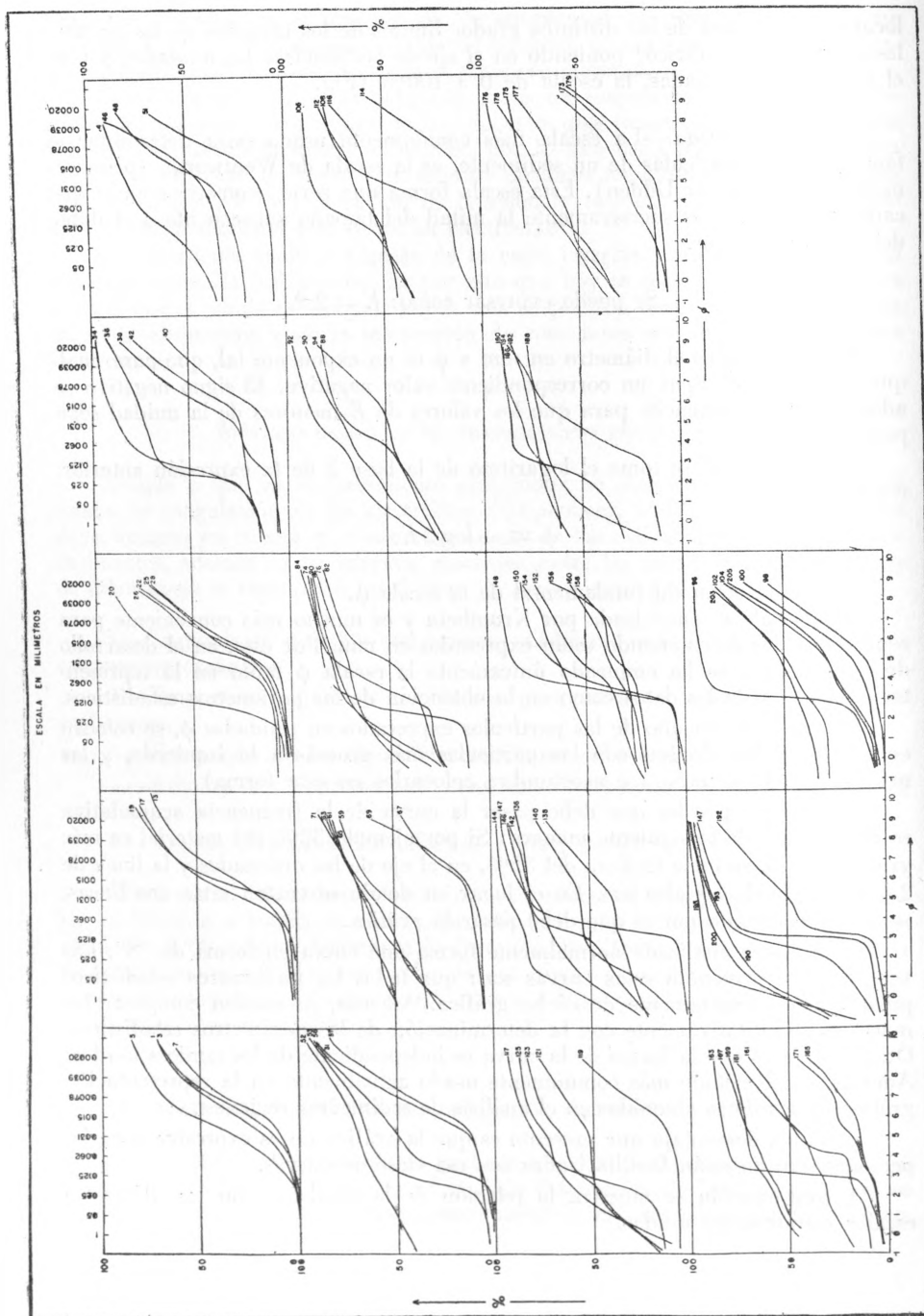


Fig. 7.—Curvas granulométricas de los sedimentos.

ϕ	mm	micras μ	Wentworth (1922) después de Udden, (1898)	
-8	256	100	G	canto rodado
-7	128		R	Guijarro
-6	64		A	Matatena
-5	6	10	V	
-4	5		A	
-3	4	1	A	Gránulo
-2	3			
-1	2			
0	1	1000	A	Muy gruesa
+1	$\frac{1}{2}$	500	R	Gruesa
+2	$\frac{1}{4}$	250	E	Media
+3	$\frac{1}{8}$	125	N	Fina
+4	$\frac{1}{16}$	62.5	A	Muy fina
+5	$\frac{1}{32}$	31.3	L	Grueso
+6	$\frac{1}{64}$	15.6		Medio
+7	$\frac{1}{128}$	7.6		Fino
+8	$\frac{1}{256}$	3.2	O	Muy fino
+9	$\frac{1}{1024}$	1.95	A	Gruesa
+10		0.98		Media
+11		0.49		Fina
+12	$\frac{1}{4096}$	0.24	L	Muy fina
			A	COLOIDES

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS USADOS

Los sedimentos han sido clasificados de acuerdo con los valores obtenidos de los siguientes parámetros estadísticos tomados directamente de Inman and Chamberlain (1955):

- (M_o) o medición del diámetro modal.
- (M_d) o medición del diámetro medio.
- ($\sigma\phi$) o medición del grado de clasificación.
- ($Sk\phi$) o medición del grado de simetría.

Diámetro modal (M_o).—Corresponde al valor del punto de inflexión de la curva, es de gran valor en el estudio de la génesis y transporte de los sedimentos, especialmente cuando dos o más fuentes contribuyen a la formación de aquellos. El diámetro modal cambia muy poco en determinadas áreas de condiciones específicas, mientras que en otras cuyas condiciones son muy variables, sus valores tienden a ser muy erráticos.

Diámetro medio (M_d).—Es el diámetro de las partículas correspondiente a la marca del 50% de la curva granulométrica y su valor puede ser expresado en mm o en unidades ϕ . Es el parámetro estadístico más comúnmente usado y el más fácil de determinar. El valor del diámetro medio no es afectado por los extremos de la curva, por lo cual, no expresa todos los tamaños del sedimento; sin embargo, es un dato de gran valor al obtener el grado de simetría y algunas propiedades físicas de un sedimento, tales como esfericidad, redondez, etc.

Grado de clasificación ($\sigma\phi$) conocido también como *desviación gráfica standard* (Folk, 1959).—Se obtiene a partir de dos valores de la curva granulométrica, abarcando la porción medida el 68% de la parte central de la curva comprendida entre los diámetros percentiles 84 y 16, determinándose su valor de la siguiente relación:

$$\sigma\phi = 1/2 (\phi_{84} - \phi_{16})$$

Nótese que esta relación nos da una medida, de la uniforme distribución en unidades ϕ del tamaño de las partículas, por lo que, el signo ϕ debe estar siempre sumado a los valores del grado de clasificación del sedimento.

Para un gran número de muestras, Folk (1959) ha sugerido la siguiente clasificación práctica:

Sedimentos muy bien clasificados para valores menores de 0.35 ϕ .

Sedimentos bien clasificados de 0.35 ϕ a 0.50 ϕ .

Sedimentos moderadamente bien clasificados de 0.50 ϕ a 0.71 ϕ .

Sedimentos moderadamente clasificados de 0.71 ϕ a 1.00 ϕ .

Sedimentos pobremente clasificados de 1.00 ϕ a 2.00 ϕ .

Sedimentos muy pobremente clasificados de 2.00 ϕ a 4.00 ϕ .

Y sedimentos extremadamente mal clasificados, para valores mayores de 4.00 ϕ .

La mejor clasificación obtenida por un sedimento natural es entre 0.20 ϕ a 0.25 ϕ .

Mediciones de simetría o Skewness (Sk_q).—Las curvas pueden ser similares en el promedio de los tamaños y en clasificación, pero una puede ser simétrica y otra asimétrica. El cuartil Skewness ($Sk_q \phi$) nos da el grado de simetría de la curva así como el signo positivo o negativo, para saber cuando una curva tiene una cola simétrica a la izquierda o a la derecha. El signo positivo indica que el sedimento tiene exceso de material fino ($< 62 \mu$) (la curva de porcentaje acumulativo mostrará una cola a la derecha); el signo negativo indica un exceso de material grueso (la curva deberá mostrar una cola a la izquierda).

Este cuartil es calculado a partir de la expresión:

$$Sk_q = \frac{M\phi - Md\phi}{\sigma\phi}$$

En donde $M\phi = \frac{1}{2} (\phi_{84} + \phi_{16})$, es un valor del diámetro intermedio de los granos.

En la tabla 2, se presentan los valores de los parámetros estadísticos, pudiendo observarse en el diagrama de la figura 8, a los tres grupos principales de sedimentos tipo resultantes de la relación de esos parámetros.

La distribución geográfica de los tres grupos de sedimentos tipo se muestran en la figura 9.

RELACION DE LOS PARAMETROS ESTADISTICOS O VALORES DESCRIPTIVOS DE LOS SEDIMENTOS DE LA LAGUNA DE TERMINOS, CAMPECHE.

Muestra No.	$M_d \phi$	$\sigma \phi$	$Sk_q \phi$
1	7.5	3.25	0.38
3	7.3	3.75	0.38
5	5.9	2.85	0.33
7	8.0	3.50	0.43
13	7.25	3.90	0.47
17	6.3	3.15	0.49
19	6.5	2.57	0.55
20	5.25	1.72	0.36
22	6.95	2.17	0.12
24	3.0	0.55	-0.27

Muestra No.	Md ϕ	$\sigma \phi$	Skq ϕ
26	6.1	2.20	0.12
27	7.1	4.62	0.10
28	7.25	2.30	0.26
34	2.8	1.85	0.01
36	2.5	3.57	0.47
38	6.5	4.17	-0.37
40	8.4	3.30	0.24
42	7.2	3.35	-0.19
44	2.05		
46	6.05		
49	5.85	5.87	-0.54
51	7.7	2.25	0.06
31	7.1	1.87	0.06
52	0.9	5.27	0.36
53	3.25	3.2	0.70
56	5.15	2.92	0.30
57	7.45	2.20	0.16
59	4.9	6.8	-0.01
61	3.25	5.92	0.11
63	2.75	4.95	0.33
65	0		
67	10	6.45	-0.07
69	8.65	2.07	-0.11
71	0		
74	2.65	2.00	0.68
76	0.6	5.30	0.06
78	1.05	4.30	0.52
80	1.35	3.72	0.42
82	5.1	5.02	0.03
84	3.6	3.70	-0.26
88	3.85	6.35	0.10
90	1.60	4.37	0.35
92	0.60	3.30	0.35
94	5.45	5.32	-0.33
96	3.15	0.62	-0.22
98	8.30	2.60	0.02
100	7.60	2.55	-0.02
102	4.65		
104	6.90	3.12	-0.28
106	2.10	4.55	0.41
108	5.20	3.65	0.59
112	4.40	6.00	-1.50
114	9.05	2.55	0.02

Muestra No.	Md ϕ	$\sigma \phi$	Skq ϕ
116	2.50	6.15	0.19
117	2.85	2.75	0.15
119	8.45	3.22	0.18
121	2.75	5.57	0.30
123	2.55	5.15	0.33
125	1.50	3.60	0.50
136	3.00	4.75	0.13
138	6.5	6.55	-0.27
140	2.60	5.25	0.53
142	0.85	4.3	0.50
144	-0.10	2.67	0.44
146	3.70	1.40	0.71
148	3.70	0.80	0.25
150	4.10	3.65	0.75
152	4.75	6.05	-0.05
154	1.5	8.00	-0.31
156	8.05	6.37	-0.74
158	8.25	6.00	-0.64
160	7.65	6.90	-0.40
161	5.50	5.35	-0.21
163	3.15	1.50	0.73
165	9.75	3.50	-0.14
167	0.90	5.40	0.48
169	0.40	6.25	0.53
171	9.25	3.90	-0.24
173	9.15	3.80	-0.17
175	1.40	5.97	0.31
176	-0.85	4.35	0.52
177	1.80	5.27	0.45
178	2.30	5.45	0.08
179	9.40	3.02	-0.21
180	-2.25		
182	-1.75		
184	2.20	3.25	-0.45
186	0.80	4.65	0.66
188	4.65	5.37	0.56
147	3.2	1.47	0.80
190	0.25	2.95	0.34
192	5.2	2.40	0.37
193	2.6	1.92	-0.05
195	-0.05	1.10	0.00
200	-0.05	2.37	0.28
203	5.2		
205	7.2	3.25	-0.36

NOMENCLATURA DE LOS SEDIMENTOS DE ACUERDO CON EL TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS

A partir de los análisis granulométricos, se calcularon también los porcentajes de arena, limo y arcilla, con objeto de determinar la nomenclatura de los sedimentos de acuerdo con el tamaño de sus partículas, siendo la base de clasificación un diagrama ternario al que Shepard (1956) le asignó una nomenclatura textural colocando las proporciones de arena, limo y arcilla, como se muestra en el diagrama de la figura 10. Definiéndose su nomenclatura de acuerdo con las proporciones relativas, de esos tres constituyentes, por ejemplo: arena limosa, limo arcilloso, arcilla arenosa, etc.

La proporción de arena y limo-arcilla es la propiedad que debe ser determinada, debido a que refleja el aumento e intensidad de los vientos dominantes en el lugar del depósito.

La mayor o menor proporción de material grueso ($>62\mu$) es en parte también una función de la velocidad de las corrientes en el momento del depósito.

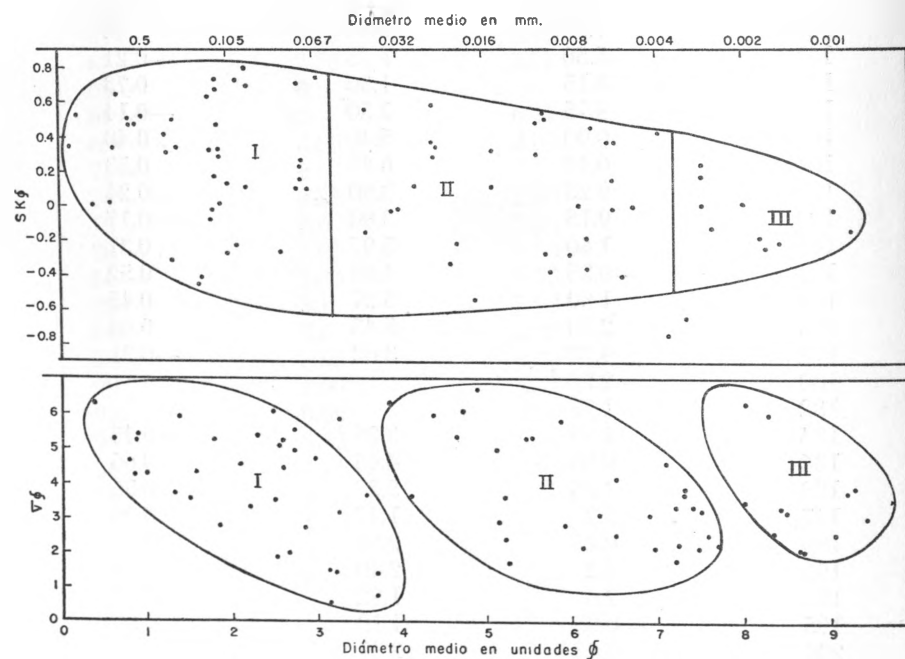


Fig. 8. Relación de parámetros.

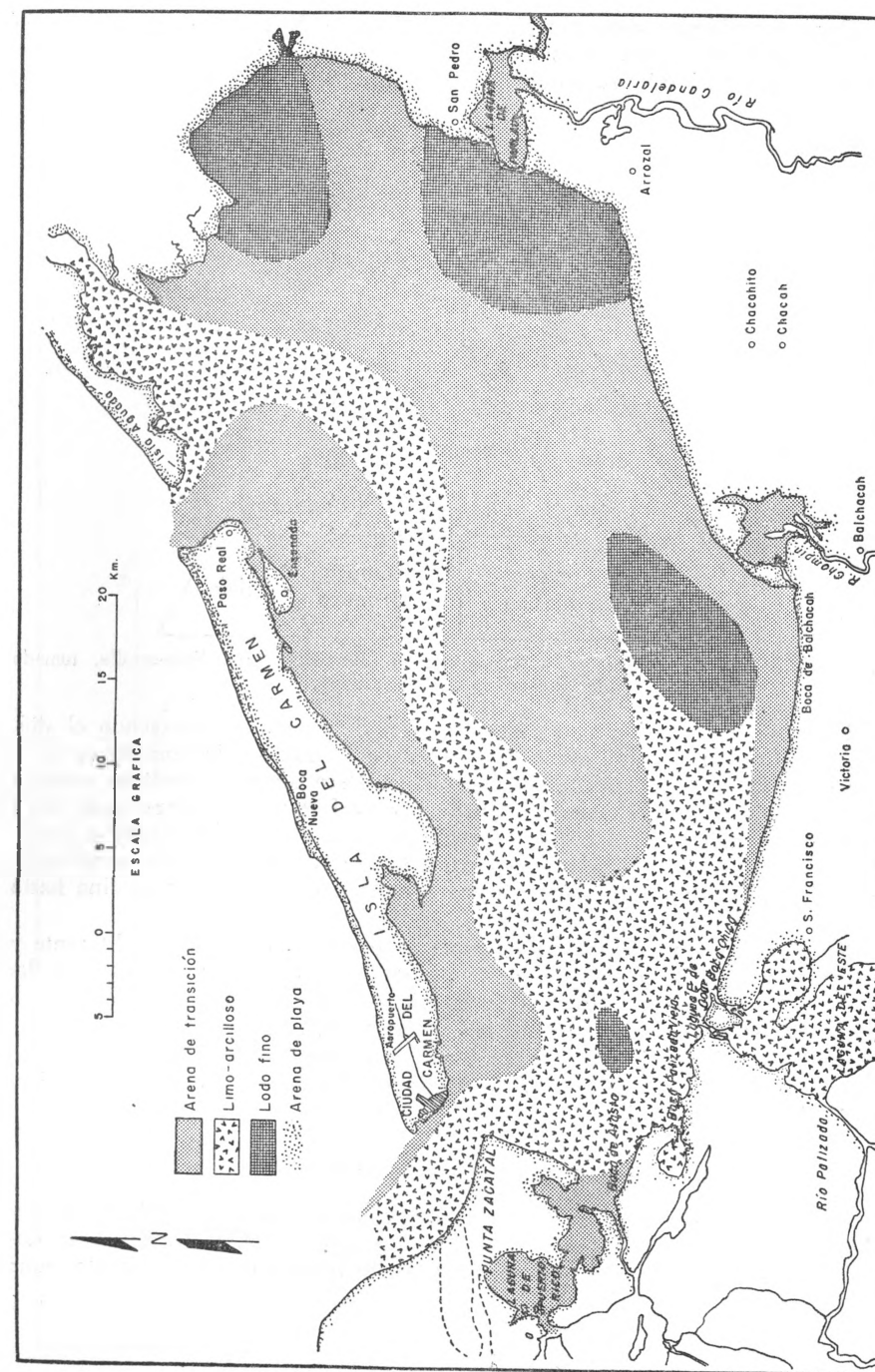


Fig. 9. Distribución geográfica de los sedimentos tipo.

Estas dos simples determinaciones (porcentaje de arena y porcentaje de limo) son suficientes para situar la posición de las muestras en uno de los diez grandes grupos texturales mostrados en la figura 10.

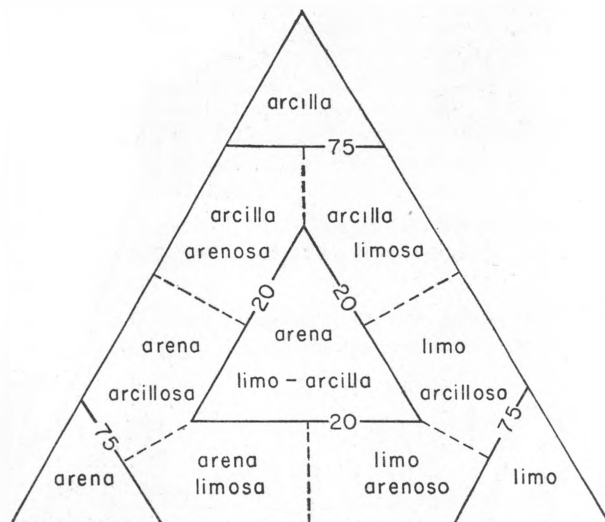


Fig. 10. Triángulo de nomenclatura basado en el porcentaje arena-limo-arcilla, tomado de Shepard y Moore (1955).

Esta fina subdivisión puede ser también determinada conociendo el diámetro medio de la fracción arenosa considerándola independientemente de cualquier otra fracción que pueda estar presente. Para algunas muestras, esto no es posible, pero para la mayoría, puede ser perfectamente determinado para propósitos de trabajo en el campo; específicamente cuando el material es bimodal, por ejemplo, cuando se usa la escala de Wentworth para granos estándar que varían de: arena muy gruesa, arena gruesa, arena media, arena fina hasta arena muy fina.

Para los limos y arcillas casi siempre se usa un procedimiento diferente y el nombre del sedimento depende de la proporción relativa entre limo y arcilla. Esta proporción es muy difícil de determinar y el único procedimiento realmente satisfactorio es el uso del análisis granulométrico con la pipeta.

De acuerdo con el grupo textural que le correspondió a cada una de las muestras analizadas en el diagrama ternario se hizo su distribución geográfica, obteniéndose la figura 11.

ANÁLISIS DE LA FRACCIÓN GRUESA BAJO EL MICROSCOPIO

El método para caracterizar el tamaño de los granos en relación a su contenido arena-limo-arcilla, ha sido de valor muy especial para el área de la Laguna de Términos, debido a que las dos grandes fuentes de los sedimentos son:

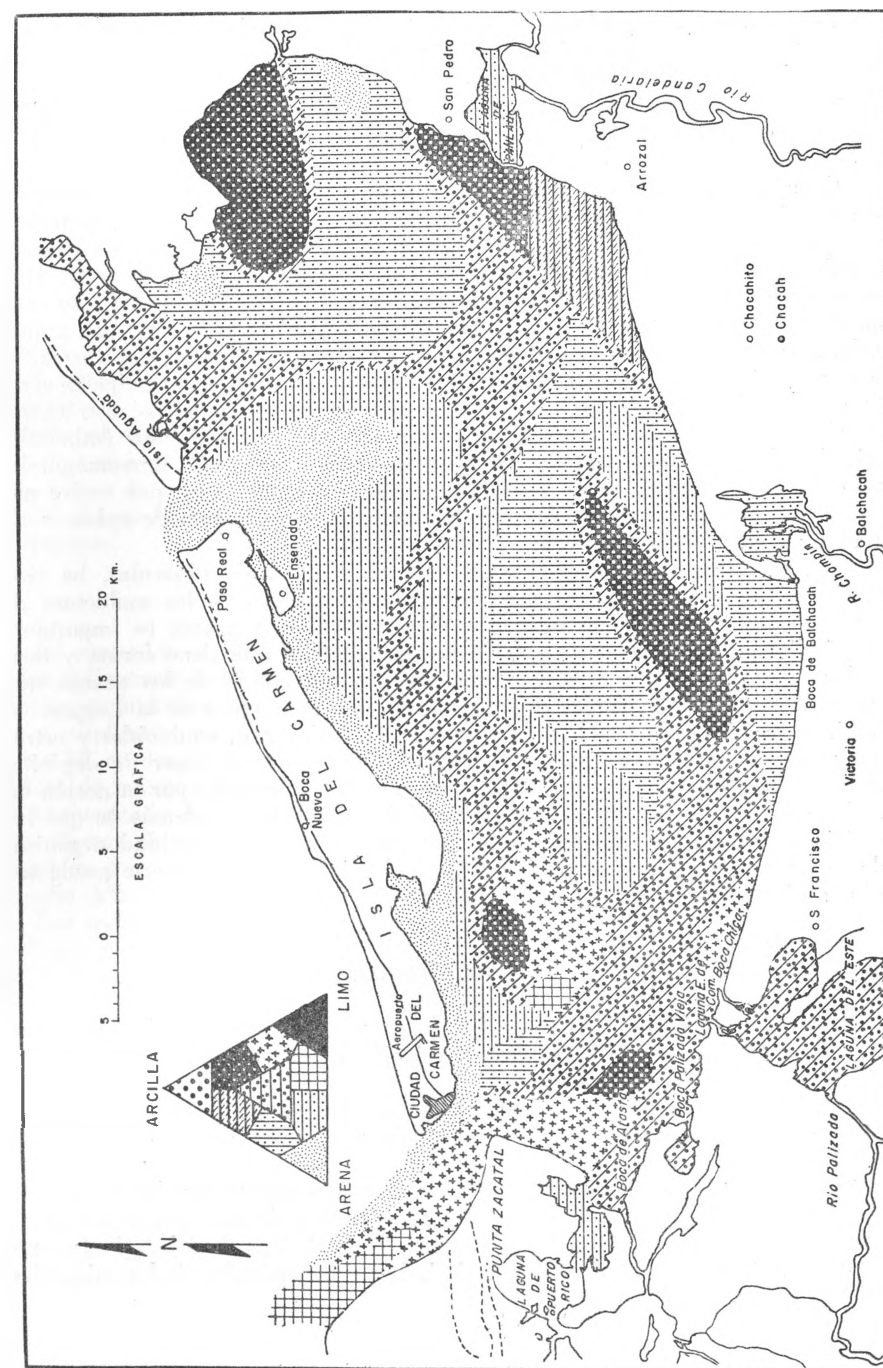


Fig. 6. Mapa de distribución granulométrica de los sedimentos, según el Triángulo de Shepard y Moore (1955). Tornado de Yáñez (1963)

- 1.—La arena acarreada de mar abierto por las corrientes que corren a lo largo de la costa e introducida por las corrientes de mareas a través de los canales (principalmente por Paso Real) y
- 2.—La arcilla y limos acarreados del continente por los ríos e introducida por la boca de los estuarios, cuando baja la marea.

El método llamado por Shepard y Moore (1955) análisis de la fracción gruesa bajo el microscopio, ha sido uno de los más valiosos para caracterizar los medios ambientes del área de la Laguna de Términos. Este método consiste en estimar el porcentaje de los constituyentes más significativos de la fracción gruesa de los sedimentos, contando generalmente de 100 a 500 granos de cada una de las fracciones de la parte gruesa y colocando cada uno de los granos conforme se van contando en el grupo que le corresponde. En esta forma, se encontraron los siguientes grupos, que se consideran como los principales constituyentes de la fracción gruesa: conchas y fracción de moluscos, ostrácodos, etc., glauconita, foraminíferos, espículas de esponja, mica, terrígenos (minerales derivados de áreas continentales, tales como cuarzo, feldespato, ferromagnesianos, etc.) además también se han incluido agregados formados por varios minerales que han sido cementados principalmente por carbonato de calcio y algunos otros por óxidos de hierro.

El análisis de la fracción gruesa bajo el microscopio binocular, ha sido superior al análisis granulométrico en la caracterización de los ambientes de depósito, debido principalmente a que el tamaño de los granos es importante como indicador del transporte sufrido por el material que tiene forma y densidad relativamente uniforme, y a que un alto porcentaje de los granos que forman la parte gruesa de los sedimentos, en la mayor parte de la Laguna de Términos, consisten de conchas de moluscos, foraminíferos, equinoides y ostrácodos; muchos de los cuales, han crecido en, o casi en su lugar de depósito, por lo que su forma y tamaño han sido poco o nada afectados por la acción de las olas o de las corrientes. Como resultado de lo anterior y además de que las condiciones ecológicas se manifiestan favorables a la productividad orgánica, debe considerarse al proceso orgánico como el principal y más fuerte productor de los sedimentos depositados en la laguna.

ANÁLISIS MINERAL

Los granos minerales del tamaño de arena consisten principalmente de cuarzo y una cantidad muy pequeña en relación a ésta, de feldespatos y ferromagnesianos.

Debe hacerse notar que únicamente se analizaron unas cuantas muestras en las que se encontraron los más altos porcentajes de minerales terrígenos (60%).

Los minerales pesados son tan escasos, que únicamente con las fracciones gruesas de las muestras 3 y 5 juntas, forman el 0.05% de su fracción gruesa.

La identificación de éstos fue hecha por T. J. H. Van Andel de la Institución Scripps de Oceanografía, después de haber sido separados de los minerales

ligeros en tetrabrometano y montados en platinas de vidrio con bálsamo de Canadá, habiendo encontrado: biotita, granate, rutilo, olivino, zircón y, como más abundante, la hornblenda. Debido a lo escaso de los minerales pesados en los sedimentos de la Laguna de Términos, han sido poco significativos en la caracterización de los ambientes de depósito.

ANÁLISIS DE LA ARCILLA MINERAL

Grim (1962) afirmó que el uso del análisis térmico diferencial sirve para mostrar la naturaleza de las arcillas minerales, basándose en eso, en el laboratorio de Mineralogía y Petrografía del Instituto de Geología, a cargo del ingeniero Eduardo Schmitter, se obtuvieron curvas del análisis térmico diferencial de 5 muestras seleccionadas indicando que el material contiene abundantes impurezas de carbonato de calcio, pero no indican la presencia de arcillas caoliníticas ni bentoníticas (Fig. 12).

Por otra parte, las curvas muestran sólo pequeñas variaciones, que hacen pensar que de ser arcillas minerales, son relativamente estables por lo que de ser así, no pueden ser usadas como ayuda en la diferenciación de los ambientes de depósito.

ANÁLISIS QUÍMICO

El contenido de carbonato de calcio de un grupo seleccionado de muestras de los sedimentos de la Laguna de Términos, fue determinado mediante análisis químico cuantitativo siguiendo el método por pérdida de peso de CO_2 a través de un alcalímetro de Schroetter. Los resultados del análisis se muestran en la figura 13, en donde se definen ciertas áreas de máximos y mínimos porcentajes. El área de máximo porcentaje parece ser el resultado del gran aporte de material carbonatado de origen marino, acarreado por las fuertes corrientes rectilíneas clásicas de mareas a través del canal de Paso Real hacia el interior de la laguna en donde es distribuido y depositado, dando lugar a la formación de un pequeño delta interior.

Los sedimentos acarreados por el río Candelaria, cuyo contenido de CaCO_3 es el más alto en relación al de los demás sedimentos aportados por los demás ríos a la laguna, regulan el carácter químico de los sedimentos de la parte oriental de la laguna, observándose en la estructura interna de los sedimentos bandeamientos o laminaciones con intercalaciones de pequeños estratos presentando colores claros fuertemente carbonatados con pequeños estratos también de colores oscuros que reflejan la potencialidad de la productividad orgánica.

A partir del área de máximo porcentaje, la distribución se hace bandeada y casi paralela a sus límites, observándose una constante disminución en el contenido de CaCO_3 conforme más alejada se encuentra la localidad de la muestra analizada.

La distribución muestra también que las áreas con abundancia de 40-50 y 50-60 en % de CaCO_3 , reflejan indirectamente la intensidad y alcance de la transportación eólica sufrida por los sedimentos carbonatados (principalmente

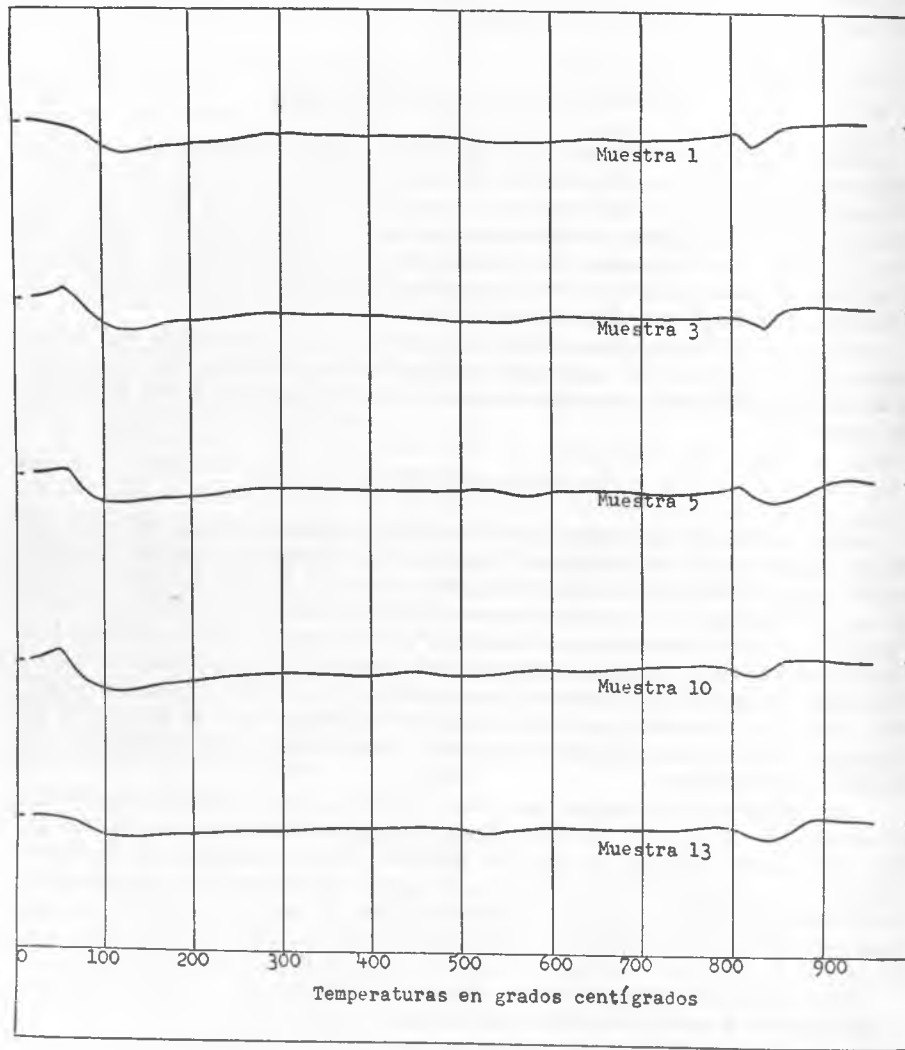
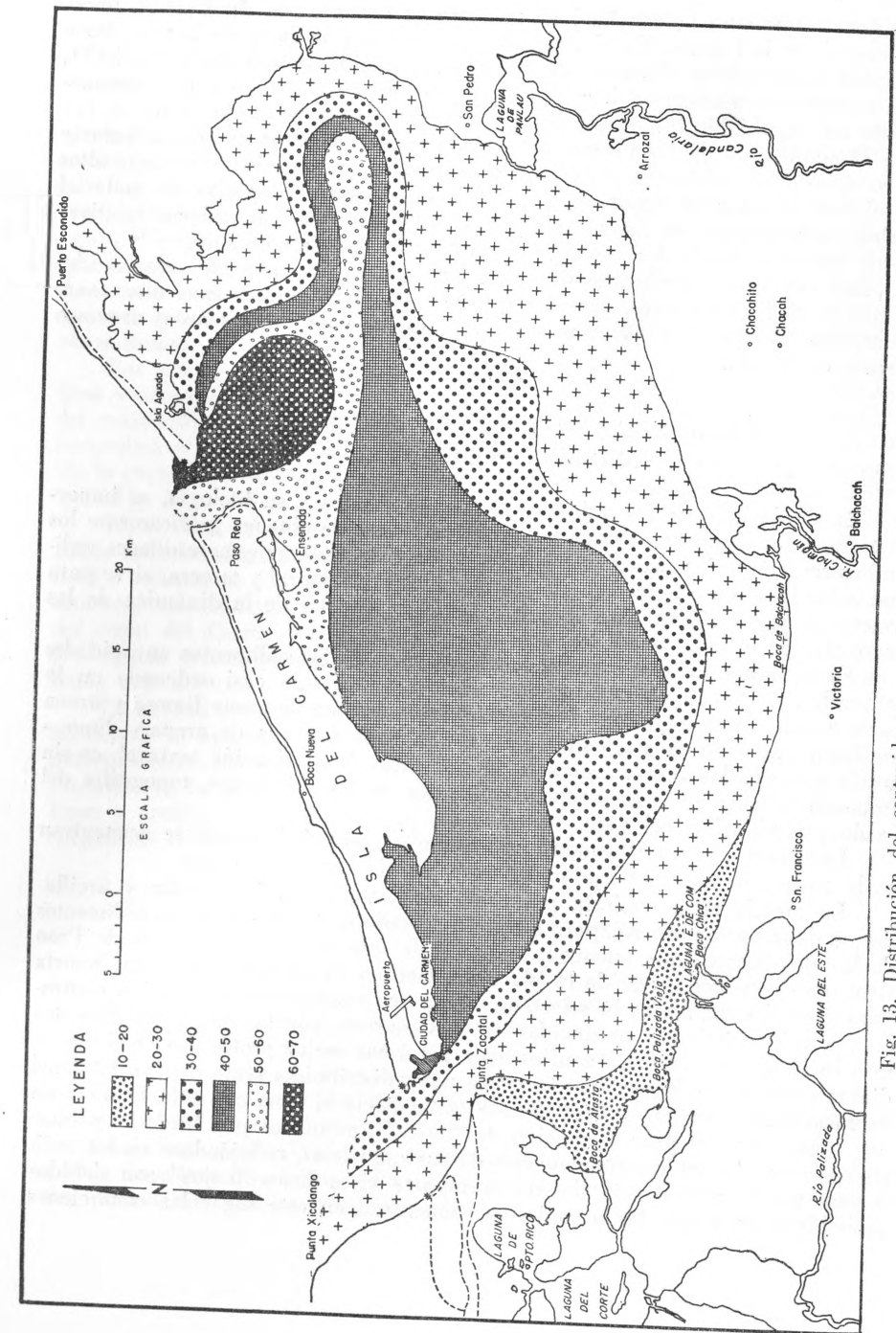


Fig. 12. Curvas de análisis térmico diferencial.

Fig. 13. Distribución del contenido en porcentaje de CaCO_3 de los sedimentos.

conchas y fracciones de conchas) de la barra de arena o isla del Carmen hacia el interior de la laguna. En el área comprendida por la Boca de Atasta, Boca Palizada Vieja y Boca Chica se observa que los valores del contenido de CaCO_3 casi siempre son menores del 20%, debido a que en esa área, existe constantemente una apreciable intensidad de las corrientes derivadas de los ríos.

El significado de los valores del carbonato de calcio no es completamente claro como debía esperarse, sin embargo, los valores son considerablemente altos en el área cercana al canal de Paso Real en donde el depósito de material carbonatado alcanza su mayor capacidad, mientras que hay valores relativamente bajos en donde los depósitos clásticos son más abundantes.

Los valores del carbonato de calcio no están necesariamente relacionados al tamaño de las partículas, debido a que se encuentran algunos muy altos tanto en arcillas limosas de la parte media de la laguna como en las áreas arenosas cercanas a la isla.

LITOLOGIA GENERAL DE LAS UNIDADES DE LOS SEDIMENTOS RECIENTES

La descripción de las unidades de los sedimentos y su litología, es importante por tres razones: primera, es la única forma de obtener gráficamente los límites sedimentarios del área. Segunda, sirve para ilustrar estas unidades sedimentarias basándose únicamente en la terminología textural y tercera, sirve para conocer a partir de su distribución geográfica, mucho de la dinámica de las corrientes en el momento del depósito.

En la figura 11, que muestra la distribución de los sedimentos en unidades texturales, se puede observar que tienden a un arreglo casi ordenado en la parte central de la laguna, consistiendo principalmente de arena limosa y arena arcillosa, mezclándose gradualmente con una zona estrecha de arena —limo— arcilla que casi las rodea. Este arreglo casi ideal de graduación textural, es sin embargo fuertemente alterado por las fuentes de los sedimentos, topografía del fondo y circulación del agua.

Las áreas que no presentan este arreglo general, únicamente se encuentran en la parte noreste y oeste de la laguna y en el canal del Carmen.

La amplia zona cubierta por arena-arcillosa, arena-limo-arcilla y arcilla-limosa de la parte noroeste, parece ser el resultado de la mezcla de los sedimentos de las dos fuentes que tenemos: la corriente que entra por el canal de Paso Real que introduce arena de la isla o del Golfo y el río Candelaria que aporta limo y arcilla. Esta mezcla selectiva parece ser aparentemente también controlada por las corrientes producidas por las mareas, por lo que, los sedimentos más finos, los encontramos confinados a las áreas mejor protegidas al efecto de dichas corrientes y los sedimentos más gruesos distribuidos tanto dentro del canal de Paso Real como en el área de este canal hacia el interior de la laguna; en este lugar hay una gran formación de "bajos" producidos por verdaderos biostromas de moluscos y acumulaciones de sus esqueletos, reflejándose en los sedimentos por la abundancia de su contraparte viva. Estos "bajos" son debidos probablemente a que los organismos encuentran en este lugar las condiciones

medio-ambientales más favorables para su desarrollo por el constante reemplazamiento de la materia que los nutre.

En el área oeste de la laguna, comprendida entre el canal del Carmen y la desembocadura del río Palizada, se puede observar una mayor variación textural de los sedimentos, distribuidos en áreas pequeñas, resultado de la mezcla gradual de los materiales arcillo-limosos, aportados tanto por el río Candelaria como por el río del Este, con la arena de la barra o Isla del Carmen.

La distribución en áreas pequeñas está perfectamente controlada por las corrientes producidas por las aguas de los ríos del Este y Palizada y por las aguas el interior de la laguna cuando baja la marea, en dirección a mar abierto por el canal del Carmen, por lo que las unidades de sedimentos más finos las tenemos a los lados de dichas corrientes cuya dirección está casi perfectamente marcada por la forma en que se distribuyen las unidades arena-limo-arcilla y arena-limosa.

Las bandas de distribución de las unidades arena-limo-arcilla, arena-arcillosa y arena-limosa se agudizan al llegar al canal del Carmen, como resultado del aumento de la velocidad de las corrientes, al unirse y reducirse su área hidráulica al entrar a dicho canal. Este mismo fenómeno tiene como consecuencia la excavación del profundo tajo que alcanza profundidades hasta de 13.5 m (ver Fig. 3).

En el área del canal del Carmen encontramos la única mezcla de las unidades sedimentológicas que no es gradual, pasando directamente de limo arcilloso a sedimentos con más de 70% de arena. El límite entre estas dos unidades está casi marcado por la orilla superior del profundo tajo que tenemos dentro del canal del Carmen; las conchas de moluscos y fracciones de éstas, son los principales constituyentes de la unidad arenosa, aumentando su abundancia hacia mar abierto.

La unidad limo-arcilloso pasa gradualmente a limo-arenoso hacia mar abierto, debido al aporte de arena del mar, conchas y pedazos de éstas, producido principalmente por las olas al actuar sobre los "bajos" o biostromas de moluscos formados en la parte de mar abierto del canal del Carmen y al precipitarse los limos y arcillas acarreadas en suspensión de las aguas de los ríos por el efecto coagulante de las sales disueltas en el agua de mar.

SEDIMENTOS DE LOS ESTUARIOS

El contenido orgánico y restos de plantas, son muy significativos en los sedimentos depositados en los estuarios que encontramos formados en la desembocadura de los ríos a la Laguna de Términos.

Litológicamente, se caracterizan por su abundancia de material fino ($< 4 \phi$ ó $< 62 \mu$), formado por partículas arcillosas acarreadas en suspensión de las aguas de los ríos y precipitados por el efecto coagulante de las sales disueltas en el agua de mar.

Este efecto es facilitado por el movimiento de las mareas, y por los biostromas de ostras que forman diques irregulares en las desembocaduras de los ríos, permitiendo que los estuarios actúen como verdaderos vasos de decantación.

La parte gruesa ($> 4 \phi$) menos abundante de estos sedimentos, está formada casi exclusivamente por fragmentos de ostreas y granos de material terrígeno, compuestos principalmente por minerales de cuarzo, feldespato y ferromagnesianos.

SEDIMENTOS DE LA ISLA O BARRA DE ARENA

Los sedimentos de la isla del Carmen consisten predominantemente de arena, siendo mucho más abundante hacia la costa de mar abierto, en donde da lugar a la formación de una playa muy amplia. Esta misma arena forma, por la acción del viento, pequeños montículos o "dunas" que se encuentran distribuidas a través de la isla.

Tanto las arenas de playa como las que forman las "dunas" son bien clasificadas con valores de 0.25ϕ a 0.30ϕ y están constituidas principalmente por fracciones de conchas de moluscos.

En la parte media de la isla se puede ver en algunos lugares en que se ha excavado la cubierta de arena suelta, la formación de "coquinas" muy fácilmente deleznales.

De la parte media hacia la costa que da a la laguna, se nota un aumento en el contenido limo-arcilloso de los sedimentos, observándose en la mayor parte de esta costa, la formación de grandes abanicos de intermareas y pantanos. En estas áreas los sedimentos contienen el más alto porcentaje de arcillas, sobre todo en las partes bajas que dan lugar a que las aguas de la laguna, bajo el efecto de las mareas, laven intermitentemente dichas áreas; sin embargo, el contenido de arena es cuando menos del 50%. En las partes más altas de esta costa, es notorio encontrar "coquinas" constituidas en su mayor parte de *Balanus* formando capas gruesas y más coherentes que las encontradas en la parte media de la isla.

FUENTES DE LOS SEDIMENTOS

Directa o indirectamente el drenaje combinado de los ríos del Este, Palizada, Chompín y Candelaria, puede ser considerado como la fuente principal de los sedimentos de origen inorgánico, proporcionando principalmente los componentes finos de los sedimentos, además de una cantidad significativa de materia orgánica, fragmentos vegetales, y algunos terrígenos que se encuentran más abundantemente en los sedimentos estuarinos de los ríos del Este y Palizada.

La fuente realmente indirecta de los sedimentos viene a ser el área de mar abierto cercana a la costa, que proporciona sedimentos al interior de la laguna por la fuerte corriente rectilínea clásica de marea, al cruzar el canal de Paso Real.

La fuente orgánica de los sedimentos tiene particular importancia en esta laguna, debido a que los "biostromas" de ostreas, desarrollan una gran actividad en los estuarios formados en la desembocadura de los ríos a la laguna. Otros pequeños "biostromas" de gasterópodos y pecípodos, que encontramos formando los "bajos" del área hacia el interior de la laguna del canal de Paso Real, forman el porcentaje más significativo de los constituyentes de

la fracción gruesa de las muestras en ese lugar, apreciándose bajo el microscopio binocular, que las conchas o fracciones de conchas de estos organismos, forman más del 90%.

Las conchas de foraminíferos constituyen generalmente el 10% de la fracción gruesa de casi todas las muestras.

Otra pequeña cantidad de los sedimentos, es formada a través de procesos autigénicos, siendo la glauconita el constituyente más visible de dichos minerales bajo el microscopio binocular, llegando a constituir en algunas ocasiones hasta el 6% de la fracción gruesa de la muestra.

Las espículas de esponja y las fracciones de briozoarios son otros de los constituyentes biológicos de los sedimentos de la Laguna de Términos. Todo esto y las condiciones ecológicas favorables a la productividad biológica hacen del proceso orgánico la principal y más significativa fuente de los sedimentos de la Laguna de Términos.

Los vientos del NW al soplar sobre las pequeñas dunas de arena que encontramos sobre la Isla del Carmen, contribuyen significativamente en la formación de los sedimentos arenosos a lo largo de su costa que da al interior de la laguna.

AGENTES DE DISTRIBUCIÓN DE LOS SEDIMENTOS

Las olas producidas por los vientos del SE y NW, que son los que más comúnmente soplan sobre la superficie del agua de la Laguna de Términos, determinan ciertas corrientes superficiales que esparcen los sedimentos del fondo, haciendo que el agua llegue a ser bastante turbia en la mayor parte de la laguna.

Las corrientes superficiales producidas gradualmente por los vientos son clásicas en la Laguna de Términos y están generalmente acompañados por un flujo de retorno por debajo de la superficie de las aguas (Fig. 14) cuando éstas son poco profundas y cercanas a la costa. El mecanismo del desarrollo de este tipo de corrientes ha sido tema de diferentes opiniones, unas favoreciéndolo y otras poniéndolo en duda citándose por ejemplo a Gilbert (1914) y Guilcher (1954) quienes atribuyen a este tipo de corrientes el papel principal en la evolución litoral, otros autores, por el contrario, asumen varios testimonios desfavorables entre ellos, Shepard e Inman (1950), quienes afirman que el retorno de las aguas se produce por lo menos en ciertos casos (rip. currents) predominando en áreas cercanas a la costa.

Debido a que los vientos del SE se producen durante el amanecer y soplan en la misma dirección en que entra el agua de los ríos, por la boca de los estuarios a la laguna, incrementan tanto las corrientes del tipo rectilíneo en los canales de mar abierto a la laguna como a las de flujo y reflujo producidas por los vientos y favorecidas también por los movimientos de las mareas (en este caso por la baja marea).

Los vientos del SE y NW son más fuertes durante el invierno, por lo que desarrollan dichas corrientes más efectivamente durante esos meses.

Conforme transcurre el día y debido al fenómeno de desigual calentamiento por el sol de las masas de aire, que se encuentran sobre la tierra y el mar, se originan cambios de densidad y presión que modifican el equilibrio de dichas masas de aire, produciendo durante la mañana una disminución gradual de la intensidad de los vientos del SE, llegando a obtener a medio día, en algunas ocasiones, una completa calma en la superficie de la laguna por la ausencia de los vientos; generándose por la tarde gradualmente también los vientos del NW. Estos vientos al actuar sobre la superficie del agua de la laguna, restan intensidad a las corrientes rectilíneas de mareas y favorecen el desarrollo de las corrientes de flujo y reflujo (Fig. 14) conocidas también como corrientes de convección, influyendo indirectamente en la distribución de los sedimentos del fondo.

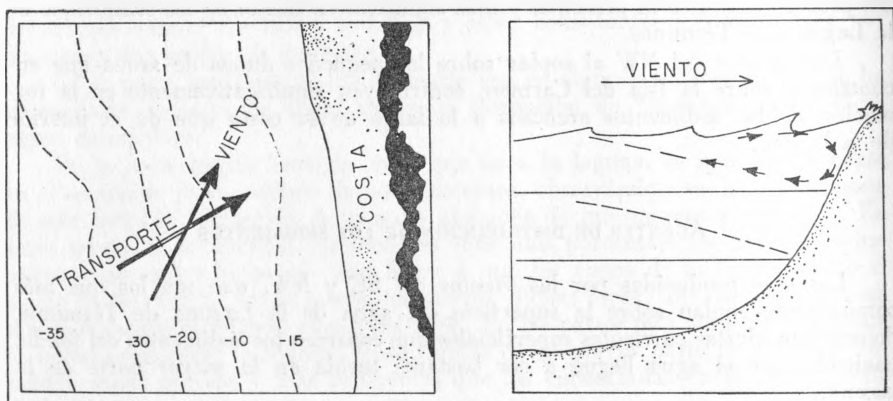


Fig. 14. Ilustración de la acción de las corrientes de flujo y refluo. Basado en Guilcher (1954).

Los pequeños montículos de arena o "dunas" que se encuentran en las áreas cercanas a la costa de mar abierto de la Isla del Carmen, son resultado de los vientos del NW al actuar sobre las arenas de la playa, transportando los granos hacia el interior de la isla.

En general, las corrientes producidas por los vientos son más efectivas en el transporte de los sedimentos en la parte media de la laguna que las corrientes de las aguas que entran por la boca de los estuarios. La transportación por el flujo residual de los ríos, combinada con las corrientes efectuadas gradualmente por los vientos del SE y NW, evidentemente acarrea una gran cantidad de sedimentos hacia la parte central de la laguna. El flujo predominante de las aguas de los estuarios hacia la laguna, es en parte el resultado de la configuración del fondo de la desembocadura de los estuarios producida por los arrecifes de ostras.

Las corrientes generadas por las mareas, son de menor consecuencia en el transporte de los sedimentos en la parte central de la laguna, en relación al trabajo que desarrollan en los canales o pasos de mar abierto a la laguna, en donde prácticamente barren con los sedimentos debido al incremento de velocidad y turbulencia, al reducirse su área hidráulica.

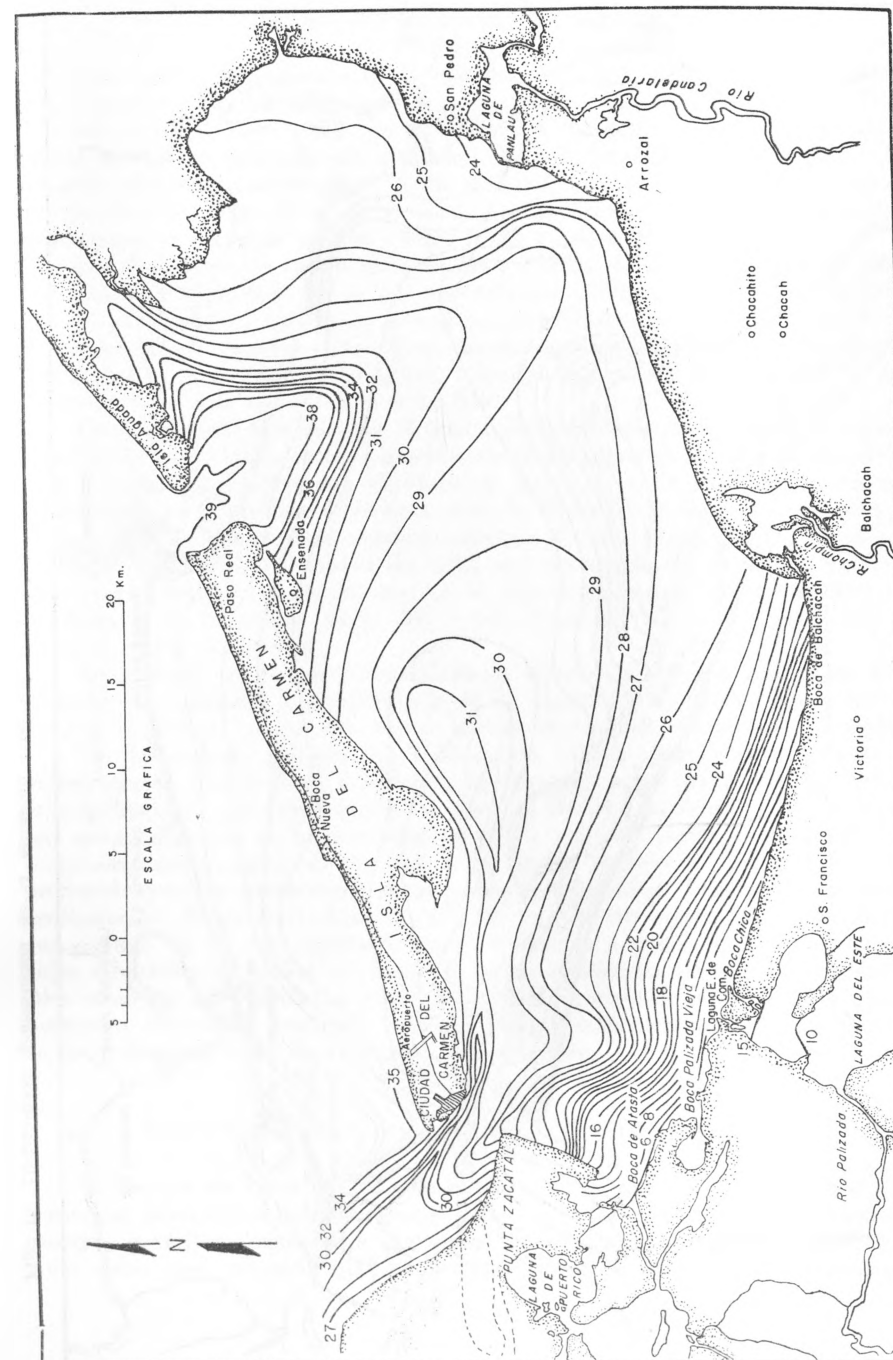


Fig. 15. Distribución generalizada de la salinidad total del agua de la superficie, en partes por mil (marzo-abril de 1959).

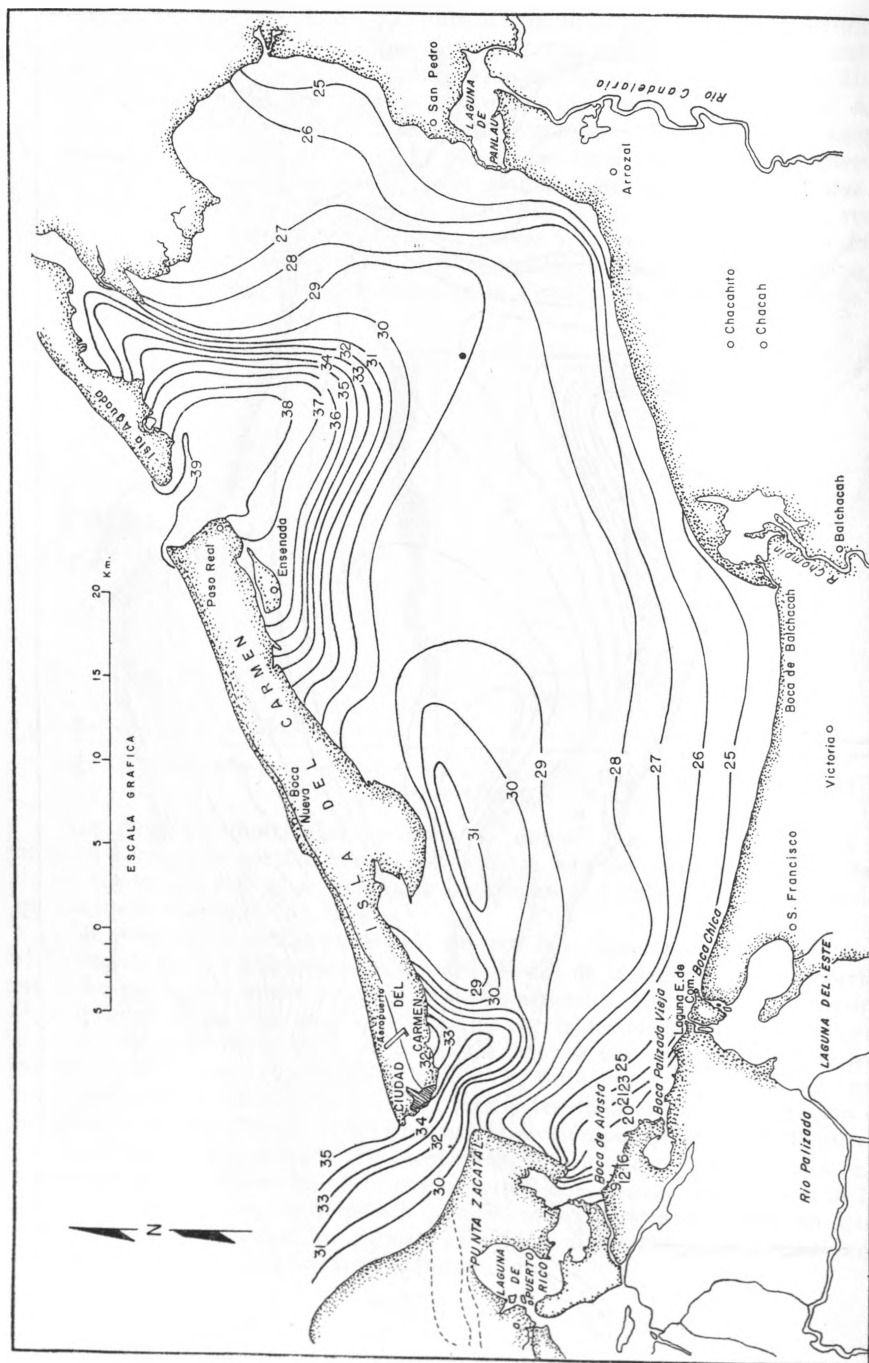


Fig. 16. Distribución generalizada de la salinidad total del agua del fondo, en partes por mil (marzo-abril de 1959).

SALINIDAD Y TEMPERATURA DEL AGUA

Para que la información de la distribución de la salinidad y temperatura sea de gran valor sobre todo como factor ecológico, debe ser amplia y continua.

Sin embargo, aún cuando en la Laguna de Términos se ha obtenido únicamente durante los meses de marzo y abril de 1959, ha sido de gran valor, debido a que los diagramas obtenidos de dicha información, muestran una gran relación con las distintas direcciones de las corrientes producidas por los vientos, mareas y descargas de agua de los ríos (Figs. 6, 15 y 16).

Los diagramas de la distribución generalizada de la salinidad (Figs. 15 y 16) son muy significativos de los movimientos del agua, pudiéndose apreciar que el agua de mar abierto se mueve predominantemente hacia el interior de la laguna por el canal de Paso Real, fundándose en las grandes "intrusiones" que forma el agua con alta salinidad y los pocos cambios que presenta la distribución del fondo con la de la superficie.

En el área más afectada por el aporte de agua dulce de los ríos a la laguna, la salinidad en el fondo cambia mucho menos intensamente que en la superficie, aumentando su salinidad más rápidamente hacia el canal del Carmen. En este canal existe una marcada diferencia entre la distribución de la salinidad en el fondo con la de la superficie, encontrándose en el fondo una pequeña "intrusión" de agua de mar con salinidad de 31‰ incrementando su contenido hacia la parte más profunda mientras que en la superficie, aguas menos salobres, se distribuyen en la mayor parte del canal, disminuyendo su contenido de sal hacia su costa continental.

En general, en la parte central de la laguna, existe una diferencia muy pequeña en salinidad y temperatura de la superficie al fondo, especialmente durante el tiempo en que los vientos dominantes soplan con menor intensidad.

Los factores de salinidad y temperatura son de gran importancia en la sedimentación que se lleva a cabo en las distintas partes de la laguna, debido principalmente a que controlan el crecimiento de los organismos y a que tienen una gran influencia en la precipitación de los coloides arcillosos acarreados en suspensión de las aguas de los ríos a la laguna, debido al efecto electrolítico producido por las variaciones en el grado de salinidad. Este problema de la precipitación de los electrolitos de arcillas por las variaciones de la salinidad, aun cuando no ha sido satisfactoriamente resuelto a pesar de los intensos trabajos desarrollados en los laboratorios de las compañías petroleras americanas tales como los de Whitehouse y Jeffrey (1953), relacionados al proyecto 51 del American Petroleum Institute, resultan muy significativos en la distribución de los sedimentos finos de la Laguna de Términos.

DISTINCION DE LOS AMBIENTES SEDIMENTARIOS

La Laguna de Términos ha sido subdividida en ambientes de depósito y en áreas que presentan condiciones específicas de sedimentación, en las cuales los procesos genéticos (orgánico e inorgánico) y de sedimentación difieren lo bastante como para permitir que se distingan unas de otras. Las características

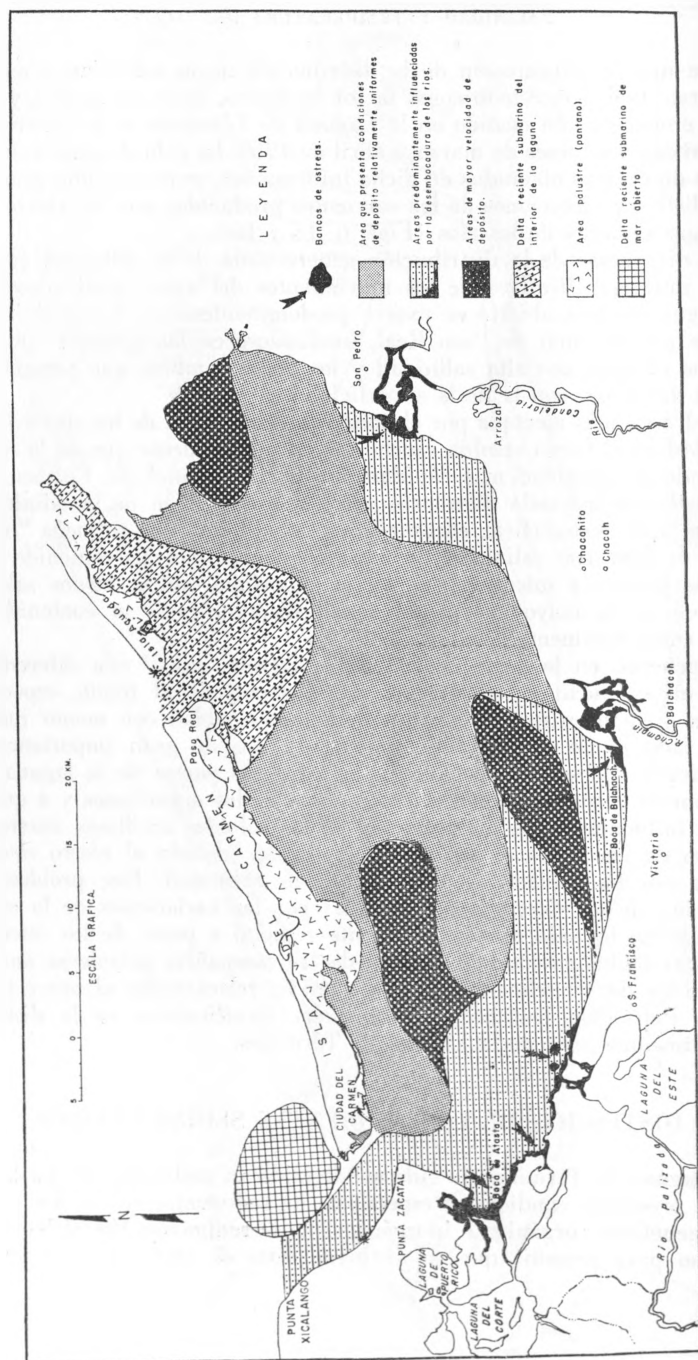


Fig. 17. Distribución de los ambientes de depósito y áreas que presentan condiciones específicas de sedimentación.

que presentan cada una de las muestras de los sedimentos de un determinado medio ambiente, no son exactamente las mismas sino muy semejantes.

La distinción se ha hecho basándose en las principales características que definen el ambiente de depósito de los sedimentos, para lo cual, el análisis de la fracción gruesa bajo el microscopio, el análisis del tamaño de las partículas y el tercer sistema de análisis basado en la colocación en un triángulo de la relación arena-limo-arcilla junto con la consideración de las características ecológicas que forman el medio lagunar marginal clásico de la Laguna de Términos, sirvieron para hacer el diagnóstico de las condiciones generales en el momento del depósito y distinguir los siguientes ambientes, así como las áreas que presentan condiciones específicas de sedimentación.

- 1.—Área que presenta condiciones de depósito relativamente uniformes.
- 2.—Áreas predominantemente influenciadas por la desembocadura de los ríos.
- 3.—Áreas de mayor velocidad de depósito.
- 4.—Delta reciente submarino del interior de la laguna.
- 5.—Área palustre (pantano).
- 6.—Delta reciente submarino de mar abierto.

Ahora bien, debido a la forma en que se ha hecho la distinción, todos los límites son graduales encontrándose generalmente transiciones o interdigitaciones de dos tipos diferentes hacia uno u otro lado mostrándose en la figura 17 la distribución geográfica de los ambientes de depósito y de sus unidades sedimentarias.

Bancos de Ostiones.—Las muestras que se tomaron sobre los bancos de ostreas, no son muy indicativas, debido a la poca profundidad en que fueron tomadas y a la dificultad de tomar muestras representativas; sin embargo, observando las muestras se aprecia que los sedimentos son decididamente diferentes a los de los demás ambientes, consistiendo predominantemente de conchas y fracciones de conchas de ostreas principalmente, *Crassostrea virginica* Gmelin, según Zarur (1961, p. 42).

1.—Área que presenta condiciones de depósito relativamente uniformes. En esta área no se aprecian cambios bruscos en el proceso sedimentario como resultado de una relativa uniformidad de los factores ecológicos que toman parte en dicho proceso, por lo que, aún cuando presenta la mayor extensión geográfica, sin embargo, en el área cercana a la isla del Carmen, la arena constituye comúnmente más del 80% del depósito y de éste, más del 90% consiste en conchas (de foraminíferos, ostrácodos, moluscos, etc.) y fracciones de ellas, disminuyendo muy poco el porcentaje de los principales constituyentes hacia la costa continental, en donde el limo y la arcilla llegan a ser más abundantes. Los minerales terrígenos son relativamente raros y comúnmente no constituyen más del dos por ciento de la fracción gruesa de las muestras. La variación textural queda restringida dentro de los grupos arenosos y la clasificación de los sedimentos es pobre.

2.—*Áreas predominantemente influenciadas por la desembocadura de los ríos.* Los procesos dinámicos juegan el papel más importante en el depósito de los sedimentos dando lugar a que sean pobremente, mal y extremadamente mal clasificados. En los sedimentos de estas áreas predomina, de una manera general, el grupo textural arena-limo-arcilla y se observan algunos materiales terrígenos con abundante materia orgánica como miembro final no-clástico.

3.—*Áreas de mayor velocidad de depósito.* Estas áreas presentan condiciones óptimas de sedimentación, incluyendo restricción en la circulación del agua, debido a que en algunas áreas la asociación del flujo de agua salada con el de agua dulce, adquiere un determinado balance y en otras la pérdida de energía por acción de flujos opuestos, llega muchas veces a producir una relativa estabilidad de los flujos en dichas áreas. Estas condiciones de sedimentación en áreas relativamente quietas de la laguna, dan lugar a los sedimentos peor clasificados y más finos predominando el grupo textural arcilla-limosa.

4.—*Delta reciente submarino del interior de la laguna.* En este ambiente los procesos geológicos se muestran muy activos en el transporte, depósito y clasificación de los materiales sedimentarios, siendo las corrientes a lo largo de la costa las encargadas de mover los materiales eminentemente de origen marino a los lugares cercanos a la costa en donde la acción de las corrientes de flujo y reflujo y las condiciones geográficas del área ayudan para que una gran parte de éstos sean arrastrados hacia el interior de la laguna por las fuertes corrientes rectilíneas clásicas de mareas y otra gran parte sean depositados en la playa por la acción de las olas.

La forma y tamaño de los depósitos que dan lugar al pequeño delta, reflejan la sedimentación permitida tanto por el aporte de material carbonatado, como por la pérdida de energía del agente distribuidor al mezclarse con las aguas relativamente quietas del interior de la laguna. Los sedimentos depositados incluyen materiales gruesos y detritus finos, así como no-clásticos y materia orgánica. Se encuentran alteraciones rápidas de arenas relativamente gruesas de fracciones de conchas en los canales y limos finos y arcillas en los depósitos de aguas tranquilas; algunos de estos materiales finos, son floculados, probablemente por la acción de las sales disueltas en el agua de mar, formando lodos de arcillas carbonatadas típicamente marinas.

Como resultado de esta alteración de condiciones, se observa una notable variación textural, dominando en la parte superior de los depósitos el complejo biológico.

La mayoría de las fracciones gruesas estudiadas, muestran abundantes fibras vegetales junto con agregados calcáreos; las fracciones de conchas forman casi siempre más de la mitad de la muestra, los foraminíferos en algunas muestras son muy escasos y en otras son muy abundantes, sobre todo en las localizadas en las márgenes del delta, y sólo en unas cuantas muestras se encontraron minerales terrígenos.

5.—*Área palustre (pantano).* Esta área sólo ha sido estudiada por observación directa debido a su dificultad de acceso y su limitación se ha hecho

basándose en las fotografías aéreas de contacto de la isla del Carmen y en el mosaico aéreo que sirvió como mapa de localización, al llevar a cabo el trabajo de campo.

6.—*Delta reciente submarino de mar abierto.* Los sedimentos de este delta no han sido estudiados tanto, como aquellos de los demás ambientes; sin embargo, el análisis del tamaño de las partículas de las muestras tomadas en esa área, indican que hay una especial influencia que es causada muy marcadamente por tres tipos distintos de agentes geológicos: 1) La acción de las corrientes rectilíneas clásicas de mareas (hacia la laguna o hacia mar abierto, según baja o sube la marea) incrementada fuertemente hacia mar abierto por la descarga de agua de los ríos. 2) La acción del rompimiento de las olas sobre el frente de los "bajos", depósitos o barras submarinas que constituyen la parte frontal del delta y 3) Las aguas prácticamente muertas de los canales distributarios afectadas por el predominio de los agentes anteriores. En el canal principal, las gravas y arenas de conchas son muy abundantes; en los canales de aguas muertas es notorio que los limos y arcillas son muy abundantes y en las márgenes del delta el limo es aún más abundante.

El estudio de la fracción gruesa mostró en la parte superior de los "bajos" predominio de las fracciones de conchas y en la parte frontal del delta, una gran abundancia de foraminíferos atribuida a la local concentración por el rompimiento de las olas; la glauconita siempre estaba presente en todas las muestras, y la clasificación de los sedimentos varía de muy pobre en el caso de muchos de los sedimentos finos, a extremadamente buena en los materiales de la parte frontal del delta, sujeta a la acción de las olas.

CONCLUSIONES

De la relación que existe entre la distribución por tamaño de los sedimentos y los procesos de sedimentación controlados por los factores ecológicos, se concluye de una manera general que una gran parte de los sedimentos acarreados por los ríos son depositados dentro de la laguna, en donde la relativa estabilidad del medio da lugar a la selectiva sedimentación de los materiales, encontrándose un arreglo casi ordenado de los grupos texturales y notándose además, que el tamaño de las partículas disminuye hacia la costa continental, por lo que este aspecto sugiere que el tamaño de las partículas y su distribución, es una función de la dirección e intensidad de las corrientes dentro de la laguna. El resto de la carga predominante arcillosa, es depositada en el área tanto dentro como inmediatamente afuera del canal de Ciudad del Carmen, dando lugar a la gran concentración de material fino sobre la costa continental hacia el occidente a partir de "Punta Zacatal", notándose en detalle cierta relación entre la batimetría y el tamaño de las partículas, que disminuyen de diámetro, hacia la costa continental, quedando confinadas las zonas de sedimentos gruesos a las partes más profundas.

Este estudio, aun cuando no incluye mediciones de corrientes, proporciona mucha información al respecto, considerando el estudio ecológico por observación directa, la distribución del tamaño de las partículas, la distribución del CaCO_3 , la distribución faunística, la batimetría y haciendo notar que, sobre todo en los canales, la distribución por tamaños de los sedimentos y sus características; atestiguan la acción selectiva de las corrientes de mareas, que barren los sedimentos del fondo hacia mar abierto o hacia la laguna, dejando los más gruesos en las partes más profundas y los más finos en las partes menos influenciadas.

Es interesante notar, por ejemplo, que en el canal de Ciudad del Carmen no existe un cambio gradual de los sedimentos, lo cual parece ser debido a las fuertes corrientes reversibles generadas a lo largo del movimiento principal del agua dentro del canal, cuya dirección es predominantemente hacia mar abierto, al ser influenciada por la descarga de agua de los ríos.

Respecto al canal de Paso Real, es notorio el predominio de las corrientes hacia el interior de la laguna, fundándose en la distribución de la salinidad, en la batimetría, en la formación del pequeño delta submarino del interior de la laguna, en donde los constituyentes de la fracción gruesa de las muestras reflejan una gran influencia de mar abierto, encontrándose abundancia de espículas de esponja, espinas y placas de equinoides, etc. y en la fauna que de una manera general incluye una mezcla de formas eminentemente marinas y salobres, citándose entre las marinas más abundantes la especie *Echinaster sentus* (Say).

según Zarur (1961, p. 40), encontrándose además en los depósitos formados en la parte frontal del delta en donde las aguas son relativamente quietas, sedimentos con una pequeña fracción gruesa en la que los foraminíferos son extremadamente abundantes y los terrígenos excepcionalmente raros.

Aún cuando no ha sido posible, mediante la información obtenida a partir de los análisis de la fracción gruesa de las muestras, llegar a cuantificar la relación del proceso genético orgánico-inorgánico, que pudiese ser cartografiado; siempre existe el predominio de los constituyentes orgánicos, en casi todas las muestras analizadas. Lo anterior y las condiciones ecológicas actuales, tan favorables a la productividad orgánica, hacen considerar al *proceso orgánico* como el principal y más significativo formador de los sedimentos de esta laguna.

Al describir cada uno de los ambientes de depósito y las áreas que presentan condiciones específicas de sedimentación, se ha discutido la especial influencia de los agentes geológicos que producen *características que distinguen a sus sedimentos*, las cuales fue necesario determinar para poder hacer la limitación de cada uno de ellos.

En una forma semejante se cree que se podrían *distinguir las características que presentan las rocas sedimentarias*, con el fin de identificar los ambientes de depósito de las formaciones sedimentarias, tomando únicamente aquellas características que proporcionan datos concretos para hacer un mejor diagnóstico, debido a que hay varias de ellas que podrían servir para diferenciar sedimentos depositados en lagunas marginales, de los de barras de arena o de los de mar abierto.

Ahora bien, es verdad que tanto la fauna de mar abierto como la de lagunas marginales o lugares protegidos de la costa, son fáciles de distinguir en la mayoría de las formaciones sedimentarias que encontramos en la columna geológica; sin embargo, las delicadas conchas de muchos organismos típicamente marinos, son comúnmente destruidas en aguas turbulentas poco profundas de mar abierto o en un ambiente litoral (de playa), pero pueden ser preservadas en los lugares protegidos a donde han sido transportadas, *como en el caso de los depósitos deltaicos submarinos del interior de la laguna*.

Por otra parte, es fácil hacer una estricta diferencia faunística con la presencia de arrecifes de ostras, los cuales siempre se encuentran en la desembocadura de los ríos en la mayor parte del Golfo de México, en donde debido a que existe un ambiente reductor de la salinidad, es favorable para el desarrollo sobre todo de la familia Ostreidae, según Zarur (1961, p. 42), que es la más común de las formadoras de arrecifes de ostiones.

Algunas de las características físicas que presentan los sedimentos de cada uno de los distintos ambientes de depósito, pueden ayudar en el diagnóstico de su diferenciación; por ejemplo, entre las características que presentan los ambientes del área de la Laguna de Términos, incluyen de una manera general, la gran abundancia de limo en la parte hacia mar abierto, siendo mucho más escaso en el interior de la laguna en donde la arena y la arcilla son mucho más abundantes, mientras que los de la isla o barra de arena pueden fácilmente diferenciarse de los anteriores por su alto contenido de arena, mostrando también abundancia en una franja estrecha paralela a su costa.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AYALA-CASTAÑARES, A. (1963). *Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México*. Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol. n. 67, pt. 3, 130 p., 60 figs., 11 láms.
- FOLK, L. R. (1959). *Petrology of Sedimentary rocks*. Hemphill's Book Co., Austin, 151 p.
- GARCÍA-CUBAS JR., A. (1963). *Sistemática y distribución de los micromoluscos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México*. Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol. n. 67, pt. 4, 55 p., 24 figs., 4 láms.
- GILBERT, C. K. (1914). *The transportation of debris by running water*. United States Geol. Surv., Prof. Paper, 86, 263 p., 3 láms.
- GRIM, R. E. (1962). *Applied Clay Mineralogy*. McGraw-Hill Book Co. New York, 422 p., 8-11 figs.
- GRIPENBERG, S. (1938). *Mechanical Analysis*. in *Recent Marine Sediments*. American Assoc. Petrol. Geol., Tulsa, Okla., p. 533-557, 4 figs.
- GUILCHER, A. (1954). *Morphologie littorale et sous-marine*. Presses Universitaires de France, 247 p.
- INMAN, D. L. (1952). *Measures for describing the size distribution of sediments*. Jour. Sed. Petrol., v. 22, n. 3, p. 125-145.
- INMAN, D. L. and CHAMBERLAIN, T. K. (1955). *Particle-size distribution in nearshore sediments*. in *Finding Ancient Shorelines*. Soc. Econ. Paleont. Mineral. Spec. Publ., 3, p. 106-127, 13 figs.
- KRUMBEIN, W. C. (1936). *Application of logarithmic moments to size frequency distributions of sediments*. Jour. Sed. Petrol., v. 6, n. 1, p. 35-49.
- SHEPARD, F. P. (1948). *Submarine Geology*. Harper and Brothers. New York. 348 p.
- (1956). *Marginal sediments of Mississippi Delta*. Bull. American Assoc. Petrol. Geol., v. 40, n. 11, p. 865-954, 46 figs.
- SHEPARD, F. P. and INMAN, D. L. (1950). *Nearshore water circulation related to bottom topography and wave refraction*. Trans. American Geophys. Union. t. 31, p. 196-212.
- SHEPARD, F. P. and MOORE, D. G. (1955). *Central Texas coast sedimentation*. Bull. American Assoc. Petrol. Geol. v. 39, n. 8, p. 1463-1593, 75 figs.
- SILVA-BÁRCENAS, A. (1963). *Sistemática y distribución de los géneros de diatomeas de la Laguna de Términos, Campeche, México*. Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol. n. 67, pt. 2, 31 p., 12 figs.
- TAMAYO, J. L. (1946). *Datos para la hidrología de la República Mexicana*. Inst. Panamericano Geogr. Hist. Publ. 84, 2 v.

- WHITEHOUSE, U. G. and JEFFREY, L. M. (1953). *Differential settling velocities of kaolinitic, montmorillonitic and illitic clays in saline water. Chemistry of marine sedimentation*. Texas A. and M. Res. Found. Proj. 34A, Tech. Rept., n. 1, 31 p.
- YÁÑEZ C., A. (1961). *Estudio de la Batimetría y Sedimentos Recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México*. Tesis Prof. E.S.I.A. Inst. Politéc. Nal., 57 p., 13 figs.
- ZARUR, A., (1961). *Estudio biológico preliminar de la Laguna de Términos (Campeche)*. Tesis Prof. Fac. Ciencias. Univ. Nal. Autón. México, 69 p., 5 figs.

Se terminó de imprimir el día 27 de diciembre de 1963 en los Talleres Gráficos de la EDITORIAL INTERCONTINENTAL, S. A., Calle Geranio N° 262, Col. Sta. María Insurgentes. México 4, D. F.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE GEOLOGIA

BOLETIN

- 59.—SALAS, G. P., MOOSER, F., LEDEZMA, O., MAYER, F., PEREZ SILICEO, R. y SCHMITTER, E. (1959). *Los depósitos de bauxita en Haití y Jamaica y posibilidades de que exista bauxita en México*. 111 p. \$ 30.00 M. N. \$ 3.00 Dlls.
- SALAS, G. P. *Los depósitos de bauxita en Haití y Jamaica y posibilidades de que exista bauxita en México*. p. 9-42, 16 figs.
- MOOSER, F. y LEDEZMA, O. *Exploración en busca de bauxitas en Paso de Acultzingo, Ver. y parte del Valle de Tehuacán, Pue.* p. 43-50, 1 mapa.
- MOOSER, F., LEDEZMA, O. y MAYER, F. *Exploración en busca de bauxitas en los límites de los estados de Puebla y Veracruz*. p. 53-69.
- LEDEZMA, O. *Exploración en busca de bauxitas en la zona de Tuxtepec, Oax.* p. 71-80, 18 figs., 1 mapa.
- MAYER, F. *Exploración en busca de bauxitas en la zona de Temaxcal, Oax.* p. 81-93, 18 figs.
- PÉREZ SILICEO, R. *Muestreo de lateritas a lo largo de la carretera entre Tulancingo, Hgo. y Necaxa, Pue., para la investigación de bauxitas*. p. 95-104, 1 mapa, 6 cuadros.
- SCHMITTER, E. *Clasificación basada en el análisis térmico diferencial de materiales arcillosos colectados en diferentes regiones del país*. p. 105-111, 5 figs.
- 60.—FRIES JR., C. (1960). *Geología del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México*. 236 p., 22 láms., 24 figs., 3 mapas, 1 croquis. \$ 40.00 M. N. \$ 4.00 Dlls.
- 61.—BLÁSQUEZ L., L., MOOSER, F., REYES LAGOS, A. y LORENZO, J. L. (1961). *Fenómenos geológicos de algunos volcanes mexicanos*. 108 p. \$ 20.00 M. N. \$ 2.00 Dlls.
- BLÁSQUEZ L., L. *Los géiseres, solfataras y manantiales de la Sierra de San Andrés, Mich.* p. 1-37, 9 figs., 1 carta.
- BLÁSQUEZ L., L. *Las posibles fuentes de energía geotérmica en la República Mexicana*. p. 39-46.

- MOOSER, F. y REYES LAGOS, A. *El grupo volcánico de las Tres Virgenes, Mpio. de Santa Rosalía, Territorio de Baja California*. p. 47-48, 1 fig.
- MOOSER, F. *Los volcanes de Colima*. p. 49-71, 14 figs.
- REYES LAGOS, A. *Las nuevas solfataras del Volcán de Colima*. p. 73-75.
- LORENZO, J. L. *Notas sobre Geología Glacial del Nevado de Colima*. p. 77-92, 12 figs.
- BLÁSQUEZ L., L. *Los glaciales de México*. p. 93-108, 7 figs., 4 tablas.
- 62.—DE CSERNA, Z. *Reconocimiento geológico en la Sierra Madre del Sur, entre Chilpancingo y Acapulco, Estado de Guerrero*. (en prensa) (in press)
- 63.—SCHMITTER, E. y ROJAS DE GÓMEZ, R. (1962). *Contribución al estudio de minerales y rocas*. 66 p. \$ 30.00 M. N. \$ 3.00 Dlls.
- I.—SCHMITTER, E. *Curvas de análisis térmico diferencial cualitativo obtenidas de estudios de bauxitas, arcillas bauxíticas y otros minerales*. p. 1-57, 31 figs.
- II.—ROJAS DE GÓMEZ, R. *Estudio de un nuevo método para la determinación de alúmina por titulación*. p. 59-66, 2 tablas.
- 64.—FRIES JR., C. Editor (1962). *Estudios geocronológicos de rocas mexicanas*. Partes 1-6, Apéndice. 151 p. \$ 30.00 M. N. \$ 3.00 Dlls.
- Pt. 1.—FRIES JR., C. *Reseña de los métodos principales empleados en las determinaciones isotópicas de edad*. p. 1-9.
- Pt. 2.—DAMON, P. E., LIVINGSTON, D. E., MAUGER, R. L., GILETTI, B. J. y PANTOJA-ALOR, J. *Edad del Precámbrico "Anterior" y de otras rocas del zócalo de la región de Caborca-Altar de la parte noroccidental del Estado de Sonora*. p. 11-44, 4 figs., 6 tablas.
- Pt. 3.—FRIES JR., C., SCHMITTER, E., DAMON, P. E. y LIVINGSTON, D. E. *Rocas precámbricas de edad grenvilliana de la parte central de Oaxaca en el sur de México*. p. 45-53, 3 tablas, 1 lám.
- Pt. 4.—FRIES JR., C., SCHMITTER, E., DAMON, P. E., LIVINGSTON, D. E. y ERICKSON, R. *Edad de las rocas metamórficas en los cañones de Peregrina y de Caballeros, parte centro-occidental de Tamaulipas*. p. 55-69, 1 fig., 1 lám., 1 tabla.
- Pt. 5.—DE CSERNA, Z., SCHMITTER, E., DAMON, P. E., LIVINGSTON, D. E. y KULP, L. *Edades isotópicas de rocas metamórficas del centro y sur de Guerrero y una monzonita cuarcífera del norte de Sinaloa*. p. 71-84, 1 fig., 2 lám., 3 tablas.
- Pt. 6.—FRIES JR., C. *Lista de fechas geoquímicas reportadas para minerales y rocas mexicanas con comentarios sobre su significado geológico y geotectónico*. p. 85-109, 3 figs., 1 tabla.
- Apéndice.—FRIES JR., C. *Lista de fechas de radio-carbono correspondientes a muestras mexicanas*. p. 111-151, 1 tabla.
- 65.—ENCINO DE LA VEGA, S (1963). *Estudio mineralógico y petrográfico de algunos domos salinos del Istmo de Tehuantepec*. (en prensa) (in press)
- 66.—FABREGAT, J. F. (1963). *Revisión crítica de los minerales mexicanos; I.—La Boleita*: (en prensa) (in press)
- 67, Pt. 1.—YÁÑEZ, A. (1963). *Batimetría, salinidad, temperatura y distribución de los sedimentos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México*. 47 p, 17 figs. \$ 20.00 M. N. \$ 2.00 Dlls.
- Pt. 2. SILVA-BÁRCENAS, A. (1963). *Sistemática y distribución de los géneros de diatomeas de la Laguna de Términos, Campeche, México*. 31 p., 12 figs. \$ 15.00 M. N. \$ 1.50 Dlls.
- Pt. 3. AYALA-CASTAÑARES, A. (1963). *Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México*. 130 p., 60 figs., 11 láms. \$ 50.00 M. N. \$ 4.00 Dlls.
- Pt. 4. GARCÍA-CUBAS JR., A. (1963). *Sistemática y distribución de los micromoluscos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México*. 55 p., 24 figs., 4 láms. \$ 30.00 M. N. \$ 3.00 Dlls.

Para obtener estas publicaciones o información sobre boletines anteriores y demás publicaciones del Instituto de Geología, dirigirse a:

Oficina de Publicaciones
Instituto de Geología
Ciudad Universitaria
México 20, D. F.
MEXICO.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE GEOLOGIA

DIRECTOR: ING. GUILLERMO P. SALAS

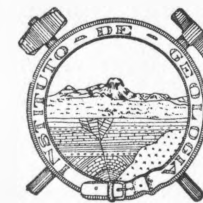
BOLETIN NUMERO 67, PARTE 2

**SISTEMATICA Y DISTRIBUCION DE LOS GENEROS
DE DIATOMEAS DE LA LAGUNA DE TERMINOS,
CAMPECHE, MEXICO**

TRABAJO REALIZADO CON LA APORTACION ECONOMICA
NSF-19105 DE LA NATIONAL SCIENCE FOUNDATION
DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.

POR

ANGEL SILVA-BARCENAS



MEXICO, D. F.

1963

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

RECTOR:

Dr. Ignacio Chávez

SECRETARIO GENERAL:

Dr. Roberto L. Mantilla Molina

COORDINADOR DE LA
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA:

Dr. Ignacio González Guzmán

INSTITUTO DE GEOLOGIA

Ciudad Universitaria

México 20, D. F.

DIRECTOR:

Ing. Guillermo P. Salas

SECRETARIA:

Ma. Guadalupe Sáenz A.

NÚMERO EDITADO POR:

Agustín Ayala-Castañares

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE GEOLOGIA

DIRECTOR: ING. GUILLERMO P. SALAS

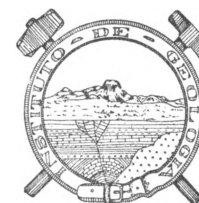
BOLETIN NUMERO 67, PARTE 2

**SISTEMATICA Y DISTRIBUCION DE LOS GENEROS
DE DIATOMEAS DE LA LAGUNA DE TERMINOS,
CAMPECHE, MEXICO**

TRABAJO REALIZADO CON LA APORTACION ECONOMICA
NSF 19105 DE LA NATIONAL SCIENCE FOUNDATION
DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

POR

ANGEL SILVA-BARCENAS



MEXICO, D. F.

1963

INDICE GENERAL DEL
BOLETIN NUMERO 67

- PARTE 1.—Batimetría, salinidad, temperatura y distribución de los sedimentos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Por Amado Yáñez C.*, 47 p., 17 figs.
- PARTE 2.—Sistemática y distribución de los géneros de diatomeas de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Por Angel Silva-Bárcenas*, 31 p., 12 figs.
- PARTE 3.—Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Por Agustín Ayala-Castañares*, 130 p., 60 figs., 11 láms.
- PARTE 4.—Sistemática y distribución de los micromoluscos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Por Antonio García-Cubas Jr.*, 55 p., 24 figs., 4 láms.

CONTENIDO

	Pág.
PROLOGO	IX
RESUMEN	1
INTRODUCCION	1
UBICACION DE LAS MUESTRAS ESTUDIADAS Y BREVE DESCRIPCION DE LA LAGUNA DE TERMINOS	3
METODOS DE PREPARACION Y ESTUDIO	5
Preparación	6
Estudio	6
DISTRIBUCION DE LOS GENEROS DE DIATOMEAS	8
SISTEMATICA	12
CONCLUSIONES	28
RECOMENDACIONES	29
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	30
ILUSTRACIONES	
Fig. 1. Mapa que muestra la distribución de las estaciones de observación y muestreo. Las muestras estudiadas se marcan con círculos rellenos	4
Fig. 2. Esquema mostrando el "England Finder"	7
Fig. 3. Cuadro de concentración de datos	9
Fig. 4. Distribución de los porcentajes de Pennales/Centrales	11
Fig. 5. Distribución de los porcentajes del género <i>Biddulphia</i>	14
Fig. 6. Distribución de los porcentajes del género <i>Coscinodiscus</i>	16
Fig. 7. Distribución de los porcentajes del género <i>Cymatosira</i>	17
Fig. 8. Distribución de los porcentajes del género <i>Fragilaria</i>	19
Fig. 9. Distribución de los porcentajes del género <i>Grammatophora</i>	21
Fig. 10. Distribución de los porcentajes del género <i>Melosira</i>	22
Fig. 11. Distribución de los porcentajes del género <i>Navicula</i>	24
Fig. 12. Distribución de los porcentajes del género <i>Nitzschia</i>	25

PROLOGO

Durante la vigésima sesión del Congreso Geológico Internacional, celebrada en la ciudad de México, en 1956, el suscrito fue invitado, en su calidad de Director del Instituto de Geología, a visitar un barco, propiedad de la Institución Scripps de Oceanografía, de la Universidad de California, que atracó en el puerto de Acapulco.

En esa visita estableció relaciones con varios científicos, cambiando impresiones con ellos, de donde le surgió un profundo interés por la Oceanografía y Geología Marina. Dicho interés se acrecentó con la lectura de publicaciones sobre estudios de esas especialidades, percatándose de la inminente necesidad de iniciar investigaciones en esas disciplinas, de primordial importancia para el desarrollo científico-técnico del país, abriéndose para la Dirección del Instituto nuevos horizontes de investigación científica original, que vinieron a llenar el hueco creado por la falta de estudios sedimentológicos, geoquímicos y oceanográficos dentro del Instituto.

En el mes de julio de 1958, el suscrito tuvo oportunidad de visitar la Institución Scripps de Oceanografía, invitado para hablar ante un grupo de sus investigadores, sobre los recursos naturales no renovables de México.

Con estos antecedentes y consciente de la necesidad de preparar debidamente a su personal en Oceanografía y Geología Marina, el Instituto de Geología celebró un convenio de asistencia mutua y cooperación, con el Dr. Roger Revelle, en esa época Director de la Institución Scripps. Mediante ese convenio fue posible que algunos de los científicos del Instituto visitaran la citada Institución, permaneciendo durante algún tiempo en íntimo contacto con sus investigadores, aprendiendo los métodos de trabajo más avanzados en esas ciencias. Con el mismo fin, se envió personal a cruceros oceanográficos y exploraciones en los litorales mexicanos o en el extranjero.

Se hicieron convenios similares con el Instituto de Ciencias Marinas de la Universidad de Texas y con el Colegio de Agricultura y Mecánica de Texas, para efectuar estudios oceanográficos en el Golfo de México. En ellos participó el Dr. F. Bonet, representando al Instituto de Geología. Los resultados de los estudios han sido publicados en parte por revistas extranjeras y en un futuro próximo se publicarán en esta serie el estudio del Dr. F. Bonet sobre un pozo perforado por el Instituto de Geología en la Isla Pérez del Arrecife Alacranes y el estudio de la Sistemática y distribución de los foraminíferos del mismo arrecife, por el Biól. A. Ayala-Castañares, en colaboración con la Biól. C. González.

El primer proyecto autónomo del Instituto de Geología, iniciado en el año de 1959, lo constituye el estudio geológico marino y terrestre de la Laguna de Términos en el Estado de Campeche. El trabajo de campo lo realizó el Ing.

A. Yáñez, bajo la supervisión de los doctores F. B. Phleger y J. R. Curray de la Institución Scripps, empleando en su mayoría equipo prestado por ellos.

De esa manera se colectaron los primeros datos y muestras para estudio, procediéndose a establecer el Departamento de Sedimentología, para cuya organización se contó con la ayuda decisiva del Dr. F. B. Phleger de la Institución Scripps y del Dr. F. Bonet del Instituto de Geología. Quedó a cargo de dicho Departamento el Ing. A. Yáñez, quien estudió la batimetría, salinidad, temperatura y distribución de la fracción inorgánica de los sedimentos.

La fracción orgánica de los sedimentos fue estudiada en el Departamento de Micropaleontología, donde realizaron trabajos sobre distribución de las diatomeas, foraminíferos y micromoluscos, todos ellos con fines sedimentológicos y ecológicos.

El objeto inmediato del proyecto fue hacer una descripción adecuada de la laguna, tratando de conocer la dinámica de los procesos sedimentarios que se realizan en el área, para definir su origen y evolución. El objeto mediano, especialmente interesante, es sumar los resultados de estas investigaciones con los de trabajos similares hechos por investigadores extranjeros, dentro o fuera del país, para determinar el modo en que los sedimentos reflejan las condiciones ambientales y posteriormente, por comparación, interpretar convenientemente las condiciones de depósito de sedimentos fósiles, lo que permitirá elaborar mapas paleogeográficos correctos, de especial interés para la exploración petrolera.

Después de cuatro años de labores, gran parte de los cuales se dedicaron a preparar el personal especializado requerido, quedó terminada la primera parte del proyecto, que puede considerarse un reconocimiento de la laguna, tendiente al conocimiento general de su dinámica y ecología, para poder precisar problemas específicos por resolver, que permitan definir con certeza su origen y evolución. Todos los estudios de la Laguna de Términos estuvieron bajo la supervisión del Biól. A. Ayala-Castañares, del Departamento de Micropaleontología del Instituto de Geología, con la íntima colaboración del Dr. F. B. Phleger.

Esas investigaciones fueron posibles gracias a la ayuda de la Secretaría de Marina, Gerencia de Exploración de Petróleos Mexicanos e Instituto Tecnológico de Veracruz y la Aportación Económica NSF-19105, de la National Science Foundation de los Estados Unidos de América, para desarrollar investigaciones en las lagunas litorales del Golfo de México.

Por lo tanto, este Boletín, que consta de cuatro trabajos publicados separadamente como partes 1 a 4, es especialmente significativo para el Instituto de Geología, pues marca el comienzo de una serie de publicaciones sobre Oceanografía y Geología Marina, estudiando los casi inexplorados litorales mexicanos, su plataforma continental y las formaciones que se han desarrollado sobre ella, como son los arrecifes y cayos cercanos o distantes de sus costas.

La información aportada en los cuatro trabajos citados resulta insuficiente para satisfacer los objetivos del proyecto, por lo que debe necesariamente complementarse con estudios detallados que permitan conocer las variaciones de los distintos factores ecológicos durante las distintas estaciones del año, para

correlacionarlos con la productividad relativa de microorganismos formadores del sedimento y de ese modo conocer la variabilidad relativa en productividad orgánica y velocidad relativa de depósito en el área. También es preciso estudiar detalladamente, tanto en la superficie como en el subsuelo, la Isla del Carmen, además de muestrear convenientemente el litoral y la plataforma continental frente a la laguna. Algunos de esos trabajos ya se iniciaron y se continuarán por varios años.

Este trabajo, titulado "Sistemática y distribución de los géneros de diatomeas de la Laguna de Términos, Campeche, México", por el Biól. A. Silva-Bárcenas, constituye la parte 2 del Boletín que se complementa con los estudios siguientes: "Batimetría, salinidad, temperatura y distribución de los sedimentos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México", por el Ing. A. Yáñez (parte 1); "Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México", por el Biól. A. Ayala-Castañares (parte 3); y "Sistemática y distribución de los micromoluscos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México", por el Biól. A. García-Cubas Jr. (parte 4).

El programa de investigaciones en las lagunas litorales se complementa con investigaciones en la Laguna Madre, en el Estado de Tamaulipas, en proceso de desarrollo y en la Laguna de Tamiahua, en el Estado de Veracruz, que se iniciará a principios de 1964, quedando de ese modo cubiertas las tres lagunas más grandes del litoral mexicano en el Golfo de México.

Es de esperarse que en el futuro, contando con mayores recursos económicos y experiencia, puedan realizarse proyectos más ambiciosos que el presente, tanto en las lagunas litorales como en mar abierto, cubriendo no sólo los aspectos geológicos, sino también los biológicos, mediante la colaboración con los centros especializados, para hacer más completo el estudio de las zonas escogidas.

Guillermo P. Salas.
Director.

*SISTEMATICA Y DISTRIBUCION DE LOS GENEROS
DE DIATOMEAS DE LA LAGUNA DE TERMINOS,
CAMPECHE, MEXICO.**

ANGEL SILVA-BÁRCENAS **

R E S U M E N

Comprende el estudio sistemático y de distribución de los géneros de diatomeas identificados en muestras de sedimentos recientes de La Laguna de Términos, Campeche, México. Se incluyen un cuadro de concentración con los porcentajes de cada género en las localidades estudiadas y mapas de distribución de algunos géneros significativos.

I N T R O D U C C I O N

En 1959 el Instituto de Geología emprendió una serie de investigaciones sobre Geología Marina y Oceanografía en lagunas litorales del Golfo de México, tendientes a conocer fundamentalmente su dinámica y condiciones de sedimentación.

Dentro de ese proyecto, del cual la Laguna de Términos es la primera parte, se han realizado algunos estudios generales sobre la batimetría, salinidad, temperatura y sedimentos (Yáñez, 1963), foraminíferos (Ayala-Castañares, 1963), micromoluscos (García-Cubas, 1963) y ostrácodos (G. Morales, en preparación).

El objeto de esta contribución, es determinar las formas presentes de diatomeas, averiguar sus tendencias de distribución y correlacionarlas con los factores ecológicos conocidos en la Laguna de Términos, como son la batimetría, salinidad en el fondo y superficie, temperatura superficial, porcentaje de CaCO_3 en el sedimento, tipo de fondo y vegetación sumergida, para conocer hasta qué grado reflejan la dinámica de la laguna.

* Trabajo presentado en el Segundo Congreso Mexicano de Botánica, San Luis Potosí, S. L. P. Septiembre de 1963.

** Investigador Auxiliar de Tiempo Parcial. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Aunque inicialmente no se pensó estudiar las diatomeas contenidas en los sedimentos de esa área, se hizo necesario emprender esta investigación, tomando en cuenta que pueden proporcionar información muy valiosa para un mejor entendimiento de los complejos procesos sedimentológicos que ahí ocurren, así como las íntimas relaciones sedimentarias que deben existir entre dichas protofitas y algunos restos animales, particularmente foraminíferos.

Por no haberse proyectado desde un principio este trabajo, no se dispuso de muestras adecuadas que permitieran realizar estudios completos. Para las siguientes investigaciones del proyecto, que son la Laguna Madre, Tamaulipas y Laguna de Tamiahua, Veracruz, se están colectando muestras de núcleo exclusivamente para el análisis de su contenido en diatomeas, que indudablemente proporcionarán mejor información.

En general se desconoce la microflora de diatomeas en las costas mexicanas, a pesar que su estudio es de especial interés, particularmente como factor dinámico que determina la distribución de otros seres vivos, principalmente foraminíferos, que contribuyen de manera muy importante en los procesos de sedimentación de lagunas y océanos. Hasta donde el autor tiene noticia, esta modesta investigación es la primera que se realiza en su tipo con materiales procedentes de la República Mexicana.

En este estudio se analizan las diatomeas encontradas en 18 muestras de sedimentos recientes, colectadas en la Laguna de Términos, Campeche, durante los meses de marzo y abril de 1959, por A. Yáñez, Investigador Científico del Instituto de Geología.

Se considera a las diatomeas como partículas minerales componentes del sedimento y fue estudiada la distribución de los porcentajes de los géneros, considerando indistintamente a las formas planctónicas y bentónicas.

En la lista Sistemática los géneros se arreglaron por orden alfabético, empleándose como bibliografía básica para las determinaciones, los trabajos de Kanaya (1957, 1959), Cleve-Euler (1951-1953), Cupp (1943), Boyer (1927), Wolle (1824), Van Heurck (1896) y algunos otros. No se ilustra ningún ejemplar representativo de los géneros hallados, debido al carácter preliminar del trabajo y porque, al continuar las investigaciones con estudios más detallados, se hará la descripción e ilustración de los diferentes géneros y especies.

Los ejemplares estudiados se encuentran depositados en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Esta investigación se desarrolló con ayuda de la Secretaría de Marina del Gobierno de México y la Aportación Económica NSF-19105 de la National

Science Foundation de los Estados Unidos de América, a quienes el Instituto de Geología agradece su colaboración.

El autor agradece la valiosa ayuda de las personas siguientes, sin la cual no se hubiera terminado este estudio: G. P. Salas, Director del Instituto de Geología, por su constante estímulo; A. Ayala-Castañares y A. R. V. Arellano, Instituto de Geología, por sus orientaciones y revisión del manuscrito original. Asimismo se agradece la colaboración, por sugerencias y proporcionando bibliografía, de los distinguidos especialistas: T. Kanaya, Department of Geology, Tohoku University, Sendai; A. Van Der Werff, Geologische Dienst; K. Oshite, Hakodate, University; M. B. Florin, University of Uppsala; S. Archangelsky, Universidad Nacional de La Plata; H. D. Dahm, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen; y G. D. Hanna, California Academy of Sciences.

UBICACION DE LAS MUESTRAS ESTUDIADAS Y BREVE DESCRIPCION DE LA LAGUNA DE TERMINOS

Comprende el análisis de 18 muestras de sedimento, seleccionadas convenientemente, de la red de estaciones de observación y muestreo en la Laguna de Términos, de manera que se estudiaran materiales representativos de las bocas, porción central, marginal y esteros del área. La figura 1 muestra la red de estaciones mencionadas, habiéndose rellenado los círculos correspondientes a las estaciones estudiadas.

La Laguna de Términos, Campeche, es una entrante de agua poco profunda, casi paralela a la línea de costa, de occidente a oriente, con su parte más angosta hacia la porción occidental, donde los factores ecológicos probablemente son más variables, debido a las desembocaduras fluviales, esteros y lagunas interiores de las inmediaciones.

En la figura 3 se incluyen los datos de profundidad, salinidad, temperatura y porcentaje de carbonato de calcio del sedimento.

Con excepción de Boca Ciudad del Carmen y Boca de Paso Real, donde hay canales más profundos, el resto de la laguna tiene profundidades que varían entre una y dos brazas.

La salinidad del agua es muy variable en las distintas épocas del año, dependiendo fundamentalmente del aporte de agua dulce de los ríos. Así por ejemplo, según los datos de marzo-abril de 1959, pudo subdividirse en una zona Pleiomesohalina, correspondiente a los esteros y lagunas interiores, una zona Polihalina, que comprende a la mayor parte del área y una zona Ultrahalina, fundamentalmente en la Boca de Paso Real y sus proximidades, según la no-

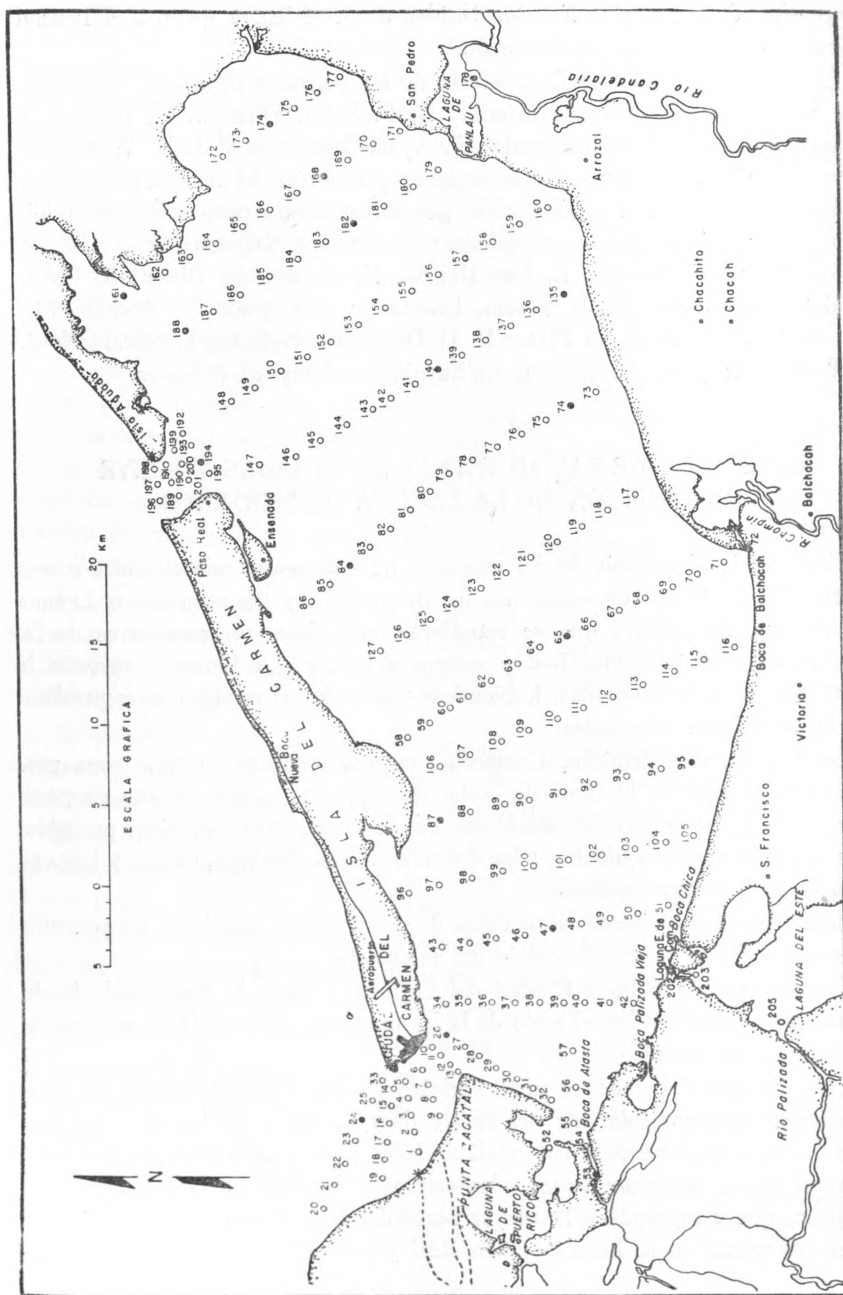


Fig. 1. Mapa que muestra la distribución de las estaciones de observación y muestreo. Las muestras estudiadas se marcan con círculos rellenos.

menclatura expuesta en Hedgpeth (1957). Sin embargo, las salinidades obtenidas de un muestreo realizado en mayo de 1963, indican que prácticamente toda el área tenía valores Ultrahalinos, salvo los esteros y lagunas interiores.

La temperatura del agua, según la información existente, debe variar en las diferentes épocas del año, especialmente debido a los cambios estacionales de la temperatura ambiente. Aparentemente es por lo general alta, entre 26 y 31°C, habiendo de citarse, que las mediciones hechas hasta la fecha, parecen indicar que la temperatura es bastante homogénea en toda la laguna en un momento dado.

El tipo de fondo es, en su mayor parte, de grano fino, formado por limos y arcillas, excepto en Boca de Paso Real y proximidades del área sur de la Isla del Carmen, donde se encuentran arenas de conchas y fragmentos de conchas; en las desembocaduras de los ríos hay arrecifes de ostiones.

Las determinaciones de carbonato de calcio en el sedimento, muestran que las mayores concentraciones se encuentran en la Boca de Paso Real y parte externa de la laguna, disminuyendo hacia su borde interno y hacia la porción occidental.

En la laguna pueden distinguirse, a grandes rasgos, dos zonas: una oriental, con aguas claras y abundante vegetación sumergida de Monocotiledóneas, (*Thalassia testudinum* y *Diplantera whightii*) y una occidental, con aguas turbias y prácticamente desprovistas de vegetación sumergida. Ambas zonas parecen estar condicionadas a la acción de la corriente de mareas que penetra por Boca de Paso Real y a las aguas aportadas por los ríos, particularmente el Palizada, en la porción suroccidental, que lleva aguas con terrígenos en suspensión.

La laguna se encuentra rodeada, en su mayor parte, por manglares que indudablemente juegan un papel importante en su ecología y procesos de sedimentación.

Para mayores detalles respecto a la descripción de la laguna y discusión de los factores ecológicos conocidos, así como de su significado, véanse Yáñez (1963) y especialmente Ayala-Castañares (1963).

MÉTODOS DE PREPARACIÓN Y ESTUDIO

Como sólo se tomaron muestras de núcleo superficial para foraminíferos, en el estudio de las diatomeas se empleó parte de los sedimentos colectados para el análisis granulométrico y mineralógico. Dichas muestras no representan ne-

cesariamente cantidades constantes de los sedimentos ni la porción superior de los mismos. Por ello no se realizó el análisis cuantitativo absoluto de las poblaciones de diatomeas, ni fue posible diferenciar los ejemplares vivos de las muestras, debido a que el material se preparó únicamente con el fin de conocer los géneros presentes y determinar su abundancia relativa.

A continuación se hace una breve exposición de los procedimientos empleados en la preparación y estudio.

PREPARACIÓN

En estas investigaciones se trata de emplear los métodos más sencillos de preparación, procurando eliminar el uso de ácidos para no destruir el protoplasma de los ejemplares vivos de las muestras y poderlos distinguir en caso necesario. El procedimiento utilizado en este caso es el siguiente:

- 1) Se empleó aproximadamente 1 cc de sedimento húmedo y se preparó una suspensión en 200 cc de agua destilada.
- 2) Agitando la suspensión se tomó un poco con una pipeta y se extendió en un cubreobjetos de 40x22 mm.
- 3) El cubreobjetos se calentó, aproximadamente a 70° C, en una estufa de temperatura graduable, hasta la evaporación.
- 4) Se montó el cubreobjetos con Hyrax, sobre el portaobjetos, quedando listas las preparaciones para su estudio. El índice de refracción del Hyrax es de 1.71

ESTUDIO

En seguida se discuten los procedimientos empleados, tanto para registrar y localizar individuos previamente identificados, como para contar los ejemplares y determinar sus porcentajes.

Localización.—Para facilitar la localización posterior de ejemplares especialmente interesantes, se utilizó un portaobjetos reticular denominado "England Finder" dividido totalmente en series cuadrangulares, horizontales y verticales de 1 mm²; cada división se subdivide a la vez en 5 secciones (Fig. 2).

Las hileras horizontales, numeradas del 1 al 75, coinciden horizontalmente con una serie literal y verticalmente con series literales distintas; las hileras verticales, marcadas alfabéticamente de la A a la Z, corresponden verticalmente a una serie numérica y horizontalmente a series numéricas distintas.

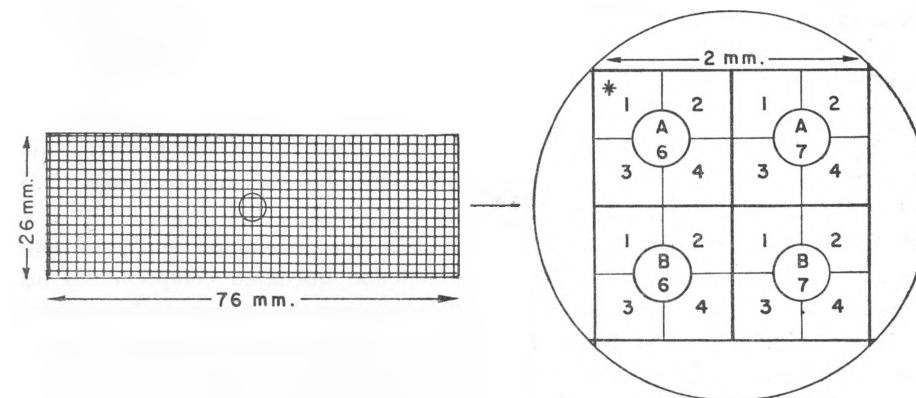


Fig. 2. Esquema del "England Finder".

Para registrar un ejemplar en el "England Finder", se recomienda emplear el objetivo $\times 10$ al situar dicho ejemplar en el centro del campo. A continuación se sustituye la preparación por el localizador, cuidando que no se mueva el campo del microscopio, utilizando en este caso, el objetivo $\times 2.5$ para precisar la posición del ejemplar dentro de la retícula, en el centro del campo.

En estas condiciones, se apunta la posición o preferentemente se hace un esquema de la retícula, marcando con un asterisco la posición exacta del ejemplar estudiado, dentro de la subdivisión a que corresponde.

Cuando se desea consultar o fotografiar ejemplares cuya posición ha sido previamente controlada en el localizador, es conveniente hacer uso del objetivo $\times 2.5$ para centrar en el campo el "England Finder" en la posición marcada. Posteriormente se quita el localizador, evitando mover el carro, y se coloca la preparación en estudio; el ejemplar que se busca, debe quedar en el centro del campo del microscopio.

Este localizador es de gran utilidad para registrar la posición exacta de las diatomeas dentro de las preparaciones, gran auxiliar no sólo para futuras referencias de localización en microscopía, sino también para microfotografía y registro de ejemplares tipo, dentro de colecciones.

Este sistema de registro y ubicación de ejemplares por coordenadas, en un localizador reticular, hace innecesario marcar los campos en las preparaciones,

evita tener que usar las escalas del vernier y puede emplearse en diferentes aparatos, por lo que al utilizar el "England Finder", sólo se requiere que el microscopio esté dotado de carro móvil. El "England Finder", es fabricado por la firma Graticules Ltd. de Londres, Inglaterra.

Localizadores similares han sido utilizados por Van Heurck (1893), y posteriormente por R. Holmes, T. Kanaya y K. Soma, que emplearon el "Maltwood Finder", según explicó Kanaya (1959, p. 34-35), de gran semejanza con el aquí citado.

Determinación de la abundancia relativa.—Para determinar el porcentaje que representan los géneros de diatomeas encontrados, se contaron al azar 300 ejemplares de cada muestra, controlándose el número de individuos de los distintos géneros; posteriormente se determinaron los porcentajes correspondientes. Dentro del total de 300 individuos contados, quedaron comprendidos los ejemplares indeterminados genéricamente, por lo que las sumas de los porcentajes no coinciden con el 100%. La diferencia corresponde a los ejemplares no determinados. Con los resultados así obtenidos, se elaboraron un cuadro de concentración de datos y mapas de distribución de algunos géneros, a los cuales se alude más adelante.

DISTRIBUCION DE LOS GENEROS DE DIATOMEAS

Con el fin de conocer las tendencias de distribución de las diatomeas en el área, fue necesario analizar separadamente el comportamiento en cada muestra de: número total de géneros, número de géneros Pennales y Centrales, porcentaje de géneros Pennales y Centrales y porcentaje de cada género.

La información obtenida, junto con los datos ecológicos disponibles, se reunió en un cuadro de concentración (Fig. 3) y se elaboraron los mapas de distribución correspondientes.

En este estudio preliminar se consideraron indistintamente, en los recuentos estadísticos, las formas planctónicas y bentónicas, sin dejar de tomar en cuenta que el comportamiento ecológico de los ejemplares bentónicos, es más significativo por reflejar mejor los cambios que se realizan en el fondo. No obstante, en los estudios ecológicos que se llevarán a cabo posteriormente en el área, para tratar de definir las variaciones en la productividad de diatomeas en las distintas épocas del año, así como el estudio de muestras de plancton que se están colectando para ese fin, se podrá definir el papel de unas y otras formas en la dinámica de la laguna y sus procesos de sedimentación.

		No. de muestra																	
		SF 24	SF 26	SF 47	SF 53	SF 65	SF 74	SF 84	SF 87	SF 95	SF 135	SF 140	SF 161	SF 168	SF 171	SF 178	SF 182	SF 188	SF 194
FACTORES ECOLÓGICOS	Profundidad en Pies	7	28	9	10	13	11	8	12	11	7	11	2	8	7	8	7	5	7
	Salinidad en el fondo (‰)	32.5	30.9	28.5	4.6	28.0	27.3	30.0	31.0	25.3			32.0	27.4	26.3	10.7	27.5	29.4	38.2
	Salinidad en la sup. (‰)	33.3	29.6	14.7	4.3	28.2	28.1	28.0	33.8	22.3			32.5	27.4	26.9	3.0	26.7	30.4	38.7
	Temperatura superficial (°C)	28.5	29.5	31.5	29.0	29.2	28.5	28.0	28.0	29.0	29.0	29.2	28.0	28.8	30.8	32.0	30.4	31.5	30.0
	Porcentaje de CaCO ₃	44.3	47.1			59.8													
	Número total de géneros	10	22	16	12	10	16	8	13	13	18	12	16	15	20	4	15	9	6
	Número de géneros Pennales/Centrales	7/3	14/7	9/6	8/3	7/3	11/5	4/4	10/3	10/4	14/4	7/5	12/4	8/6	13/6	2/2	10/5	5/4	5/1
	Porcentaje de Pennales/Centrales	65/28	82/7	83/15	95/3	83/12	92/4	69/19	73/22	93/6	89/7	92/7	92/7	49/49	79/18	63/27	59/32	60/48	76/16
	ACHNANTHES													0.7					
	ACTINOPTYCHUS	0.7	1.0				0.6				0.3	0.3		1.0	4.0		3.8	9.0	
	AMPHIPROBA			0.3															
	AMPHORA			0.3			0.6		4.1		1.6		5.1	1.0	4.1				
	AULISCUS	0.3																	
	BACTERIASTRUM			0.7	0.7						1.3			17.1					
	BIDDULPHIA	1.8	0.7			1.5	0.3	3.8					1.0	2.2	1.0	1.3		5.7	13.6
	BREISSONIA						0.3												
	CAMPYLODISCUS															0.6	18.1	5.7	
	CAMPYLONEIS			0.3							0.3	0.3	0.3						
	CAMPYLOSIRA	28.4			22.3	40.7			38.4	16.6				0.7					
	COCCONEIS													24.9	2.1	0.6		3.8	
COSCINODISCUS	14.2	11.0	7.3	2.3	9.2	2.3	7.7	15.6	4.0	1.3	2.3	1.4	7.6	6.2	18.1	1.9		16.0	
CYCLOTELLA	1.4				1.5										0.6		1.9	9.0	
CYMATOSIRA	1.8				39.9	52.9			46.0	41.9	44.9						5.7	12.0	
CYMBELLA								2.0											
DENTICULA		1.4	1.3																
DIPLONEIS						0.9				1.0									
EPITHEMIA			0.3	0.3		0.3				0.6		16.1	1.0	3.4		13.4		4.0	
FRAGILARIA	38.9	41.0	52.3	42.7	19.9	25.9	23.0	25.0	37.7	28.3	41.6	5.9	11.9	7.7		1.9		40.0	
GOMPHONEMA															4.1		3.8	4.5	
GRAMMATOPHORA		1.4	0.7	0.7	12.3	0.9		1.0	0.3	1.0	2.6	5.1	5.4	2.0		9.6	9.0	4.0	
HYALODISCUS			2.3			0.3			0.6	0.6	0.3	0.7	1.0			9.0			
ISTHIA			0.7					3.8					1.4		0.6				
MASTOGLOIA						1.5													
MELOSIRA	7.1	2.5	2.6	0.3			0.3	3.8	5.2	0.6	3.9	3.3	1.4	21.7	4.9		17.3	18.1	
NAVICULA		1.0	1.0	0.3	6.1	4.6	3.8	3.1	4.0	4.9	0.3	11.0	6.5	23.0	45.4	13.4	4.5	16.0	
NITZSCHIA		0.3	2.0	1.7	1.5	4.6	3.8	12.4	3.0	2.9	1.7	18.3	4.3	25.0		1.9	18.1		
ODONTELLA																	1.9		
ODONTIDIUM		0.7								0.3									
PLEUROSIGMA		0.3	1.7						2.0	0.6	3.6		3.6	17.3	4.9		18.1		
RHAPHONEIS												0.7							
RHIZOSOLENIA				1.7															
RHOPALODIA											0.6								
SKELETONEMA				0.3															
STENOPTEROBIA			0.3																
SURIELLA						1.5					0.6		0.7		0.6				
SYNEDRA		30.0	1.3	8.7			0.6		1.0						3.4				
TABELLARIA			1.8		0.3		0.3		6.2	0.6	1.0								
THALASSIONEMA			2.8							0.3									
TRICERATIUM		2.6	1.4		0.3				1.0	0.6									

Fig. 3. Cuadro de concentración de datos.

En seguida se discuten las tendencias de distribución observadas en cada caso, con excepción de los géneros identificados que se estudiarán en la parte Sistemática.

El número total de géneros encontrados fue de 41, correspondiendo 13 a Pennales y 28 Centrales. El número de géneros por muestra oscila entre 4 y 22, sin un aparente significado sedimentológico.

El número de géneros Pennales, en casi todas las muestras, es mayor que el de Centrales, excepto una estación en mar abierto (24), frente a la Boca de Ciudad del Carmen.

Del análisis de la distribución de los porcentajes de Pennales y Centrales, se pueden deducir algunas tendencias aparentemente significativas: las Pennales se encuentran con mayores porcentajes en la porción sur y suroccidental, disminuyendo hacia el occidente. La figura 4 muestra la distribución comparativa de los porcentajes entre los grupos citados.

Es evidente que las Pennales predominan sobre las Centrales en el área, ya que así lo indica la distribución de sus porcentajes en las distintas estaciones. Sin embargo, no fue posible deducir ninguna otra tendencia al respecto.

A continuación se hace el análisis taxonómico de los géneros identificados, incluyendo comentarios sobre la distribución observada.

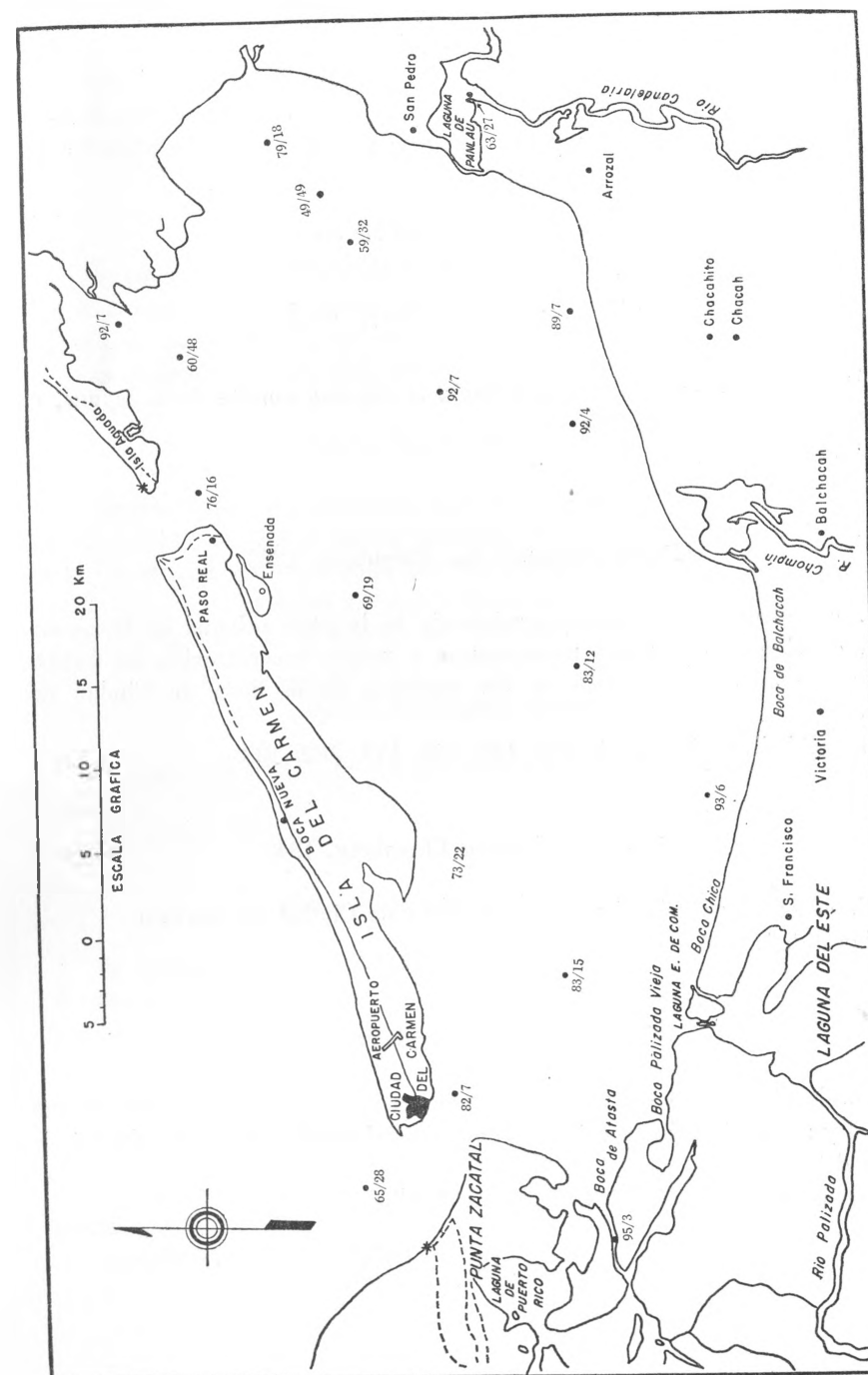


Fig. 4. Distribución de los porcentajes de Pennales/Centrales.

SISTEMATICA

División CHRYSOPHYTA
Clase BACILLARIOPHYCEAE

Género *Achnantes* Bory, 1822

Se halló sólo en una localidad hacia el extremo noreste de la laguna, en proporciones menores de 1%.

Localidad: 161.

Género *Actinoptychus* Ehrenberg, 1843

Fue encontrado con mayor persistencia en la parte oriental de la laguna, o sea en el área con aguas transparentes y mayor concentración de CaCO_3 , aunque también se identificó en dos muestras de la Boca de Ciudad del Carmen.

Localidades: 24, 26, 74, 135, 140, 168, 174, 182, 188.

Género *Amphiprora* Ehrenberg, 1843

Se encontró un solo ejemplar en la Boca de Ciudad del Carmen.
Localidad: 26.

Género *Amphora* Ehrenberg, 1840

Localizado en varias estaciones situadas en los bordes internos del extremo oriental y sur de la laguna, así como en las proximidades de la porción sur de la Isla del Carmen.

Localidades: 26, 74, 87, 135, 161, 168, 174.

Género *Auliscus* Ehrenberg, 1843

Sólo se halló en una estación fuera de la Boca de Ciudad del Carmen, representando únicamente 0.3%.

Localidad: 24.

Género *Bacteriastrum* Shadbolt, 1854

Se halló en cuatro estaciones, todos ellos dentro de la laguna hacia el extremo oriental donde los porcentajes son mayores; en la parte occidental los ejemplares representan menos del 1%.

Localidades: 26, 47, 135, 168.

Género *Biddulphia* Gray, 1821

Género hallado en numerosas muestras, y aunque los porcentajes son bajos, su distribución es más o menos uniforme en las aguas transparentes del área oriental de la laguna, en tanto que únicamente se encontró en dos estaciones de la Boca de Ciudad del Carmen y fuera de ella. (Fig. 5).

Localidades: 24, 26, 65, 74, 84, 140, 161, 168, 174, 182, 188.

Género *Brebissonia* Grunow, 1860

Unicamente se encontró en una estación próxima al margen interno de la laguna.

Localidad: 74.

Género *Campylodiscus* Ehrenberg, 1841

Se presentó en tres localidades de la porción oriental de la laguna; una de ellas en un estuario de la desembocadura del Río Candelaria, representando hasta el 18%.

Localidades: 174, 178, 182.

Género *Campyloneis* Grunow, 1862

Ejemplares muy escasos, presentes en cuatro muestras y sin ninguna tendencia aparente.

Localidades: 26, 95, 135, 140.

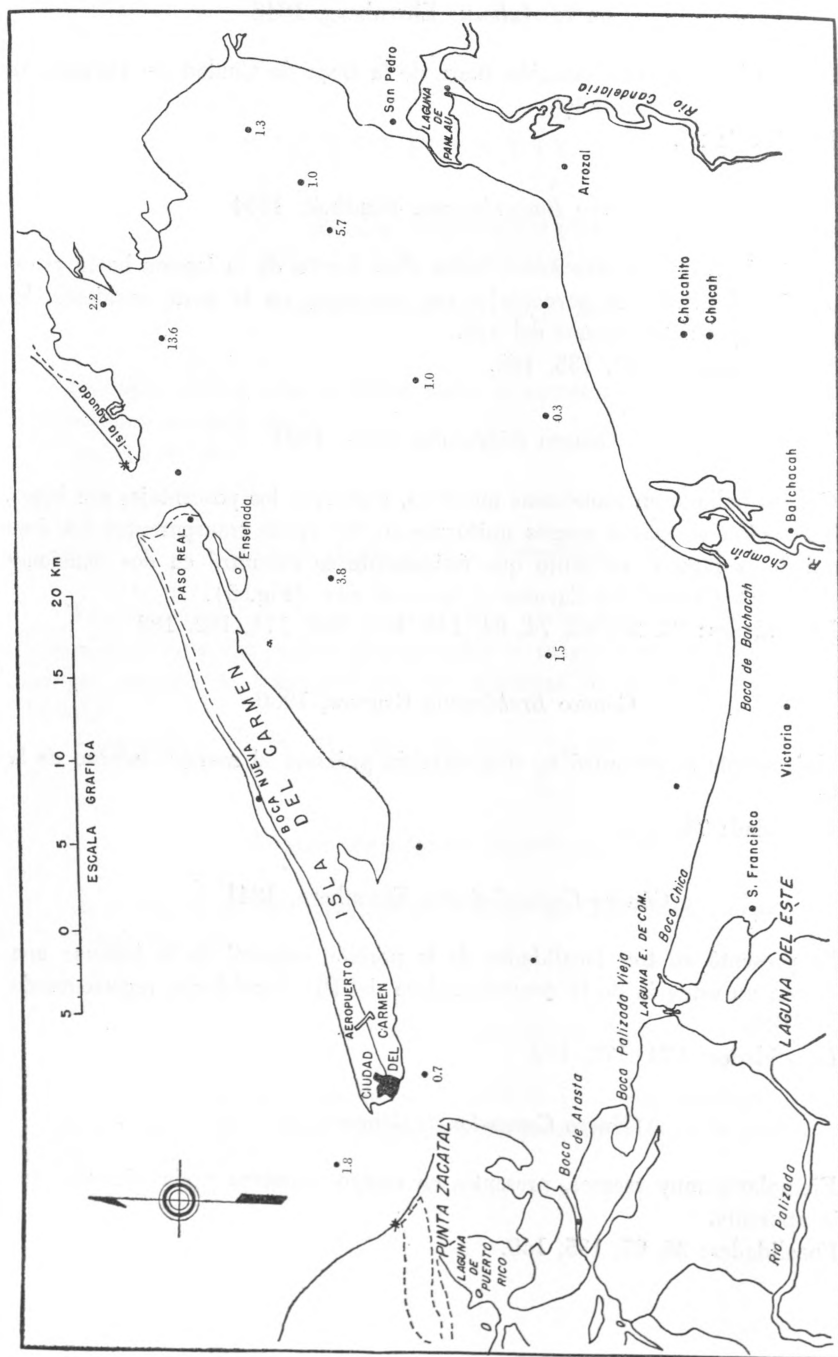


Fig. 5. Distribución de los porcentajes del género *Biddulphia*.

Género *Campylosira* Grunow, 1882

Frústulos relativamente abundantes, hallados sólo en la porción norte de la laguna, en las proximidades de la Isla del Carmen, alcanzando hasta 38.4%, es decir, aparentemente se presenta en las áreas con mayor salinidad y porcentaje de CaCO_3 .

Localidades: 24, 47, 53, 84, 87, 161.

Género *Cocconeis* Ehrenberg, 1838

Con distribución localizada en la parte oriental de la laguna.

Localidades: 161, 168, 174, 182.

Género *Coscinodiscus* Ehrenberg, 1838

Género notoriamente significativo, encontrado en casi todas las muestras estudiadas, con porcentajes mayores en las bocas y porción norte de la laguna, salvo una estación, (178) localizada en la Laguna de Panlau, desembocadura del río Candelaria, donde el porcentaje fue sumamente alto (Fig. 6).

Localidades: 24, 26, 47, 53, 65, 74, 84, 87, 95, 135, 140, 161, 168, 174, 178, 182, 194.

Género *Cyclotella* Kützing, 1833

Identificado en unas cuantas muestras, tanto en la laguna como en la Boca de Ciudad del Carmen; en una estación de la parte nororiental de la laguna (188) alcanzó el 9%.

Localidades: 24, 65, 174, 182, 188.

Género *Cymatosira* Grunow, 1862

Género abundante. Distribución predominantemente localizada en la porción interna de la laguna, con excepción de dos muestras en las bocas, con porcentajes sensiblemente más bajos (Fig. 7).

Localidades: 24, 65, 74, 95, 135, 140, 182, 194.

Género *Cymbella* Ehrenberg, 1831

Género muy escaso, encontrado en una sola localidad.
Localidad: 87.

Género *Denticula* Kützing, 1844

Ejemplares escasos, encontrados en dos estaciones de la laguna en la parte occidental.

Localidades: 26, 47.

Género *Diploneis* Ehrenberg, 1844

Se encontró en sólo dos estaciones de la parte interna de la laguna.
Localidades: 74, 135.

Género *Epithemia* Brebisson, 1838

Localizado de manera persistente en la porción interna de la laguna y con mayores porcentajes en la parte oriental.

Localidades: 47, 53, 74, 135, 161, 168, 174, 182, 194.

Género *Fragilaria* Lingbye, 1819

Es el género más frecuente. Se observó en todas las muestras estudiadas, excepto la 178. Se distribuye uniformemente en las distintas áreas, alcanzando porcentajes hasta de 53.3 con tendencia a disminuir de la porción occidental a la oriental (Fig. 8).

Localidades: 24, 26, 47, 53, 65, 74, 84, 87, 95, 135, 140, 161, 168, 174, 182, 194.

Género *Gomphonema* Agardh, 1824

Aparentemente está restringido hacia la parte oriental, en porcentajes muy bajos.

Localidades: 174, 182, 188.

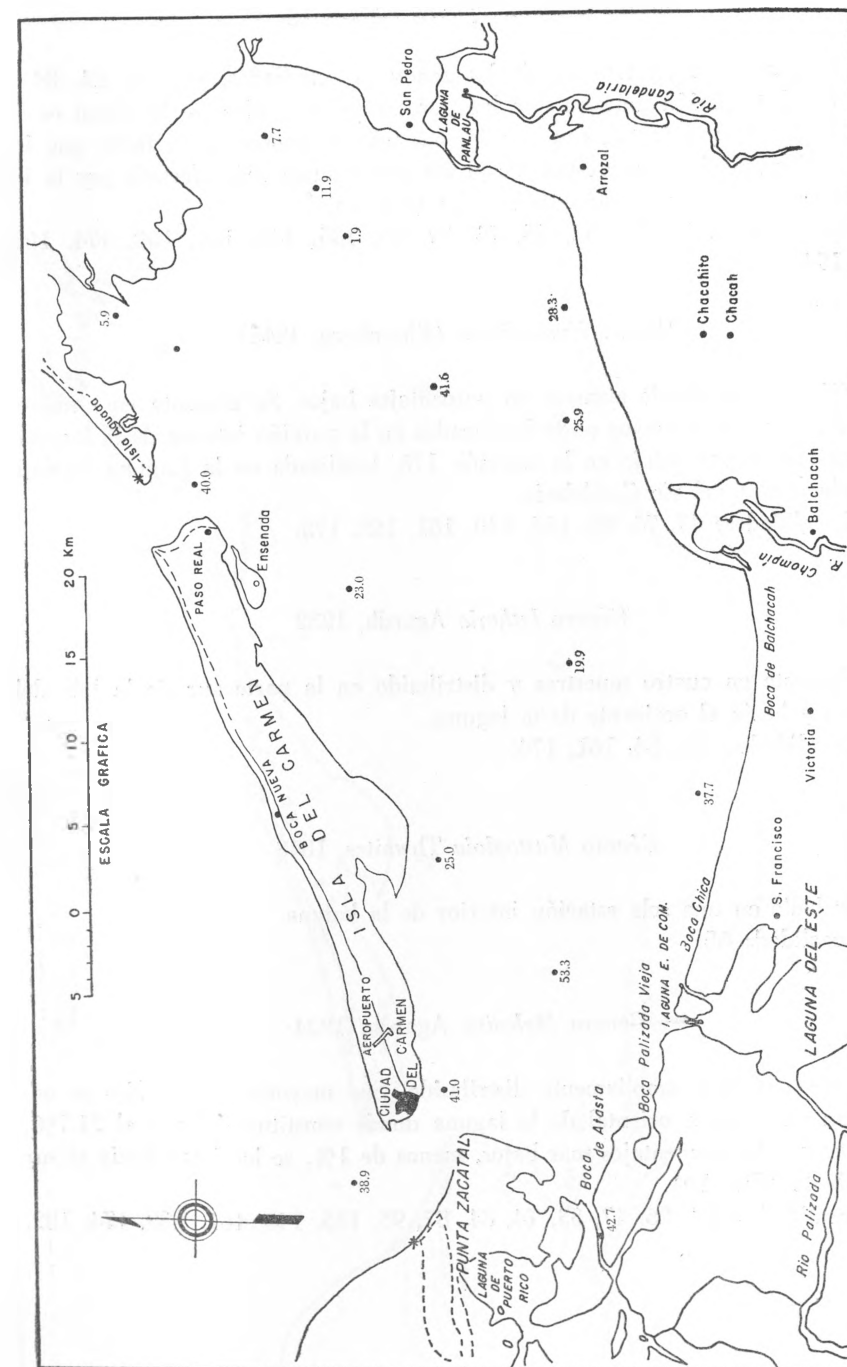


Fig. 8. Distribución de los porcentajes del género *Fragilaria*.

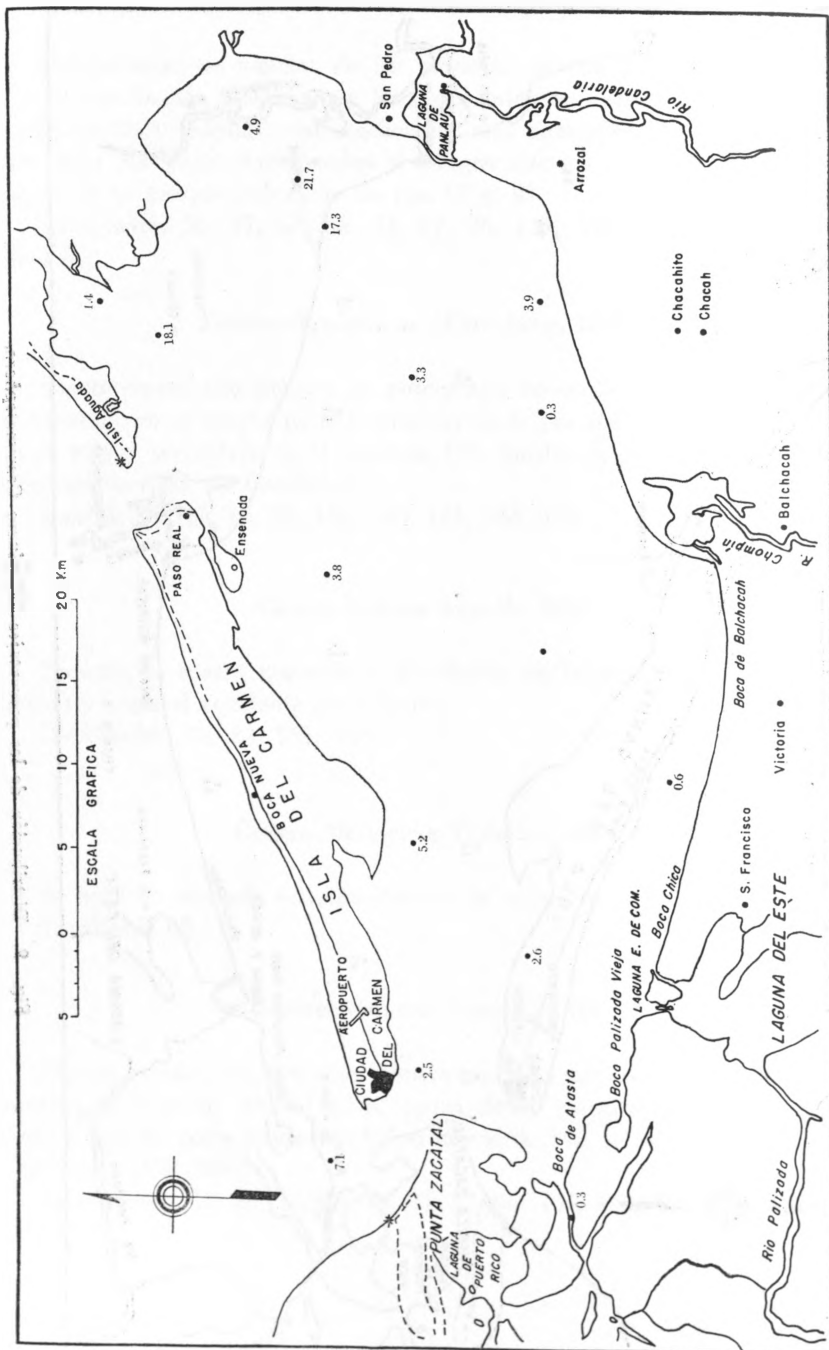


Fig. 10. Distribución de los porcentajes del género *Melosira*.

Género *Navicula* Bory, 1822

Se encuentra en casi todas las muestras con porcentajes bajos, salvo en la Laguna de Panlau en donde alcanza hasta 45.4% (Fig. 11).

Localidades: 26, 47, 53, 65, 74, 84, 87, 95, 135, 140, 161, 168, 174, 178, 182, 188, 194.

Género *Nitzschia* Hassall, 1845

Uniformemente distribuido, con apariencia de mayores porcentajes hacia la parte oriental (Fig. 12).

Localidades: 26, 47, 53, 65, 74, 84, 87, 95, 135, 140, 161, 168, 174, 182.
188.

Género *Odontella* Agardh, 1832

Hallado en una estación de la parte oriental de la laguna.

Localidad: 182.

Género *Odontidium* Kützing, 1844

Se encontró en dos muestras de la porción occidental de la laguna.

Localidades: 26, 95.

Género *Pleurosigma* W. Smith, 1852

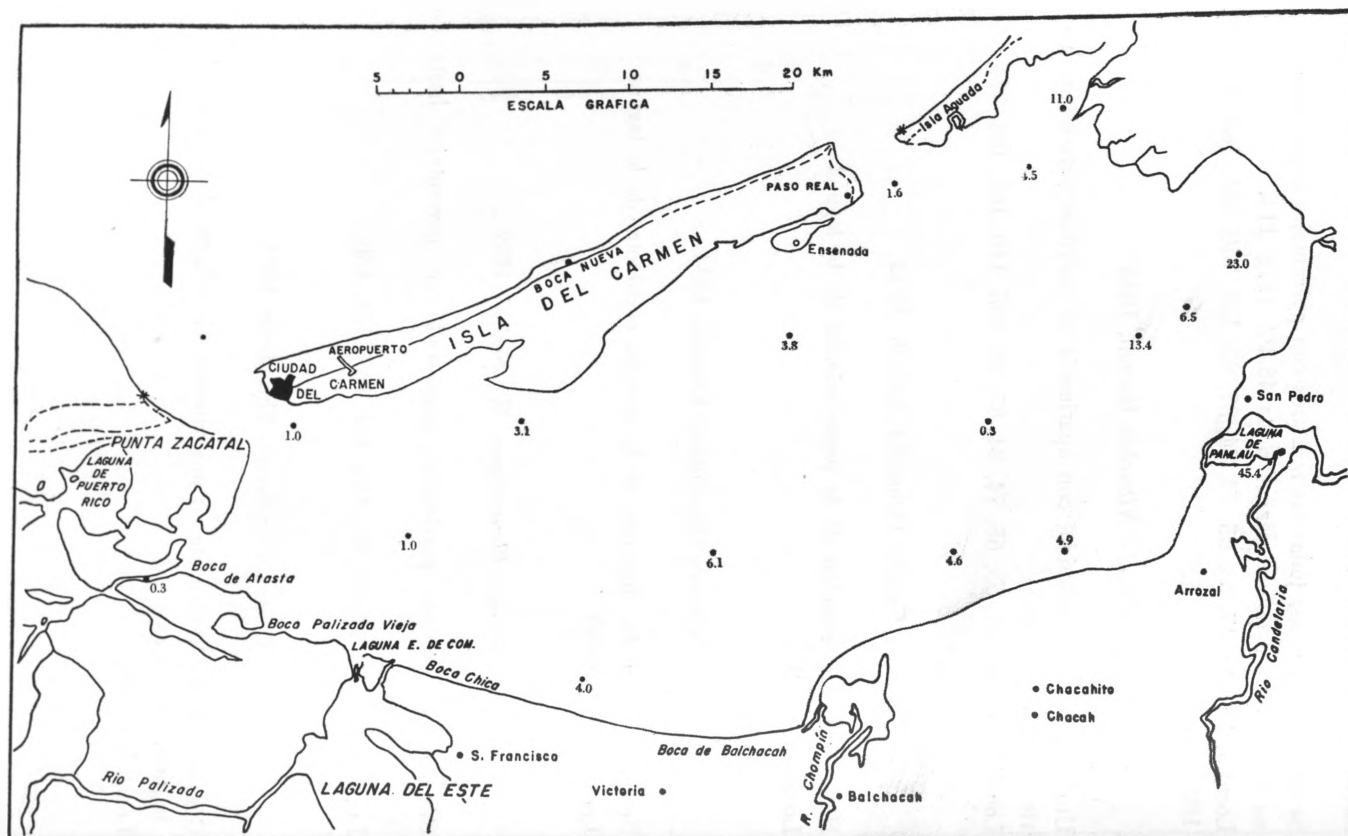
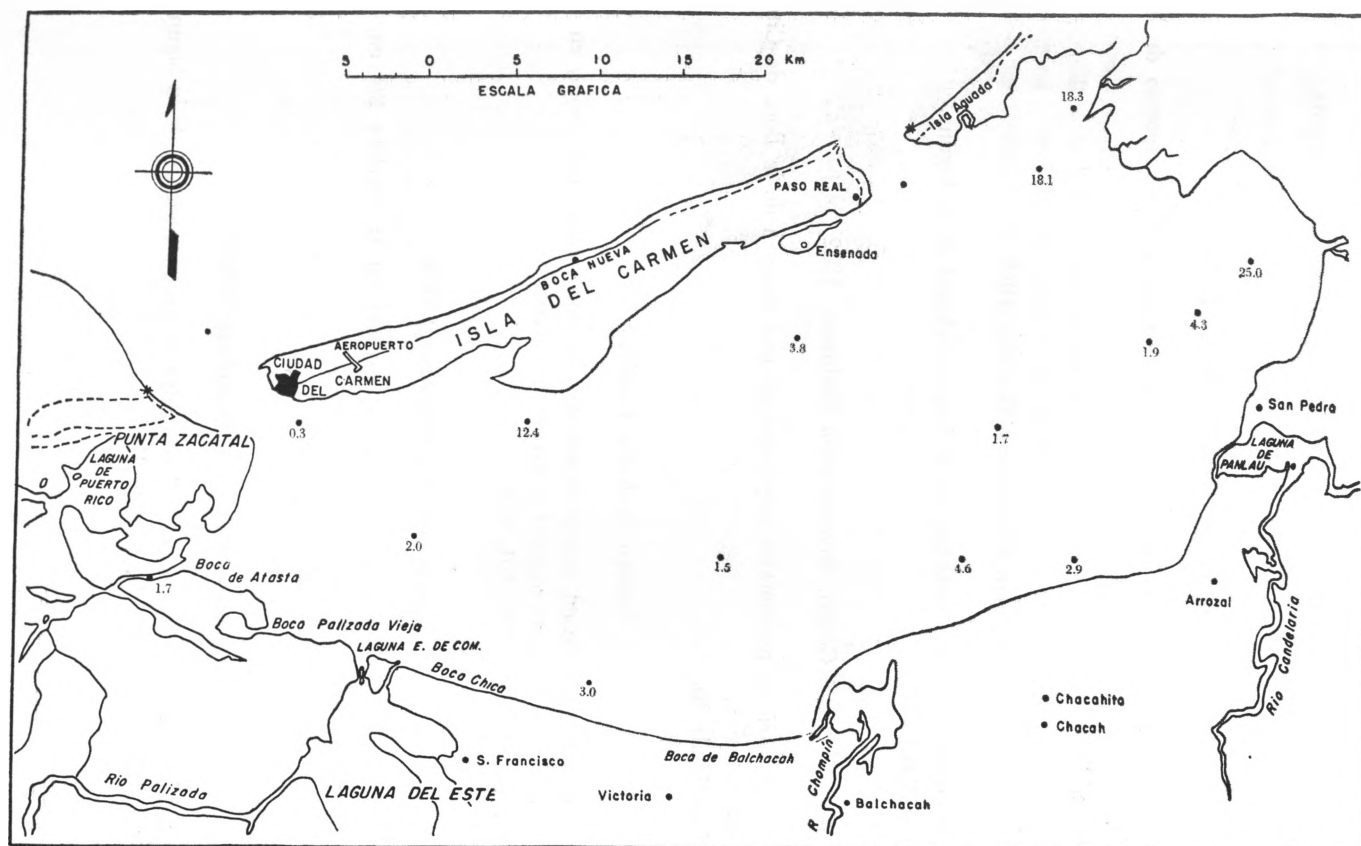
Género relativamente persistente, encontrado en porcentajes hasta de 18.1%.

Localidades: 26, 47, 87, 95, 135, 161, 168, 174, 188.

Género *Rhaphoneis* Ehrenberg, 1844

Género hallado únicamente en una muestra, situada en el extremo oriental de la laguna.

Localidad: 140.

Fig. 11. Distribución de los porcentajes del género *Navicula*.Fig. 12. Distribución de los porcentajes del género *Nitzschia*.

Género *Rhizosolenia* (Ehrenberg, 1843)

Sólo se encontró en una muestra, hacia el occidente de la laguna.
Localidad: 47.

Género *Rhopalodia* O. Müller, 1895

Género escaso, presente en una muestra próxima al borde interno de la laguna.

Localidad: 135.

Género *Skeletonema* Greville, 1865

Se encontró en una muestra, en el área occidental de la laguna.
Localidad: 47.

Género *Stenopterobia* Brebisson, 1882

Se encontró en porcentajes muy bajos en una muestra de la Boca de Ciudad del Carmen.
Localidad: 26.

Género *Surirella* Turpin, 1828

Género encontrado en cuatro estaciones con porcentajes muy bajos, en el borde interno de la parte oriental y sur de la laguna.
Localidades: 65, 135, 161, 174.

Género *Synedra* Ehrenberg, 1830

Género aparentemente poco frecuente, excepto en la muestra 26, en la Boca de Ciudad del Carmen, con 30%.
Localidades: 26, 47, 53, 67, 74, 174.

Género *Tabellaria* Ehrenberg, 1840

Se encontró en seis muestras, distribuidas en varias regiones de la laguna.
Localidades: 26, 53, 74, 87, 95, 135.

Género *Thalassionema* Grunow, 1880

Sólo se encontró en dos muestras, con porcentajes muy bajos.
Localidades: 26, 95.

Género *Triceratium* Ehrenberg, 1841

Se encontró en cinco muestras, con una distribución aparentemente restringida a la porción occidental de la laguna, tanto en la parte interna como externa y la Boca de Ciudad del Carmen.
Localidades: 24, 26, 53, 87, 95.

RECOMENDACIONES

1) Es preciso continuar los estudios más detallados, que ya se iniciaron en el área, con el fin de conocer la variación estacional de los diferentes factores ecológicos, fundamentalmente salinidad, temperatura, turbidez, etc.

2) En el programa a que se refiere el punto anterior, debe dedicarse especial atención al estudio de las diatomeas planctónicas y bentónicas en varias estaciones, donde deberán muestrearse periódicamente, lo cual ya se inició, está en vías de desarrollo y que será objeto de otra publicación, en la que se dé a conocer la variabilidad en la producción de diatomeas en las diferentes épocas.

3) Es sumamente interesante correlacionar la productividad relativa estacional de diatomeas con la de foraminíferos vivientes para tratar de encontrar su significado sedimentológico.

4) Continuar este tipo de investigaciones en otras lagunas litorales mexicanas y posteriormente en aguas fuera de los litorales. El estudio de las diatomeas de los sedimentos de la Laguna Madre, Tamaulipas, está en proceso y se espera publicarlo a fines de 1964.

CONCLUSIONES

Debido a lo generalizado del trabajo y la falta de muestras de núcleo apropiadas, sólo es posible sacar algunas conclusiones que contribuyen en parte, al conocimiento de la dinámica general de la laguna, junto con los estudios de la batimetría, salinidad, temperatura y sedimentos (Yáñez, 1963), foraminíferos (Ayala-Castañares, 1963), micromoluscos (García-Cubas, 1963) y ostrácodos (G. Morales, en preparación):

1) La mayor parte de las diatomeas encontradas corresponden a géneros de hábitos marinos.

2) El porcentaje de ejemplares Pennales es más alto que el de Centrales, en la mayor parte de las muestras.

3) Las Pennales se encuentran con mayores porcentajes en el borde interno de la laguna con tendencia a descender de occidente a oriente.

4) Las Centrales se distribuyen en mayores porcentajes en el borde externo de la laguna, descendiendo de oriente a occidente.

5) Entre los géneros más comunes destacan *Coscinodiscus*, *Fragilaria*, *Melosira*, *Navicula* y *Nitzschia*; los demás son menos frecuentes debido, posiblemente, a limitaciones ecológicas.

6) Todo ello pone de manifiesto la gran influencia que tiene el agua marina que penetra por la Boca de Paso Real y las corrientes fluviales que desembocan en la porción occidental, particularmente las del río Palizada, condicionando una notoria diferencia entre la parte oriental y la occidental de la laguna. Esto concuerda, a grandes rasgos, con algunas de las conclusiones de Ayala-Castañares (1963) y García-Cubas (1963).

7) No debe olvidarse que estos trabajos son producto de un reconocimiento, y que a partir de los resultados obtenidos se definirán problemas concretos a investigar más detalladamente.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AYALA-CASTAÑARES, A. (1963). *Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México*. Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol. n. 67, pt. 3, 130 p., 60 figs., 11 láms.
- BOYER, CH. S. (1926). *Synopsis of North American Diatomaceae*. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, pt. 1, v. 78, suppl., p. 1-228.
- (1927). *Synopsis of North American Diatomaceae*. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, pt. 2, v. 78, suppl., p. 229-583.
- CLEVE-EULER, A. (1961). *Die Diatomeen von Schweden und Finland*. K. Svens. Vet. Akad. Handl. Fjärde ser., bd. 2, n. 1, p. 1-163, figs. 1-8, láms. 1-56.
- (1952). *Die Diatomeen von Schweden und Finland*. Teil V. K. Svens. Vet. Akad. Handl. Fjärde ser., bd. 3, n. 3, p. 1-153, láms. 1-46.
- (1953a). *Die Diatomeen von Schweden und Finland*. Teil I. K. Svens. Vet. Akad. Handl. Fjärde ser., bd. 4, n. 1, p. 1-158, láms. 1-36.
- (1953b). *Die Diatomeen von Schweden und Finland*. Teil III. K. Svens. Vet. Akad. Handl. Fjärde ser., bd. 4, n. 5, p. 1-255, láms. 1-41.
- CUPP, E. E. (1943). *Marine Plankton Diatoms of the West Coast of North America*. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. California, v. 5, n. 1, p. 1-238, láms. 1-5, figs. 1-168.
- FLORIN, M. B. (1953). *Plankton of Fresh and Brackish Waters in the Södertälje area*. Acta Phytogeogr. Suecica, 37, p. 1-144, láms. 1-20, figs. 1-35.
- FRENGUELLI, J. (1956). *Las Diatomeas del Platense*. Rev. Mus. La Plata (n.s.) Paleont., v. 3, n. 16, p. 77-221, láms. 1-15, figs. 1-13.
- GARCÍA-CUBAS Jr., A. (1963). *Sistemática y distribución de los micromoluscos de la Laguna de Términos, Campeche, México*. Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol., n. 67, pt. 4, 55 p., 24 figs., 4 láms.
- HEDGPETH, J. W. (1957). *Clasificación of Marine Environments*. in *Treatise on Marine Ecology and Paleontology*. Geol. Soc. America, Mem. 67, v. 1 Ecology, p. 17-27, 5 figs.
- KANAYA, T. (1957). *Eocene Diatom Assemblages from the Kellogg and "Sidney" Shales, Mt. Diablo Area, California*. Sci. Rep. Tohoku Univ., Sendai Japan. Sec. ser. (Geol.), v. 28, p. 27-124, láms. 2-8, 4 figs., cartas 1-5.
- (1959). *Miocene Diatom Assemblages from the Onnagawa Formations in Northeast Japan*. Sci. Rep. Tohoku Univ., Sendai Japan. Sec. ser. (Geol.), v. 30, p. 1-130, láms. 1-11, figs. 1-2, cartas 1-7, 1 cuadro.

- VAN HEURCK, H. (1896). *A Treatise on the Diatomaceae*. William Wesley & Son, London, 556 p., 35 láms.
- WOLLE, F. (1894). *Diatomaceae of North America*. The Comenius Press. Bethlehem, Philadelphia, 47 p., 112 láms.
- YÁÑEZ C., A. (1961). *Estudio de la Batimetría y Sedimentos Recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México*. Tesis Prof. E.S.I.A. Inst. Politéc. Nal., 57 p., 13 figs.
- (1962). *Batimetría, salinidad, temperatura y distribución de los sedimentos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México*. Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol. n. 67, pt. 1, 47 p., 17 figs.
- ZARUR MÉNEZ, A. (1961). *Estudio Biológico Preliminar de la Laguna de Términos, Campeche*. Tesis Prof. Univ. Nal. Autón. México, Fac. Ciencias. 69 p., 4 figs., 1 mapa.

Se terminó de imprimir el día 27 de diciembre de 1963 en los Talleres Gráficos de la EDITORIAL INTERCONTINENTAL, S. A., Calle Geranio N° 262, Col. Sta. María Insurgentes, México 4, D. F.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE GEOLOGIA

BOLETIN

- 59.—SALAS, G. P., MOOSER, F., LEDEZMA, O., MAYER, F., PEREZ SILICEO, R. y SCHMITTER, E. (1959). *Los depósitos de bauxita en Haití y Jamaica y posibilidades de que exista bauxita en México.* 111 p. \$ 30.00 M. N. \$ 3.00 Dlls.
- SALAS, G. P. *Los depósitos de bauxita en Haití y Jamaica y posibilidades de que exista bauxita en México.* p. 9-42, 16 figs.
- MOOSER, F. y LEDEZMA, O. *Exploración en busca de bauxitas en Paso de Acultzingo, Ver. y parte del Valle de Tehuacán, Pue.* p. 43-50, 1 mapa.
- MOOSER, F., LEDEZMA, O. y MAYER, F. *Exploración en busca de bauxitas en los límites de los estados de Puebla y Veracruz.* p. 53-69.
- LEDEZMA, O. *Exploración en busca de bauxitas en la zona de Tuxtepec, Oax.* p. 71-80, 18 figs., 1 mapa.
- MAYER, F. *Exploración en busca de bauxitas en la zona de Temascal, Oax.* p. 81-93, 18 figs.
- PÉREZ SILICEO, R. *Muestreo de lateritas a lo largo de la carretera entre Tulancingo, Hgo. y Necaxa, Pue., para la investigación de bauxitas.* p. 95-104, 1 mapa, 6 cuadros.
- SCHMITTER, E. *Clasificación basada en el análisis térmico diferencial de materiales arcillosos colectados en diferentes regiones del país.* p. 105-111, 5 figs.
- 60.—FRIES JR., C. (1960). *Geología del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México.* 236 p., 22 láms., 24 figs., 3 mapas, 1 croquis. \$ 40.00 M. N. \$ 4.00 Dlls.
- 61.—BLÁSQUEZ L., L., MOOSER, F., REYES LAGOS, A. y LORENZO, J. L. (1961). *Fenómenos geológicos de algunos volcanes mexicanos.* 108 p. \$ 20.00 M. N. \$ 2.00 Dlls.
- BLÁSQUEZ L., L. *Los géiseres, solfataras y manantiales de la Sierra de San Andrés, Mich.* p. 1-37, 9 figs., 1 carta.
- BLÁSQUEZ L., L. *Las posibles fuentes de energía geotérmica en la República Mexicana.* p. 39-46.

MOOSER, F. y REYES LAGOS, A. *El grupo volcánico de las Tres Virgenes, Mpio. de Santa Rosalia, Territorio de Baja California.* p. 47-48, 1 fig.

MOOSER, F. *Los volcanes de Colima.* p. 49-71, 14 figs.

REYES LAGOS, A. *Las nuevas solfataras del Volcán de Colima.* p. 73-75.

LORENZO, J. L. *Notas sobre Geología Glacial del Nevado de Colima.* p. 77-92, 12 figs.

BLÁSQUEZ L., L. *Los glaciales de México.* p. 93-108, 7 figs., 4 tablas.

62.—DE CSERNA, Z. *Reconocimiento geológico en la Sierra Madre del Sur, entre Chilpancingo y Acapulco, Estado de Guerrero.* (en prensa) (in press)

63.—SCHMITTER, E. y ROJAS DE GÓMEZ, R. (1962). *Contribución al estudio de minerales y rocas.* 66 p. \$ 30.00 M. N. \$ 3.00 Dlls.

I.—SCHMITTER, E. *Curvas de análisis térmico diferencial cualitativo obtenidas de estudios de bauxitas, arcillas bauxíticas y otros minerales.* p. 1-57, 31 figs.

II.—ROJAS DE GÓMEZ, R. *Estudio de un nuevo método para la determinación de alúmina por titulación.* p. 59-66, 2 tablas.

64.—FRIES JR., C. Editor (1962). *Estudios geocronológicos de rocas mexicanas.* Partes 1-6, Apéndice. 151 p. \$ 30.00 M. N. \$ 3.00 Dlls.

Pt. 1.—FRIES JR., C. *Reseña de los métodos principales empleados en las determinaciones isotópicas de edad.* p. 1-9.

Pt. 2.—DAMON, P. E., LIVINGSTON, D. E., MAUGER, R. L., GILETTI, B. J. y PANTOJA-ALOR, J. *Edad del Precámbrico "Anterior" y de otras rocas del zócalo de la región de Caborca-Altar de la parte noroccidental del Estado de Sonora.* p. 11-44, 4 figs., 6 tablas.

Pt. 3.—FRIES JR., C., SCHMITTER, E., DAMON, P. E. y LIVINGSTON, D. E. *Rocas precámbricas de edad grenvilliana de la parte central de Oaxaca en el sur de México.* p. 45-53, 3 tablas, 1 lám.

Pt. 4.—FRIES JR., C., SCHMITTER, E., DAMON, P. E., LIVINGSTON, D. E. y ERICKSON, R. *Edad de las rocas metamórficas en los cañones de Peregrina y de Cahalleros, parte centro-occidental de Tamaulipas.* p. 55-69, 1 fig., 1 lám., 1 tabla.

Pt. 5.—DE CSERNA, Z., SCHMITTER, E., DAMON, P. E., LIVINGSTON, D. E. y KULP, L. *Edades isotópicas de rocas metamórficas del centro y sur de Guerrero*

y una monzonita cuarcífera del norte de Sinaloa, p. 71-84, 1 fig., 2 lám., 3 tablas.

Pt. 6.—FRIES JR., C. *Lista de fechas geoquímicas reportadas para minerales y rocas mexicanas con comentarios sobre su significado geológico y geotectónico.* p. 85-109, 3 figs., 1 tabla.

Apéndice.—FRIES JR., C. *Lista de fechas de radio-carbono correspondientes a muestras mexicanas.* p. 111-151, 1 tabla.

65.—ENCINO DE LA VEGA, S (1963). *Estudio mineralógico y petrográfico de algunos domos salinos del Istmo de Tehuantepec.* (en prensa) (in press)

66.—FABREGAT, J. F. (1963). *Revisión crítica de los minerales mexicanos; I.—La Boleita:* (en prensa) (in press)

67, Pt. 1.—YÁÑEZ, A. (1963). *Batimetría, salinidad, temperatura y distribución de los sedimentos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México.* 47 p, 17 figs. \$ 20.00 M. N. \$ 2.00 Dlls.

Pt. 2. SILVA-BÁRCENAS, A. (1963). *Sistemática y distribución de los géneros de diatomeas de la Laguna de Términos, Campeche, México.* 31 p., 12 figs. \$ 15.00 M. N. \$ 1.50 Dlls.

Pt. 3. AYALA-CASTAÑARES, A. (1963). *Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México.* 130 p., 60 figs., 11 láms. \$ 50.00 M. N. \$ 4.00 Dlls.

Pt. 4. GARCÍA-CUBAS JR., A. (1963). *Sistemática y distribución de los micromoluscos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México.* 55 p., 24 figs., 4 láms. \$ 30.00 M. N. \$ 3.00 Dlls.

Para obtener estas publicaciones o información sobre boletines anteriores y demás publicaciones del Instituto de Geología, dirigirse a:

Oficina de Publicaciones
Instituto de Geología
Ciudad Universitaria
México 20, D. F.
MEXICO.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE GEOLOGIA

DIRECTOR: ING. GUILLERMO P. SALAS

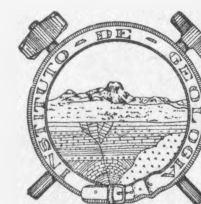
BOLETIN NUMERO 67, PARTE 3

SISTEMATICA Y DISTRIBUCION DE LOS FORAMINIFEROS
RECIENTES DE LA LAGUNA DE TERMINOS,
CAMPECHE, MEXICO.

TRABAJO REALIZADO CON LA APORTACION ECONOMICA
NSF-19105 DE LA NATIONAL SCIENCE FOUNDATION
DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.

POR

AGUSTIN AYALA-CASTAÑARES



MEXICO, D. F.
1963

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

RECTOR:

Dr. Ignacio Chávez

SECRETARIO GENERAL:

Dr. Roberto L. Mantilla Molina

COORDINADOR DE LA

INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA:

Dr. Ignacio González Guzmán

INSTITUTO DE GEOLOGIA

Ciudad Universitaria

México 20, D. F.

DIRECTOR:

Ing Guillermo P. Salas

SECRETARIA:

Ma. Guadalupe Sáenz A.

NÚMERO EDITADO POR:

Agustín Ayala-Castañares

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE GEOLOGIA

DIRECTOR: ING. GUILLERMO P. SALAS

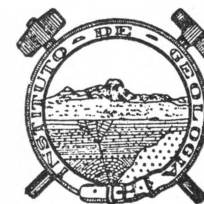
BOLETIN NUMERO 67, PARTE 3

**SISTEMATICA Y DISTRIBUCION DE LOS FORAMINIFEROS
RECIENTES DE LA LAGUNA DE TERMINOS,
CAMPECHE, MEXICO.**

TRABAJO REALIZADO CON LA APORTACION ECONOMICA
NSF-19105 DE LA NATIONAL SCIENCE FOUNDATION
DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.

POR

AGUSTIN AYALA-CASTAÑARES



MEXICO, D. F.
1963

INDICE GENERAL DEL
BOLETIN NUMERO 67

PARTE 1.—Batimetría, salinidad, temperatura y distribución de los sedimentos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Por Amado Yáñez C.*, 47 p., 17 figs.

PARTE 2.—Sistemática y distribución de los géneros de diatomeas de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Por Angel Silva-Bárcenas*, 31 p., 12 figs.

PARTE 3.—Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Por Agustín Ayala-Castañares*, 130 p., 60 figs., 11 láms.

PARTE 4.—Sistemática y distribución de los micromoluscos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Por Antonio García-Cubas Jr.*, 55 p., 24 figs., 4 láms.

CONTENIDO

	Pág.
PROLOGO	XI
RESUMEN	1
INTRODUCCION	1
METODOS DE TRABAJO	4
Muestreo	4
Preparación	5
Estudio	6
UBICACION Y DESCRIPCION GENERAL DE LA LAGUNA DE TERMINOS, CAMPECHE	8
LOCALIDADES MUESTREADAS Y ESTUDIADAS	11
DATOS ECOLOGICOS	12
Mareas y movimientos del agua dentro de la laguna	12
Batimetría	13
Temperatura superficial del agua	15
Salinidad	17
Tipo de sedimentos del fondo	19
Porcentaje de carbonato de calcio en los sedimentos	21
Turbidez de las aguas y vegetación sumergida	23
Distribución de los manglares	29
Otros factores biológicos	29
DISTRIBUCION DE LOS FORAMINIFEROS	30
Poblaciones totales	33
Poblaciones > y < de .149 mm	35
Número de géneros	35
Número de especies	37
Foraminíferos aglutinados	37
Miliólidos	41
Poblaciones vivientes	41
Relación entre las poblaciones vivientes y totales	43
Foraminíferos planctónicos	45
Distribución de los géneros y especies	46
SISTEMATICA	47
CONCLUSIONES	110
RECOMENDACIONES	119
BIBLIOGRAFIA	122
ILUSTRACIONES	
Fig. 1. Mapa de localización	8
Fig. 2. Mapa que muestra la ubicación de las estaciones muestreadas y estudiadas	10
Fig. 3. Mapa que muestra la distribución de la batimetría en brazas	14
Fig. 4. Mapa de distribución de la temperatura superficial del agua en marzo-abril de 1959 y mayo de 1963	16
Fig. 5. Mapa que muestra la distribución de la salinidad del fondo en partes por mil en marzo-abril de 1959 y de la superficie en mayo de 1963	18
Fig. 6. Mapa que muestra la distribución granulométrica de los sedimentos	20
Fig. 7. Mapa que muestra la distribución del porcentaje de carbonato de calcio en los sedimentos	22

	Pág.
Fig. 8. Mapa que muestra la distribución generalizada de las áreas de turbidez y vegetación sumergida	24
Fig. 9. Mapa de distribución de los manglares	28
Fig. 10. Cuadro de concentración de la información ecológica y datos generales de las poblaciones	31
Fig. 11. Cuadro de concentración de las poblaciones totales de cada especie, en número de ejemplares	s/f
Fig. 12. Cuadro de concentración de los porcentajes de cada especie dentro de las poblaciones totales	s/f
Fig. 13. Cuadro de concentración del número de ejemplares >de .149 mm dentro de las poblaciones totales	s/f
Fig. 14. Cuadro de concentración de los porcentajes de ejemplares >de .149 mm dentro de las poblaciones totales	s/f
Fig. 15. Cuadro de concentración del número de ejemplares <de .149 mm dentro de las poblaciones totales	s/f
Fig. 16. Cuadro de concentración de los porcentajes de ejemplares >de .149 mm dentro de las poblaciones totales	s/f
Fig. 17. Cuadro de concentración del número de ejemplares de cada género dentro de las poblaciones totales	s/f
Fig. 18. Cuadro de concentración de los porcentajes de cada género dentro de las poblaciones totales	s/f
Fig. 19. Cuadro de concentración del número de ejemplares vivos de cada especie	s/f
Fig. 20. Cuadro de concentración de los porcentajes de ejemplares vivos dentro de las poblaciones totales	s/f
Fig. 21. Distribución de las poblaciones totales de foraminíferos en millares de ejemplares	32
Fig. 22. Distribución de los porcentajes totales de ejemplares <de .149 mm dentro de las poblaciones totales	34
Fig. 23. Distribución del número de géneros por muestra	36
Fig. 24. Distribución del número de especies por muestra	38
Fig. 25. Distribución del porcentaje de foraminíferos aglutinados	39
Fig. 26. Distribución del porcentaje de miliólidos	40
Fig. 27. Distribución del número de ejemplares vivos por unidad de muestra	42
Fig. 28. Distribución de los porcentajes que representan las poblaciones vivientes dentro de las poblaciones totales	44
Fig. 29. Distribución de los porcentajes totales de <i>Miliammina fusca</i> (H. B. Brady)	48
Fig. 30. Distribución de los porcentajes totales de <i>Ammobaculites dilatatus</i> Cushman y Brönnimann	50
Fig. 31. Distribución de los porcentajes totales de <i>Ammotium salsum</i> (Cushman y Brönnimann)	51
Fig. 32. Distribución de los porcentajes totales de <i>Arenoparrella mexicana</i> (Kornfeld)	54
Fig. 33. Distribución de los porcentajes totales de <i>Cyclogyra planorbis</i> (Schultze)	55
Fig. 34. Distribución de los porcentajes totales del género <i>Quinqueloculina</i> d'Orbigny, 1826	56
Fig. 35. Distribución de los porcentajes totales de <i>Quinqueloculina compta</i> Cushman	58
Fig. 36. Distribución de los porcentajes totales de <i>Quinqueloculina</i> aff. <i>Q. lamarchiana</i> d'Orbigny	60
Fig. 37. Distribución de los porcentajes totales de <i>Quinqueloculina poeyana</i> d'Orbigny	62
Fig. 38. Distribución de los porcentajes totales de <i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus)	64

	Pág.
Fig. 39. Distribución de los porcentajes totales de <i>Archaias</i> sp.	66
Fig. 40. Distribución de los porcentajes totales de <i>Buliminella</i> cf. <i>B. bassendorfsensis</i> Cushman y Parker	68
Fig. 41. Distribución de los porcentajes totales de <i>Buliminella elegantissima</i> (d'Orbigny)	70
Fig. 42. Distribución de los porcentajes totales de <i>Bolivina lowmani</i> Phleger y Parker	72
Fig. 43. Distribución de los porcentajes totales de <i>Bolivina pulchella primitiva</i> Cushman	74
Fig. 44. Distribución de los porcentajes totales de <i>Bolivina striatula</i> Cushman	76
Fig. 45. Distribución de los porcentajes totales de <i>Rosalina floridana</i> (Cushman)	80
Fig. 46. Distribución de los porcentajes totales de <i>Eponidella gardenislandensis</i> Akers	82
Fig. 47. Distribución de los porcentajes totales de <i>Palmerinella palmerae</i> Bermúdez	83
Fig. 48. Distribución de los porcentajes totales de <i>Palmerinella</i> sp. <i>A</i>	84
Fig. 49. Distribución de los porcentajes totales de <i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus), y variantes	86
Fig. 50. Mapa de distribución de los porcentajes totales del género <i>Elphidium</i> Montfort, 1808	90
Fig. 51. Distribución de los porcentajes totales de <i>Elphidium advenum</i> (Cushman)	91
Fig. 52. Distribución de los porcentajes totales de <i>Elphidium gunteri</i> Cole ...	94
Fig. 53. Mapa de distribución de los porcentajes totales de <i>Elphidium poeyanum</i> (d'Orbigny)	96
Fig. 54. Distribución de los porcentajes totales de <i>Cymbaloporella</i> sp. <i>A</i>	100
Fig. 55. Distribución de los porcentajes totales de <i>Fursenkoina pontoni</i> (Cushman)	102
Fig. 56. Distribución de los porcentajes totales de <i>Cassidulina</i> cf. <i>C. crassa</i> d'Orbigny	104
Fig. 57. Distribución de los porcentajes totales de <i>Nonionella atlantica</i> Cushman	106
Fig. 58. Distribución de los porcentajes totales de <i>Hanzawaia concentrica</i> (Cushman)	108
Fig. 59. Distribución de las Biofacies de foraminíferos	111
Fig. 60. Ubicación de las 15 localidades de observación y muestreo periódicos	120
LÁMINAS 1-11	siguen a la bibliografía

PROLOGO

Durante la vigésima sesión del Congreso Geológico Internacional, celebrada en la ciudad de México, en 1956, el suscrito fue invitado, en su calidad de Director del Instituto de Geología, a visitar un barco, propiedad de la Institución Scripps de Oceanografía, de la Universidad de California, que atracó en el puerto de Acapulco.

En esa visita estableció relaciones con varios científicos, cambiando impresiones con ellos, de donde le surgió un profundo interés por la Oceanografía y Geología Marina. Dicho interés se acrecentó con la lectura de publicaciones sobre estudios de esas especialidades, percatándose de la inminente necesidad de iniciar investigaciones en esas disciplinas, de primordial importancia para el desarrollo científico-técnico del país, abriéndose para la Dirección del Instituto nuevos horizontes de investigación científica original, que vinieron a llenar el hueco creado por la falta de estudios sedimentológicos, geoquímicos y oceanográficos dentro del Instituto.

En el mes de julio de 1958, el suscrito tuvo oportunidad de visitar la Institución Scripps de Oceanografía, invitado para hablar ante un grupo de sus investigadores, sobre los recursos naturales no renovables de México.

Con estos antecedentes y consciente de la necesidad de preparar debidamente a su personal en Oceanografía y Geología Marina, el Instituto de Geología celebró un convenio de asistencia mutua y cooperación, con el Dr. Roger Revelle, en esa época Director de la Institución Scripps. Mediante ese convenio fue posible que algunos de los científicos del Instituto visitaran la citada Institución, permaneciendo durante algún tiempo en íntimo contacto con sus investigadores, aprendiendo los métodos de trabajo más avanzados en esas ciencias. Con el mismo fin, se envió personal a cruceros oceanográficos y exploraciones en los litorales mexicanos o en el extranjero.

Se hicieron convenios similares con el Instituto de Ciencias Marinas de la Universidad de Texas y con el Colegio de Agricultura y Mecánica de Texas, para efectuar estudios oceanográficos en el Golfo de México. En ellos participó el Dr. F. Bonet, representando al Instituto de Geología. Los resultados de los estudios han sido publicados en parte por revistas extranjeras y en un futuro próximo se publicarán en esta serie el estudio del Dr. F. Bonet sobre un pozo perforado por el Instituto de Geología en la Isla Pérez del Arrecife Alacranes y el estudio de la Sistemática y distribución de los foraminíferos del mismo arrecife, por el Biól. A. Ayala-Castañares, en colaboración con la Biól. C. González.

El primer proyecto autónomo del Instituto de Geología, iniciado en el año de 1959, lo constituye el estudio geológico marino y terrestre de la Laguna de Términos en el Estado de Campeche. El trabajo de campo lo realizó el Ing.

A. Yáñez, bajo la supervisión de los doctores F. B. Phleger y J. R. Curray de la Institución Scripps, empleando en su mayoría equipo prestado por ellos.

De esa manera se colectaron los primeros datos y muestras para estudio, procediéndose a establecer el Departamento de Sedimentología, para cuya organización se contó con la ayuda decisiva del Dr. F. B. Phleger de la Institución Scripps y del Dr. F. Bonet del Instituto de Geología. Quedó a cargo de dicho Departamento el Ing. A. Yáñez, quien estudió la batimetría, salinidad, temperatura y distribución de la fracción inorgánica de los sedimentos.

La fracción orgánica de los sedimentos fue estudiada en el Departamento de Micropaleontología, donde realizaron trabajos sobre distribución de las diatomeas, foraminíferos y micromoluscos, todos ellos con fines sedimentológicos y ecológicos.

El objeto inmediato del proyecto fue hacer una descripción adecuada de la laguna, tratando de conocer la dinámica de los procesos sedimentarios que se realizan en el área, para definir su origen y evolución. El objeto mediano, especialmente interesante, es sumar los resultados de estas investigaciones con los de trabajos similares hechos por investigadores extranjeros, dentro o fuera del país, para determinar el modo en que los sedimentos reflejan las condiciones ambientales y posteriormente, por comparación, interpretar convenientemente las condiciones de depósito de sedimentos fósiles, lo que permitirá elaborar mapas paleogeográficos correctos, de especial interés para la explotación petrolera.

Después de cuatro años de labores, gran parte de los cuales se dedicaron a preparar el personal especializado requerido, quedó terminada la primera parte del proyecto, que puede considerarse un reconocimiento de la laguna, tendiente al conocimiento general de su dinámica y ecología, para poder precisar problemas específicos por resolver, que permitan definir con certeza su origen y evolución. Todos los estudios de la Laguna de Términos estuvieron bajo la supervisión del Biól. A. Ayala-Castañares, del Departamento de Micropaleontología del Instituto de Geología, con la íntima colaboración del Dr. F. B. Phleger.

Esas investigaciones fueron posibles gracias a la ayuda de la Secretaría de Marina, Gerencia de Exploración de Petróleos Mexicanos e Instituto Tecnológico de Veracruz y la Aportación Económica NSF-19105, de la National Science Foundation de los Estados Unidos de América, para desarrollar investigaciones en las lagunas litorales del Golfo de México.

Por lo tanto, este Boletín, que consta de cuatro trabajos publicados separadamente como partes 1 a 4, es especialmente significativo para el Instituto de Geología, pues marca el comienzo de una serie de publicaciones sobre Oceanografía y Geología Marina, estudiando los casi inexplorados litorales mexicanos, su plataforma continental y las formaciones que se han desarrollado sobre ella, como son los arrecifes y cayos cercanos o distantes de sus costas.

La información aportada en los cuatro trabajos citados resulta insuficiente para satisfacer los objetivos del proyecto, por lo que debe necesariamente complementarse con estudios detallados que permitan conocer las variaciones de los distintos factores ecológicos durante las distintas estaciones del año, para

correlacionarlos con la productividad relativa de microorganismos formadores del sedimento y de ese modo conocer la variabilidad relativa en productividad orgánica y velocidad relativa de depósito en el área. También es preciso estudiar detalladamente, tanto en la superficie como en el subsuelo, la Isla del Carmen, además de muestrear convenientemente el litoral y la plataforma continental frente a la laguna. Algunos de esos trabajos ya se iniciaron y se continuarán por varios años.

Este trabajo titulado "Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México", por el Biól. A. Ayala-Castañares, constituye la parte 3 del Boletín, que se complementa con los artículos siguientes: "Batimetría, salinidad, temperatura y distribución de los sedimentos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México", por el Ing. A. Yáñez (parte 1); "Sistemática y distribución de los géneros de diatomeas de la Laguna de Términos, Campeche, México", por el Biól. A. Silva-Bárcenas (parte 2); y "Sistemática y distribución de los micromoluscos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México", por el Biól. A. García-Cubas Jr. (parte 4).

El programa de investigaciones en las lagunas litorales se complementa con investigaciones en la Laguna Madre, en el Estado de Tamaulipas, en proceso de desarrollo y en la Laguna de Tamiahua, en el Estado de Veracruz, que se iniciará a principios de 1964, quedando de ese modo cubiertas las tres lagunas más grandes del litoral mexicano en el Golfo de México.

Es de esperarse que en el futuro, contando con mayores recursos económicos y experiencia, puedan realizarse proyectos más ambiciosos que el presente, tanto en las lagunas litorales como en mar abierto, cubriendo no sólo los aspectos geológicos, sino también los biológicos, mediante la colaboración con los centros especializados, para hacer más completo el estudio de las zonas escogidas.

Guillermo P. Salas.
Director.

*SISTEMATICA Y DISTRIBUCION DE LOS FORAMINIFEROS
RECIENTES DE LA LAGUNA DE TERMINOS,
CAMPECHE, MEXICO **

AGUSTÍN AYALA-CASTAÑARES **

RESUMEN

Se hace el estudio sistemático y cuantitativo de los foraminíferos contenidos en numerosas muestras de sedimento colectadas en la Laguna de Términos, Campeche, discutiendo la distribución de las poblaciones totales, vivientes y de los diferentes grupos taxonómicos de foraminíferos encontrados. Tal distribución parece indicar que el factor ecológico más significativo es la salinidad, aunque el carbonato de calcio y la vegetación sumergida juegan un papel muy importante; se subdivide en 4 biofacies: Fluvial Mixta, Lagunar Interna, Lagunar Externa y Golfo Abierto. Se comentan sus posibles tendencias de distribución en los sedimentos, velocidad relativa de sedimentación, productividad orgánica, etc. Entre las recomendaciones finales pueden citarse: a) realización de muestreos periódicos futuros, durante varios años; b) el estudio detallado de la Isla del Carmen, incluyendo el trabajo superficial, el estudio de muestras de perforaciones y del litoral; c) obtención de mayores datos físicos, para una mejor comprensión de la dinámica, origen y evolución de la Laguna de Términos e Isla del Carmen; y d) conveniencia de elaborar mapas de distribución de la vegetación sumergida y definir su papel como almacenadora de sedimento, etc.

INTRODUCCION

El propósito de este trabajo es conocer las normas de distribución de los foraminíferos de la Laguna de Términos y correlacionarlos con factores conocidos del ambiente sedimentario, así como determinar si pueden utilizarse como guías para definir procesos oceanográficos y sedimentológicos, permitiendo su subdivisión en biofacies.

* Trabajo presentado simultáneamente en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, como Tesis para optar el Grado de Doctor en Biología.

** Investigador de Tiempo Completo Titular. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.

El conocimiento de la Ecología y distribución de los foraminíferos y demás grupos de organismos de las lagunas litorales de México es muy importante desde el punto de vista sedimentológico, pues es indudable que los seres vivos, al ser sumamente sensibles a los cambios ambientales, los reflejan más claramente que la fracción puramente inorgánica de los sedimentos. Por tanto, ayudan más eficazmente al entendimiento de los complicados procesos dinámicos que ahí se desarrollan.

Su valor paleoecológico también es considerable, puesto que identificar sedimentos fósiles depositados en lagunas litorales antiguas es sumamente valioso para la reconstrucción paleogeográfica de ciertas áreas de interés petrolero en la República Mexicana, en particular el sureste y noreste del país, donde los pozos petroleros atraviesan espesores considerables de rocas, tal vez depositadas en ese ambiente.

Por esa razón en los estudios que abarca el proyecto de Oceanografía y Geología Marina de las lagunas litorales del Golfo de México, del cual la Laguna de Términos constituye la primera parte, se ha dado énfasis a los foraminíferos, motivo de este estudio, micromoluscos (García-Cubas, 1963), ostrácodos (G. Morales, en preparación) y diatomeas (Silva-Bárcenas, 1963), estudios de cuya coordinación está a cargo el autor de este trabajo; además se realizó el estudio granulométrico y sedimentológico (Yáñez, 1963).

El proyecto es llevado a cabo con la asistencia de distinguidos especialistas de la Institución Scripps de Oceanografía de la Universidad de California, bajo los auspicios de la Secretaría de Marina del Gobierno de México, y de la National Science Foundation de los Estados Unidos de América.

Es digno de mención que esta investigación, junto con las demás que forman el proyecto de la Laguna de Términos, representan el primer trabajo de esta índole realizado en México, exclusivamente por científicos mexicanos, pues aunque se publicó un artículo sobre lagunas litorales de Baja California, particularmente las lagunas Ojo de Liebre, Guerrero Negro y Manuela, dicho estudio fue escrito por investigadores norteamericanos de la Institución Scripps de Oceanografía (Phleger y Ewin, 1962). También es sin lugar a dudas uno de los primeros desarrollados en latinoamérica por científicos latinoamericanos.

El trabajo de campo y el muestreo fueron hechos en su mayor parte por A. Yáñez del Instituto de Geología, durante los meses de marzo y abril de 1959, habiéndose obtenido datos ecológicos relativos a profundidad, temperatura del agua y salinidad, y terminado por el autor de este trabajo en compañía de F. B. Phleger y A. Yáñez con observaciones que permitieron definir mejor algunas de las conclusiones obtenidas.

Aquí sólo se tratan la Sistemática y la distribución de los foraminíferos, en tanto que los sedimentos y otros grupos de restos de origen orgánico son objeto de artículos separados.

Esta investigación está enfocada fundamentalmente a tratar de conocer la ecología y normas de distribución sedimentaria de los foraminíferos, pero para

ello fue necesario primeramente identificar las especies y hacer su estudio sistemático, en el cual se siguió la clasificación propuesta por Loeblich y Tappan (1961), salvo para la categoría de Superfamilia en que se cambió la terminación —ACEA por —OIDEA, siguiendo la recomendación 29A del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (1961, p. 29). Aunque se aportan datos biológicos significativos, éstos no constituyen el motivo básico de la investigación.

El trabajo comprendió aproximadamente 3 años de labores, desarrolladas en su mayor parte en el Departamento de Micropaleontología del Instituto de Geología, salvo dos meses en que el autor trabajó en el Laboratorio de foraminíferos de la Institución Scripps de Oceanografía, primero formando una colección de foraminíferos recientes del Golfo de México, que se usó como material para comparación, y posteriormente revisando las identificaciones de las especies, comparándolas con la Colección de esa Institución y discutiendo algunos problemas taxonómicos y de distribución con F. B. Phleger, F. L. Parker y J. S. Bradshaw.

Para el estudio cuantitativo se analizaron volúmenes constantes aproximadamente de 10 cc de sedimento superficial húmedo, correspondientes a 10 cm² de superficie por 1 cm de espesor; en cada muestra se hizo el recuento de la población total, población > de .149 mm, población < de .149 mm, población viviente y se controlaron todas las especies de la población. Se computaron por separado los datos de cada género para observar su comportamiento. Con todo ello se elaboraron cuadros de concentración de datos y mapas de distribución para cada grupo, que sirvieron de base para las interpretaciones. El método empleado se discute en detalle en un capítulo destinado a ese fin.

Aunque los datos aquí aportados poseen indudable valor científico, no pueden ser considerados de ninguna manera definitivos, particularmente por lo que respecta a poblaciones vivientes, productividad orgánica y velocidad relativa de sedimentación, pues esos datos deben variar en el curso del año y las muestras estudiadas sólo corresponden a los meses de marzo y abril de un año. Para ampliar la información existente se han planeado estudios periódicos posteriores, como se explica en los capítulos de Conclusiones y Recomendaciones.

Los dibujos de las especies fueron hechos por A. Hokuto, del Departamento de Micropaleontología del Instituto de Geología, utilizando para ello una cámara lúcida Carl Zeiss.

Tipos: Los hipotipos de las especies se encuentran depositados en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, incluyéndose en cada caso el número de registro correspondiente.

El autor agradece la valiosa ayuda prestada por las siguientes Instituciones y personas, sin las cuales no habría podido llevarse a cabo la investigación: Secretaría de Marina; National Science Foundation; Institución Scripps de Oceanografía; G. P. Salas, Director del Instituto de Geología por su constante estímulo; F. B. Phleger, Institución Scripps de Oceanografía, por sus valiosos

consejos y orientación en el trabajo; F. L. Parker, Institución Scripps de Oceanografía, por su ayuda en la solución de ciertos problemas taxonómicos; J. S. Bradshaw, Institución Scripps de Oceanografía, por muy valiosas sugerencias y comentarios respecto al comportamiento de *Ammonia beccarii* (Linnaeus) en cultivos de laboratorio; A. R. Loeblich Jr., California Research Corp. por muy valiosos datos taxonómicos; H. E. Thalmann, Universidad de Stanford, por sugerencias y críticas al manuscrito original; E. Rioja, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, por sugerencias y comentarios especialmente en relación con el significado biológico de ciertos fenómenos; A. Yáñez, Instituto de Geología, quien colectó las muestras y aportó casi todos los datos físicos que se tienen de la laguna; el personal del Departamento de Micropaleontología del Instituto de Geología, L. R. Segura, C. González, A. Hokuto, J. Osuna y A. Silva-Bárcenas, quienes contribuyeron de modo definitivo en el desarrollo del trabajo, realizando los recuentos estadísticos y reuniendo la información que sirvió de base para la interpretación.

MÉTODOS DE TRABAJO

En términos generales se siguieron los procedimientos utilizados por la Institución Scripps de Oceanografía, y aunque han sido descritos en otra parte, a continuación se hacen algunos comentarios del modo como se hicieron el muestreo, la preparación y el estudio, por ser especialmente significativos.

MUESTREO

Fue llevado a cabo en su mayor parte por A. Yáñez durante los meses de marzo y abril de 1959 y es descrito en detalle por ese autor (1963) haciéndose aquí solo una breve descripción, relativa a cantidad de muestra tomada, modo de preservación y datos ecológicos obtenidos en cada estación.

En el mes de mayo de 1963 el autor, F. B. Phleger y A. Yáñez hicieron observaciones adicionales, tanto en la Laguna de Términos como en la Isla del Carmen, para definir futuros estudios y comprobar algunos de los resultados interpretados.

Para colectar las muestras se utilizó el "Tubo de Lankford", diseñado por R. R. Lankford en la Institución Scripps de Oceanografía, descrito en Yáñez (1963), que permite obtener núcleos con superficie aproximada de 10 cm en un tubo de plástico, o bien una draga tipo Van Been (Hedgpeth, 1957, fig. 4). Empleando un aditamento cortador (Phleger, 1960, p. 25) colocado en la parte superior del tubo de plástico; empujando el núcleo por su parte inferior hasta enrasar el tope y cortando con una cuchilla se obtiene un espesor de 1 cm, de modo que la muestra representa aproximadamente 10 cm³ de sedimento superficial húmedo.

Cuando se usó la draga Van Been, los núcleos se obtuvieron introduciendo el tubo de plástico por una ventana en la parte superior de la draga, procurando mantener el sedimento lo menos perturbado posible y siguiendo después el mismo procedimiento de cortado descrito arriba.

Las muestras empleadas representan sólo el centímetro superior de sedimento, porque la población viviente de foraminíferos bentónicos, sumamente importante para conocer la distribución de las especies, productividad orgánica y velocidad relativa de depósito, sólo se encuentra en la porción superficial.

Los 10 cm³ de sedimento superficial húmedo se colocaron con un poco de agua del lugar, en un frasco de vidrio, agregándole formol al 5% para fijar el protoplasma de los ejemplares vivos en el momento de la colecta, agregando borato de sodio para tener un pH alcalino, neutralizando la acidez del formol e impidiendo se destruyeran las testas de los foraminíferos. Cada frasco fue rotulado con el número de estación correspondiente y sellado con cinta de aislar plástica para evitar la evaporación del agua e impedir se secaran las muestras.

El resto de la muestra obtenida, ya sea con el "Tubo de Lankford" o con la draga, se guardó por separado y destinó al estudio sedimentológico.

En cada estación se siguió una rutina de trabajo y observación, consistente en lo siguiente:

- a) Ubicación de la estación en el mapa, empleando un sextante, una brújula, o bien, calculando la distancia con rumbo y velocidad de la lancha.
- b) Obtención de muestras de agua de la superficie y del fondo, para determinaciones de salinidad, (utilizando en el último caso la botella de Nansen).
- c) Medición de la temperatura del agua superficial en grados centígrados.
- d) Medición de la profundidad de la estación.
- e) Obtención de núcleos y muestras de sedimento con el "Tubo de Lankford" o con la draga tipo Van Been, separando en cada caso la fracción antes descrita de 10 cm³ de sedimento superficial húmedo, para el estudio estadístico de los foraminíferos.
- f) En algunos casos se tomaron muestras de sedimento del fondo con red de arrastre.
- g) Se colectaron al iniciar las travesías entre una y otra estación, numerosas muestras de plancton.

Los núcleos de 10 cc de sedimento superficial húmedo se emplearon también para el estudio de los micromoluscos y ostrácodos.

Los resultados de los datos ecológicos medidos fueron reunidos en su mayor parte por Yáñez (1963), de donde se toma esa información, agregando observaciones e interpretaciones hechas posteriormente por el autor.

PREPARACIÓN

A su arribo al laboratorio las muestras se tiñeron con una solución suficientemente concentrada de Rosa de Bengala para tomar un color oscuro, según el método descrito por Walton (1952, p. 32), dejando actuar el colorante por lo menos 24 horas antes de proceder a lavarlas. Esa operación tiene por objeto teñir de un color rojo oscuro el protoplasma de los ejemplares vivos en el momento de la colecta, previamente fijados por el formol, que permite su distinción de los ejemplares muertos.

Es especialmente importante *jamás* dejar secar la muestra antes de procesarla ni permitir un pH ácido, pues se corre el riesgo de que sean destruidos algunos ejemplares de foraminíferos muy delicados.

Las muestras se lavaron en un tamiz No. 230 U.S. Standard, con abertura 0.062 mm, que corresponde al límite limo-arena pues de esa manera es fácil tener una idea aproximada del contenido de arena en el sedimento, independientemente de que ese tamaño de abertura es suficientemente pequeño para que no pase por él ningún foraminífero, por pequeño que sea.

Una vez lavada la muestra, operación que debe hacerse sin frotar y *muy cuidadosamente* para evitar se rompan o tiren ejemplares, se seca en un horno o temperatura cercana a los 70 grados centígrados, para evitar que el calor exagerado destruya las testas delicadas o bien que salten fuera del recipiente.

Una vez secas las muestras se concentraron los foraminíferos con perclorotileno (tetracloroetileno), con densidad aproximada de 1.63, sustancia más efectiva y menos tóxica que el tetracloruro de carbono. La operación se repitió en cada muestra las veces necesarias, controlando los resultados al microscopio estereoscópico, hasta flotar toda la fauna. De ese modo los foraminíferos concentrados quedaron listos para su estudio estadístico.

ESTUDIO

El primer paso en el estudio de las muestras fue proceder a la identificación de las especies, trabajo de primordial importancia. Para ello se consultó la bibliografía especializada, particularmente aquellos trabajos con fines semejantes. Uno de los primeros pasos fue enriquecer la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología con ejemplares identificados de especies de foraminíferos recientes del Golfo de México, trabajo que desarrolló el autor de este estudio durante un mes en la Institución Scripps de Oceanografía, que donó los materiales en cuestión, y con materiales de sedimentos recientes de Cuba, donados por el Instituto Cubano de Recursos Minerales. Las identificaciones de las especies de la Laguna de Términos fueron primero comparadas con esos materiales y finalmente con la Colección de Foraminíferos de la Institución Scripps de Oceanografía, durante el año de 1962. Una vez conocidas las especies se procedió a su ilustración y arreglo sistemático, realizándose a continuación el estudio cuantitativo de las muestras.

Se estudiaron separadamente las poblaciones totales y vivientes, pues para uno y otro caso se usan procedimientos diferentes.

Poblaciones totales.—Una vez lavada y seca la muestra se tamizó a través de una malla No. 100, con abertura de .149 mm, para obtener dos fracciones; contándose separadamente los ejemplares de cada una de ellas. Para simplificar el procedimiento, se dividió la muestra cuantas veces fue necesario, utilizando un fraccionador de Otto (1933), hasta obtener aproximadamente 300 ejemplares, pues según Phleger (1960, p. 33-34), quien a su vez se basó en las experiencias de Dryden (1931), ese número mínimo resulta suficientemente representativo para conocer las poblaciones. En cada caso se controló el número de ejemplares de las especies. Los datos se utilizaron para obtener cifras referentes a: población total; población > de .149 mm; población < de .149 mm, número de ejemplares de cada género, número de ejemplares de cada especie, de la familia Miliolidae y de algunos grupos especiales como por ejemplo foraminíferos aglutinados. Además se determinaron sus porcentajes dentro de la población total.

Poblaciones vivientes.—Se tiñó el protoplasma de los ejemplares correspondientes a la población que estaba viva en el momento de colectar la muestra, como se explicó en los métodos de preparación, de un color rosado oscuro; pero debido a la acción del formol que lo fija, se encuentran reducidos en volumen, lo cual dificulta su identificación. Por lo que, para distinguirlos mejor se siguió el procedimiento empleado por el Laboratorio de Foraminíferos de la Institución Scripps de Oceanografía, consistente en colocar la muestra en un frasco, agregándole hasta cubrir una solución alcohólica del detergente denominado Aerosol en proporción de un gramo sólido por 100 gramos de alcohol. Se agrega agua hasta llenar completamente el frasco, tapándolo y dejando actuar el detergente durante 24 horas, tiempo en el cual el protoplasma de los ejemplares teñidos se expande y facilita su distinción de los ejemplares muertos. La muestra se observó al microscopio en húmedo, utilizando para ello unos recipientes de poliestireno cuadrículados y numerados, hechos especialmente para ese fin, observándose al microscopio siguiendo la numeración para no contar varias veces un mismo ejemplar (es conveniente hacer esta operación separando las fracciones > y < de .149 mm, lo cual no se hizo en este estudio), llevándose un registro del número de individuos vivos de cada especie. Finalmente se obtuvo información de la cantidad total de ejemplares vivos incluyendo el número de cada género y especie obteniendo para cada muestra la relación entre la población viviente y total, expresada en porcentaje; esto es sumamente valioso para determinar la velocidad relativa de sedimentación, según se explicará más adelante. La información correspondiente tanto a poblaciones totales como vivientes está condensada en cuadros de concentración de datos y numerosos mapas de distribución, de los que se seleccionaron para la publicación sólo los más significativos.

Una vez terminados los recuentos, las muestras fueron lavadas, secadas y archivadas convenientemente.

Los ejemplares ilustrados se separaron e incluyeron en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, indicándose en cada caso el número de registro correspondiente.

UBICACION Y DESCRIPCION GENERAL DE LA LAGUNA DE TERMINOS, CAMPECHE.

La Laguna de Términos se encuentra localizada en el litoral del Golfo de México, entre los meridianos 91° 15' y 92° 00' de longitud oeste y los paralelos 18° 25' y 19° 00' de latitud norte (Fig. 1).

Es una típica laguna litoral o albufera y representa una amplia entrante de aguas someras de 70 km de largo por 28 km de ancho, limitada al norte por la Isla del Carmen (Tamayo, 1949, p. 522), que es baja y boscosa a grandes trechos (Secretaría de Marina. Derrotero, 1962, p. 328), de forma alargada con dirección general WSW y 37.5 km de largo y una anchura media de 3 km con superficie de 151 km²; su costa sobre la Laguna de Términos es muy accidentada, localizándose en sus cercanías muchos bajos e islotes que hacen peligrosa la navegación (Tamayo, 1949, p. 618-619). Por el norte limita con la Isla Aguada o Puerto Real, con 11 km de largo, una anchura media de 1600 m y una superficie de 21.28 km² (Tamayo, 1949, p. 619). Está rodeada por el mar y la Laguna de Términos y en su parte externa del este por las aguas del Sabancuy (Muñoz Lumbier, 1919, p. 48).

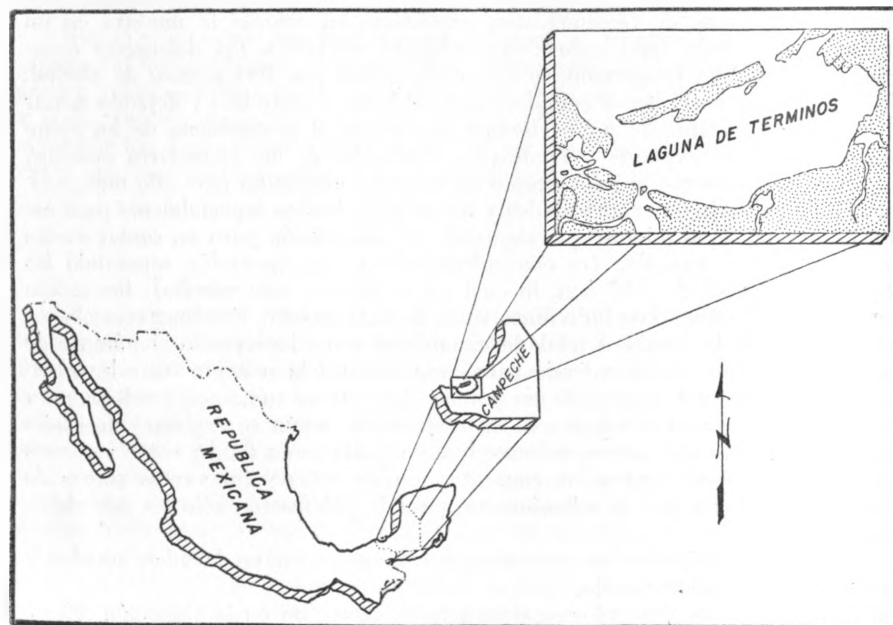


Fig. 1. Mapa de localización.

En la Isla del Carmen hay una media de temperatura máxima de 36° C y una mínima de 19° C; el promedio anual de días despejados es de 171, precipitación de 1487 mm y evaporación de 1505 mm; los vientos dominantes son del SE con velocidad media de 5 a 8 km/h.

Las playas de la laguna son pantanosas y poco profundas. La vegetación sumergida está representada fundamentalmente por los "ceibadales" constituidos por *Thalassia testudinum* y *Diplantera wrightii*; las márgenes presentan una vegetación de tipo tropical, predominando en las riberas los manglares, principalmente en los esteros próximos al vaso de la laguna (Zarur, 1961, p. 61).

Se comunica con el mar por la Boca de Ciudad del Carmen, situada entre el extremo occidental de la Isla del Carmen y la Punta de Xicalango que corresponde al lado NW de la Boca, y por la Boca de Paso Real, que es la entrada NE de la Laguna de Términos (Secretaría de Marina. Derrotero, 1962, p. 328).

FISIOGRAFÍA

La Laguna de Términos tiene en general poca profundidad y sus condiciones morfológicas indican un estado de senectud (Yáñez, 1963).

Generalmente las mareas son irregulares, con máximo de 70 cm en las sicigias (García Cubas, 1891, p. 302). Durante las lluvias las mareas son más fuertes (Secretaría de Marina. Derrotero, 1962, p. 329). La pleamar en las mareas lunares se originan alrededor del mediodía y por lo general sólo se registra una marea en las 24 horas según García Cubas (1891, p. 303).

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Prevalece un clima tropical lluvioso, con precipitaciones mayores en verano (Tamayo, 1949, p. 463); los vientos dominantes del NE y SE tienen una velocidad media de 5 a 8 km/h; la media de temperatura máxima es de 36° C y la media de temperatura mínima 17° C; el número de días despejados alcanza 143 al año, según datos sacados de los archivos del Servicio Meteorológico Mexicano y son producto de 8 años de observación.

HIDROGRAFÍA

Por el oriente desembocan el Río Sabancuy, los arroyos Colax, Lagartero y Chivojá y el estero Chivojá Grande; por el sur los ríos Mamantel, Candelaria, y sus afluentes que desembocan en la "Boca de los Pargos", el Chompin que desemboca en la Boca de Balchacah, el Chepe que desemboca en la Laguna del Este, que a su vez desemboca en la Laguna de Términos, el Palizada que desemboca en la misma Laguna del Este, lo mismo que los arroyos de Las Peñas y Marentes; finalmente, por el occidente, las lagunas y esteros de Pon, Atasta y Puerto Rico, todas ellas comunicadas entre sí (García Cubas, 1891, p. 302).

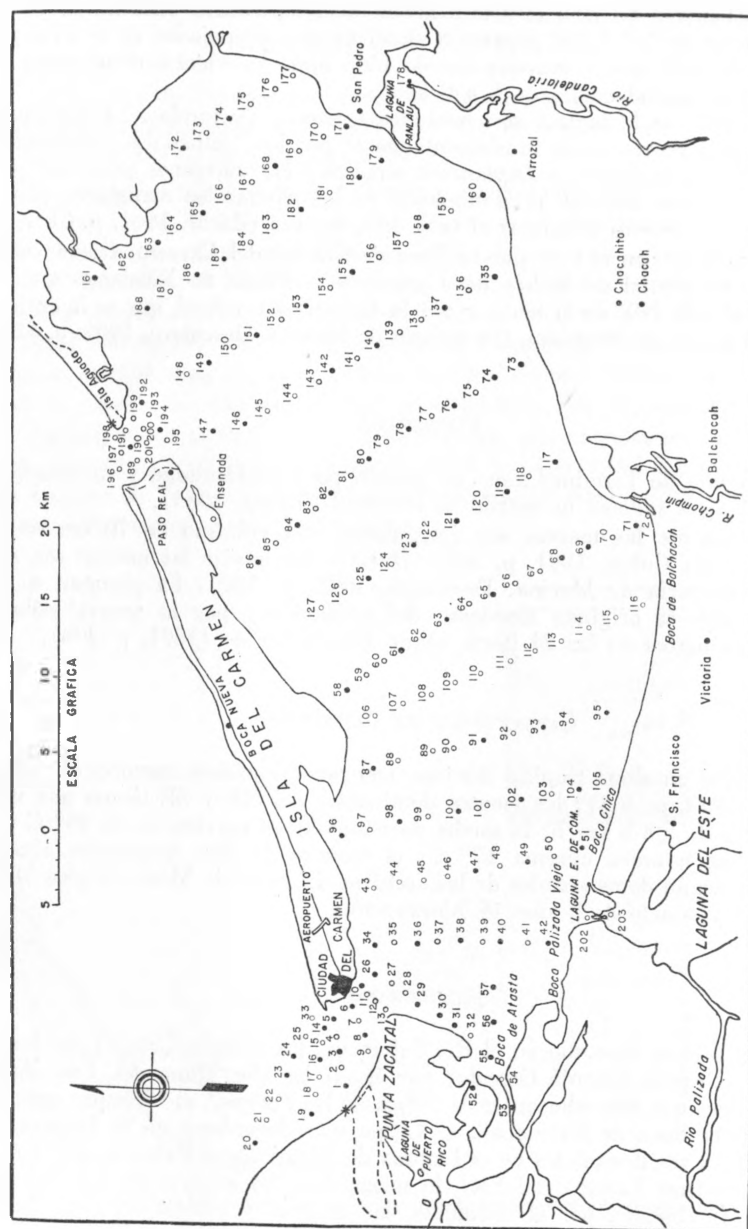


Fig. 2. Mapa que muestra la ubicación de las estaciones muestreadas y estudiadas. Los círculos rellenos corresponden a las muestras estudiadas.

Las características detalladas de muchas de las corrientes antes mencionadas son desconocidas. En general, gran parte de los factores ambientales sólo se conocen en forma muy restringida. A continuación se comentan los datos sobresalientes de los ríos más importantes.

El Río Palizada forma parte de la red hidrológica de los ríos Mexcalapa, Grijalva y Usumacinta (Tamayo, 1949, p. 230), considerados cuencas exorréicas (Vivó, 1953, p. 102). En los últimos 9 años el área de localización del Río Palizada cuenta con una media de temperatura máxima de 35°C y una mínima de 19°C ; el número de días despejados alcanza un promedio de 174 al año, registrándose una precipitación media de 1551 mm. Su nombre alude al hecho de que las avenidas depositan troncos que obstruyendo el cauce, lo bloquean con palizadas. Pero ésta es su riqueza y año tras año aumentan la extensión y espesor de los ricos aluviones cargados de materia orgánica que se depositan en terrenos vecinos (Tamayo 1946, p. 193).

Entre los ríos que vierten sus aguas en la Laguna de Términos está el Río Chompin, formado en la planicie costera por los ríos San Joaquín y Salsipuedes; su cuenca comprende 1874 km^2 y un volumen de escurrimiento de 1368 millones de m^3 al año (Tamayo, 1946, p. 197). Es muy poco conocido.

Otro de los ríos que alimentan la Laguna de Términos es el Candelaria cuya cuenca se localiza en la Península de Yucatán. Su área de captación es de $23,040\text{ km}^2$ (Tamayo, 1946, p. 197-198), de los cuales $21,320\text{ km}^2$ se encuentran en Territorio Nacional y una pequeña porción en la República de Guatemala. En los últimos 11 años su media de temperatura máxima es de 36°C y de temperatura mínima 16°C ; el número de días despejados al año es de 86; la precipitación 1563 mm, y un viento dominante del NE de 5 a 8 km/h. Existen muy pocos datos sobre esta corriente, pero todo parece indicar que tiene un régimen torrencial y en la mayor parte del año el escurrimiento es de muy poca importancia.

La descripción anterior está basada en datos recopilados por A. Silva, del Departamento de Micropaleontología, del Instituto de Geología.

LOCALIDADES MUESTREADAS Y ESTUDIADAS

El número de estaciones de observación y muestreo es de 204, distribuidas en 23 travesías que cubren toda la laguna en una red cerrada. Para este trabajo de Sistemática y distribución de los foraminíferos se estudiaron aproximadamente la mitad de las muestras. La figura 2 muestra la distribución de las estaciones con su número correspondiente; los círculos rellenos corresponden a las estaciones estudiadas, en tanto que los círculos sin rellenar corresponden a estaciones de las cuales no se estudiaron las poblaciones de foraminíferos.

No se estudiaron todas las muestras, sino que se analizaron convenientemente hasta obtener suficiente información para los fines del trabajo.

El detalle empleado para la localización de las estaciones se describe en Yáñez (1963), pero cabe anotar que en términos generales la red de estaciones tiene una separación de aproximadamente 1 km en las bocas y de 2 km dentro de la laguna. Las estaciones se ubicaron utilizando puntos de referencia cono-

cidos de la laguna y calculando la posición, considerando el rumbo y tiempo de travesía, en función de la velocidad, tocándose en cada recorrido las orillas de la laguna en puntos fácilmente localizables en el mosaico aéreo, o en los planos, para hacer las correcciones de la deriva ocasionada por los vientos y las mareas. En algunos sitios, donde fue posible ver puntos notables, como faros o sitios localizables, las estaciones fueron fijadas con sextante.

Por falta de equipo adecuado no fue posible obtener muestras y datos ecológicos del litoral y parte superior de la plataforma continental, de primordial importancia para entender los complicados procesos sedimentarios de la laguna, pero se espera poder realizar ese trabajo en fecha próxima, con mayor información de los pantanos y lagunas interiores de donde, como puede verse en el mapa, sólo se tienen unas cuantas observaciones y muestras, que resultan a todas luces insuficientes.

En el período de campo de mayo de 1963 se establecieron 15 estaciones en lugares críticos de la laguna, en donde se harán estudios sobre condiciones ecológicas y poblaciones de foraminíferos durante varios años, que serán objeto de publicaciones posteriores.

DATOS ECOLOGICOS

En las estaciones de observación y muestreo se obtuvo importante información ecológica en el año de 1959; fue ampliada con los datos obtenidos en un viaje realizado al área en mayo de 1963 por el autor de este trabajo, con el propósito, entre otras cosas de estudiar algunos problemas especialmente interesantes y basar más firmemente las conclusiones obtenidas. Entre los factores ecológicos de los cuales se tiene información pueden citarse: batimetría, temperatura superficial del agua, salinidad del fondo y salinidad de la superficie, tipo de sedimentos, contenido de carbonato de calcio en el sedimento, distribución de la turbidez del agua y vegetación sumergida y distribución de las manglares.

En este capítulo se comentan esos factores ecológicos, incluyendo en cada caso los caracteres sobresalientes y el posible significado de la distribución de cada uno de ellos en la laguna.

MAREAS Y MOVIMIENTOS DEL AGUA DENTRO DE LA LAGUNA

A pesar de que es muy poco lo conocido hasta la fecha, es posible hacer algunos comentarios, para completar los datos ecológicos que permitan entender su significado en la distribución de los foraminíferos y en los procesos oceanográficos que se llevan a cabo en la laguna.

MAREAS:

Aunque se tiene poca información al respecto, se sabe que las mareas en el área son bajas, con máximos de 70 centímetros en las sicigias (García Cubas, 1891, p. 463). Durante las temporadas de lluvias las mareas pueden ser más

fuertes (Secretaría de Marina. Derrotero, 1962, p. 329). Generalmente se presenta sólo una marea en las 24 horas.

MOVIMIENTOS DE AGUA DENTRO DE LA LAGUNA:

El viento juega un papel muy importante, pues las olas producidas por los vientos, generalmente del sureste y noroeste producen movimientos de masas de agua.

La marea introduce agua a la laguna por las bocas, particularmente por la Boca de Paso Real, que como se demuestra en este trabajo puede considerarse más marina, distribuyéndose esa agua en la laguna, particularmente en la porción oriental de la misma y una corriente en la porción posterior de la Isla del Carmen. No se tienen ningunos datos de la velocidad de esa corriente, pero en términos generales se distingue un rumbo oriente-poniente, siguiendo las corrientes litorales del área.

Los ríos, cuyas corrientes están muy poco estudiadas, también contribuyen a los movimientos de agua, dependiendo fundamentalmente de las épocas del año, y según muestra la tendencia de distribución de los materiales en suspensión, y de los sedimentos generalmente producen una corriente que tiende a salir por la Boca de Ciudad del Carmen, como lo demuestra el agua turbia en gran parte de ese canal, y que se forma un delta invertido, con terrígenos, en mar abierto frente a esa boca, según datos obtenidos por Yáñez (1963), y observaciones directas del autor.

En todos los casos se desconoce la velocidad de las corrientes y en el caso de los ríos hay un conocimiento muy pobre de su aporte, por lo que uno de los posibles problemas futuros por estudiar podría ser medir la dirección e intensidad de las corrientes en la superficie y del fondo en lugares seleccionados de la laguna.

BATIMETRÍA

Con los datos observados en cada estación y varios recorridos con ecosonda fue elaborado el mapa de la batimetría de la laguna (Fig. 3), tomado de Yáñez (1963), con isóbatas de 1 braza de profundidad.

Estudiando el mapa es sumamente notoria la homogeneidad en profundidad, pues prácticamente toda la laguna tiene 1 ó 2 brazas, salvo algunos canales en la Boca de Paso Real y en la Boca de Ciudad del Carmen, donde la profundidad llega a ser hasta de 5 brazas; sin embargo, esas áreas representan un mínimo dentro de la laguna. Por lo tanto, puede decirse que el factor batimetría es bastante homogéneo, por lo que aquí se considera que su influencia en las variaciones de población de foraminíferos es relativa, con excepción de los canales antes citados.

La distribución de la batimetría de la Laguna de Términos, notoriamente somera en su mayor parte, corresponde en términos generales con los datos batimétricos de la mayor parte de las lagunas hasta ahora estudiadas, salvo el caso de cierto tipo de lagunas, como algunas de Baja California (Phleger y Ewin,

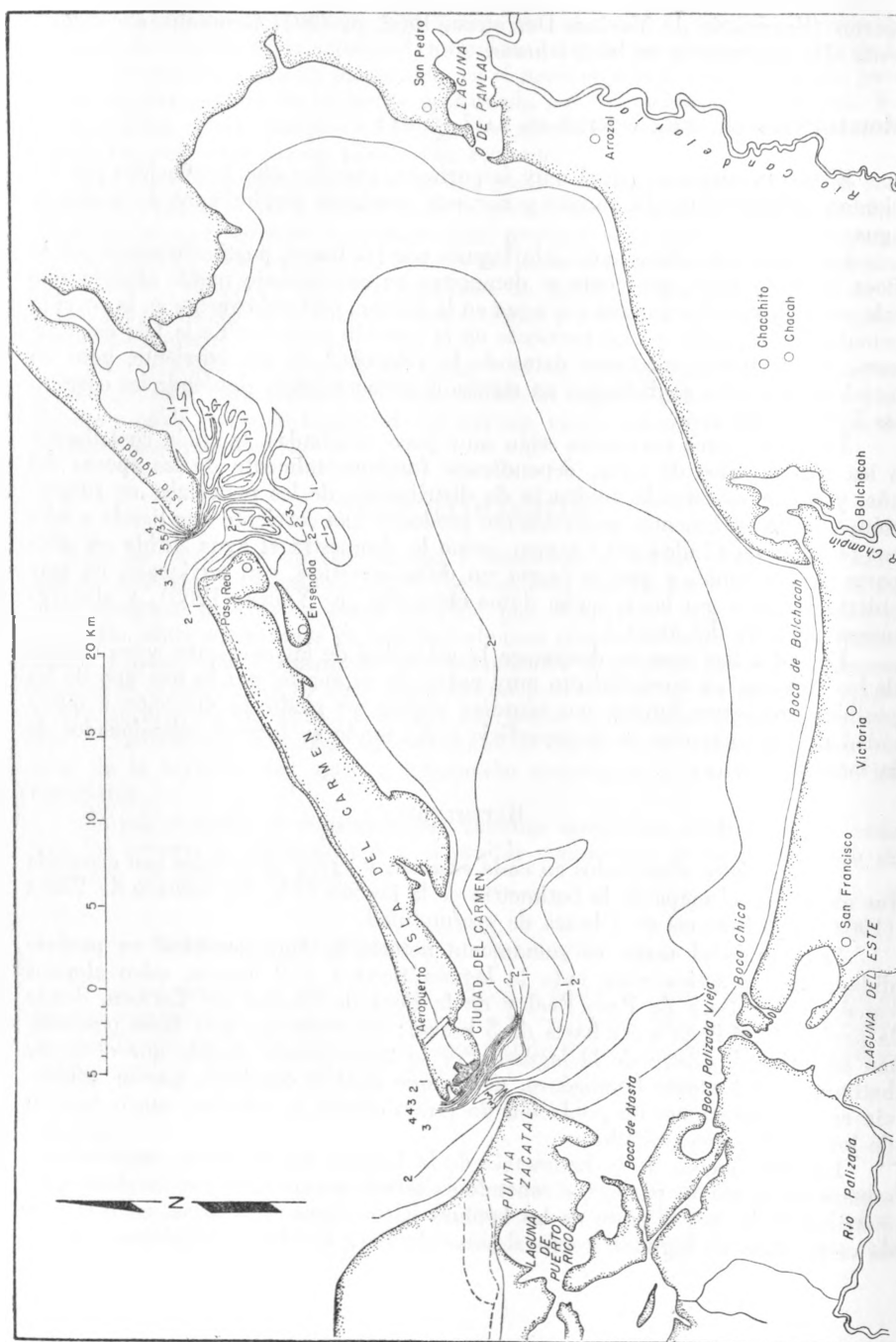


Fig. 3. Mapa que muestra la batimetría en brazas. Intervalo entre isóbatas: 1 brazas. Tomado de Yáñez (1963).

1962), con mareas grandes, en que se forma un sistema de canales relativamente profundos, en muchos casos, presentándose un canal profundo con paredes de fuerte pendiente en la parte posterior de la barrera.

También es notorio el hecho de que la Isla del Carmen presenta dunas de pequeño tamaño, con transporte eólico casi nulo (salvo en las épocas de huracanes), pues la arena es fijada y estabilizada muy rápidamente por la vegetación), a diferencia de otras lagunas, como Guerrero Negro, Ojo de Liebre y Manuela, Baja California (Phleger y Ewin, 1962), o bien la Laguna Madre, Tamaulipas, en donde se encuentran dunas de gran magnitud, con vegetación pobre y donde el transporte eólico juega un papel importante.

TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL AGUA

En el trabajo de campo de marzo-abril de 1959, Yáñez (1963) obtuvo datos de temperatura superficial del agua, que junto con las mediciones hechas en el trabajo de campo del mes de mayo de 1963 en 15 estaciones seleccionadas, se utilizaron para las interpretaciones siguientes.

Desgraciadamente la información con que se cuenta hasta el momento es insuficiente, pues no representa la variación anual ni diaria; sin embargo, permite tener una idea relativa respecto a la distribución de ese factor y definir su variabilidad en diferentes partes de la laguna durante una misma época.

Con los datos obtenidos en 1959, se elaboró el mapa correspondiente a la figura 4, que indica la temperatura medida en grados centígrados, en las estaciones de donde se estudiaron los foraminíferos. Esos datos muestran una variabilidad máxima entre 26° y 32°.

Las mediciones realizadas en mayo de 1963, en 15 estaciones, que como se explica en otro lugar, serán objeto de observaciones trimestrales y estudios de poblaciones, fueron sumamente homogéneas, con variación sólo entre 29° y 31° C en diferentes partes de la laguna. En la figura 4 se indica con el símbolo X la porción de las estaciones correspondientes a ese período y los datos medidos con números cursivos.

En términos generales el grado de variabilidad de la temperatura en las lagunas litorales es grande, tanto durante el día como durante las diferentes épocas del año, pues de un modo general se siguen los cambios en la temperatura de la atmósfera, por su poca profundidad (Emery y Stevenson, 1957, p. 684-685).

Como la máxima diferencia en temperatura medida hasta la fecha en la Laguna de Términos es bastante pequeña, no es posible construir mapas de isotermas, sino que en términos generales en una misma época toda la laguna es prácticamente isoterma.

Es interesante notar que, debido a los cambios de temperatura acentuados en las lagunas litorales y esteros, en general, se elimina la existencia de organismos estenotermos (Emery y Stevenson, 1957, p. 685), es decir que la flora y fauna existente en esos ambientes están adaptadas a los cambios en temperatura característicos, es decir, son euritermas.

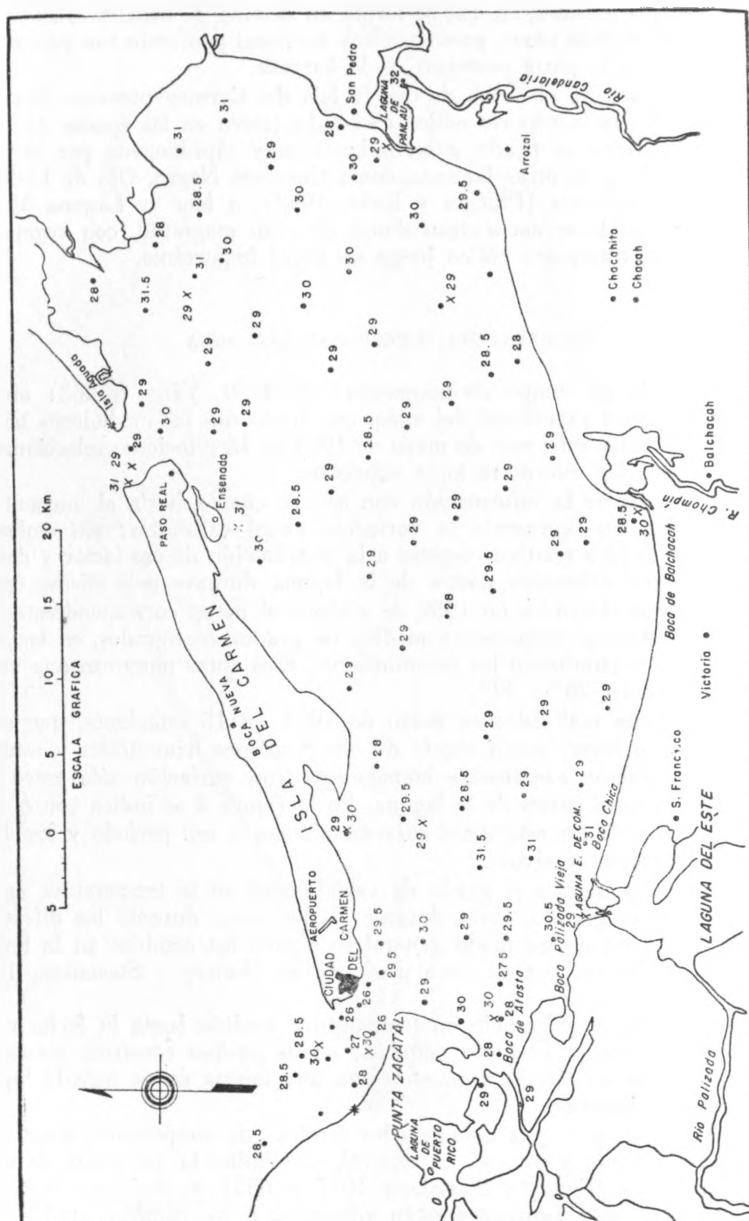


Fig. 4. Mapa de distribución de la temperatura superficial en grados centígrados. Marzo-abril de 1959 y mayo de 1963.
● Números redondos: temperatura de marzo-abril, 1959. $\bar{X}$ Números cursivos: temperatura de mayo, 1963.

Las mediciones de temperatura en las estaciones, fueron hechas entre las 11 y las 17 horas, por lo que representan probablemente la temperatura más alta del día o cerca de ella, pues debe descender durante la noche.

La temperatura ambiente, que es uno de los factores determinantes de la temperatura del agua, oscila entre una media máxima de 36° C y una mínima de 17° C, según datos existentes en el Servicio Meteorológico Mexicano, y provienen de observaciones durante los últimos 8 años.

Según la información con que se cuenta, puede considerarse que la temperatura del agua es francamente alta con ciertas fluctuaciones y ello parece tener un especial significado ecológico, de modo que algunas especies se encuentran en condiciones óptimas para su desarrollo, como se verá al discutir la distribución de las poblaciones de *Ammonia beccarii* (Linnaeus) y tratar de explicar la existencia de poblaciones totales muy altas de foraminíferos.

La distribución homogénea de la temperatura en toda la laguna en una misma época, permite asumir, por lo menos con carácter tentativo, que este factor no es uno de los condicionantes de la distribución geográfica de las especies en el área. A medida que se tengan las mediciones periódicas futuras de temperatura y poblaciones, podrá conocerse su variabilidad anual, así como su importancia en los cambios estacionales de productividad orgánica relativa y algunos otros aspectos.

SALINIDAD

Como en el caso de la temperatura superficial del agua, los datos de salinidad del fondo y de la superficie no son suficientemente completos, porque representan fundamentalmente los meses de marzo y abril de 1959 y es evidente que la salinidad varía durante las diferentes épocas del año y aún durante el curso del día, dependiendo de la dirección o intensidad de las corrientes, aporte de agua de los ríos, evaporación y mareas.

Los foraminíferos bentónicos, en los cuales está basado este estudio, viven en el fondo por lo cual se dio especial importancia a los datos de salinidad del fondo, habiéndose elaborado el mapa de la figura 5, con los datos reales de salinidad total en partes de mil de las muestras de agua colectadas en 1959 por A. Yáñez, según determinaciones de E. Schroeder, del Laboratorio de Físico-Química del Instituto de Geología, agregando las mediciones de muestras colectadas en mayo, de 1963, por el autor de este trabajo.

La distribución de la salinidad del fondo medida en 1959 permite establecer, con todas las reservas del caso, una subdivisión en 3 zonas referentes a la salinidad, siguiendo la clasificación expuesta en Hedgpeth (1957, p. 24):

Aguas salobres	8-16 ‰ Pleiomesohalina
	16-30 ‰ Polihalina
Aguas marinas.	más de 30 ‰ Ultrahalina

En el mapa se indican con líneas punteadas los límites entre cada una de esas zonas y es posible que: 1) Las zonas pleiomesohalinas se encuentren restringidas a los esteros y lagunas interiores; 2) La zona polihalina tiene una

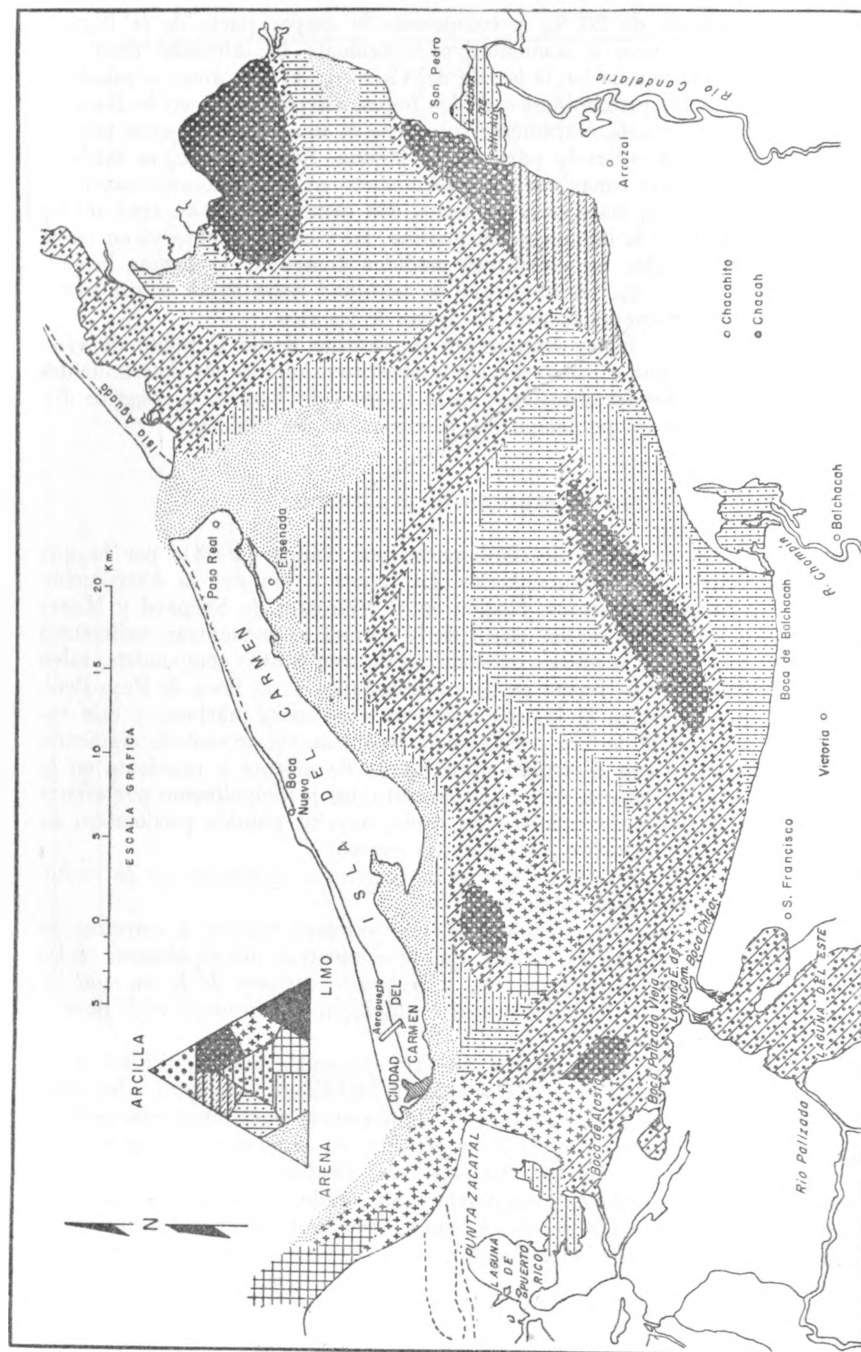


Fig. 6. Mapa de distribución granulométrica de los sedimentos, según el Triángulo de Shepard y Moore (1955). Tomado de Yáñez (1963)

Las razones anteriores ponen en evidencia que el comprender detalladamente el origen y dinámica de los arrecifes de ostiones en la Laguna de Términos ayudaría grandemente al mejor entendimiento de muchos de sus procesos oceanográficos, sedimentológicos y ecológicos.

Los comentarios anteriores muestran la importancia de esos arrecifes de ostiones en la dinámica del área y la conveniencia de tener un conocimiento satisfactorio de ellos, tanto por lo que respecta a su valor sedimentológico, como ecológico, además de que pueden ser una importante fuente de ingresos para la región si son explotados de manera adecuada.

PORCENTAJE DE CARBONATO DE CALCIO EN LOS SEDIMENTOS

El Departamento de Sedimentología del Instituto de Geología hizo varias determinaciones del porcentaje de carbonato de calcio en el sedimento, mediante análisis químico cuantitativo según el método de pérdida de peso de bióxido de carbono, a través de un alcalímetro de Schroetter.

Con los datos obtenidos se elaboró un mapa (Fig. 7) que muestra la distribución de los porcentajes de CaCO_3 en las estaciones donde se hicieron determinaciones, para tratar de definir los factores que la regulan y posteriormente buscar su posible significado en la distribución de los foraminíferos.

Del análisis de esa distribución se pueden sacar algunas conclusiones aparentemente significativas:

1) El mayor aporte de CaCO_3 lo constituyen las aguas marinas del Golfo de México que penetran por la Boca de Paso Real, introduciendo sedimentos calcáreos.

2) Aunque los ríos Candelaria y demás corrientes que desembocan en la porción oriental de la Laguna traen aguas con carbonato de calcio, producto de la disolución de las formaciones de calizas de la Península de Yucatán, el porcentaje de carbonato de calcio en el sedimento de sus proximidades es bastante bajo.

3) Los ríos principales, esteros y lagunas interiores que desembocan en las partes media y occidental de la laguna, como son el Chompín el Palizada y las lagunas del Este, Puerto Rico, Pon y Atasta aportan agua con terrígenos en suspensión, pobre en CaCO_3 , lo que condiciona, además de la distribución de la turbidez de las aguas un notorio decrecimiento en el contenido de carbonato de calcio en los sedimentos de la porción occidental de la laguna.

4) La vegetación sumergida que forma los "ceibadales", de los cuales *Thalassia testudinum* es el componente más importante, parece ser uno de los factores que determinan la sedimentación del carbonato de calcio, reteniéndolo entre sus raíces, según se explica con más detalle al hablar de turbidez de las aguas y vegetación sumergida.

5) La Isla del Carmen, constituida en su mayor parte por conchas y fragmentos de conchas, así como arenas calcáreas, posiblemente aporte algo de carbonato de calcio a la laguna.

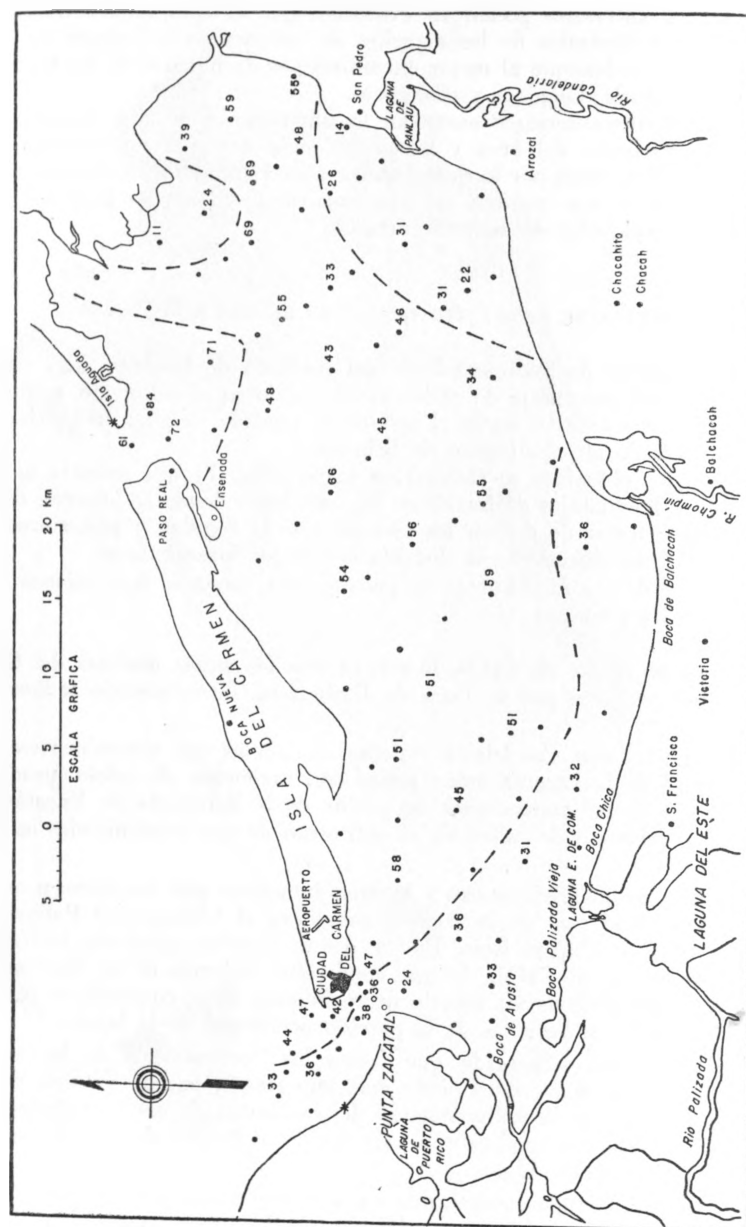


Fig. 7. Mapa de distribución del porcentaje de carbonato de calcio en el sedimento.

6) Los sedimentos con mayor porcentaje de carbonato de calcio corresponden a arenas constituidas fundamentalmente por conchas y fragmentos de conchas, situadas en la porción al sur de la Isla del Carmen y en parte de la Boca de Paso Real.

TURBIDEZ DE LAS AGUAS Y VEGETACIÓN SUMERGIDA

Cuando se hace un recorrido de la Laguna de Términos, llama poderosamente la atención que el agua es sumamente turbia en ciertas áreas, en tanto que en otras es bastante clara. También es notable que en los lugares en que el agua es clara existe una abundante vegetación sumergida de monocotiledóneas, especialmente significativa.

Ambos parecen ser factores ecológicos con significado directo tanto sobre las poblaciones de foraminíferos y demás grupos orgánicos, como de las condiciones de sedimentación, constituyendo ambientes de depósito muy especiales. A continuación se discute su distribución y significado, aunque tentativamente, pues la información con que se cuenta resulta insuficiente.

Se tratan ambos puntos dentro de un mismo tema, pues parecen estar íntimamente ligados, según se prueba más adelante, habiéndose preparado un mapa generalizado para mostrar esa distribución (Fig. 8).

TURBIDEZ:

Los ríos, esteros y lagunas que desembocan en la porción sur occidental de la Laguna de Términos aportan materiales orgánicos y terrígenos finos en suspensión, con aguas procedentes del Sistema Fluvial Tabasqueño. El Río Chompin en la porción media de la laguna también aporta terrígenos, aunque en mucho menor escala. El Río Candelaria y demás corrientes de la porción oriental de la laguna llevan aguas claras con muy pocos terrígenos en suspensión, ricas en carbonato de calcio, producto de la disolución de las formaciones de calizas de la Península de Yucatán.

Esa diversidad en el aporte de terrígenos y la dirección general de la corriente de salida de agua de esas aguas, hacia la Boca de Ciudad del Carmen, junto con el efecto de la masa de agua marina que penetra por la Boca de Paso Real y la corriente de mareas de oriente a occidente de la parte posterior de la Isla del Carmen, condicionan que en la laguna se distingan 2 zonas (véase Fig. 8), cuyos límites no están bien definidos y que deben variar en las diferentes épocas del año, según el aporte de los ríos y el movimiento de agua de la laguna, una zona de aguas turbias, pobre en vegetación sumergida; y una zona de aguas limpias, con abundante vegetación sumergida.

La zona de aguas turbias es pobre en vegetación sumergida, según lo observado por el autor y los datos obtenidos por Zarur (1961), con ausencia de *Thalassia testudinum* y generalmente ausencia de *Diplantera wrightii*, en tanto que en la zona con aguas claras la vegetación sumergida es rica en esa vegetación, formada por los llamados "ceibadales" constituidos fundamentalmente

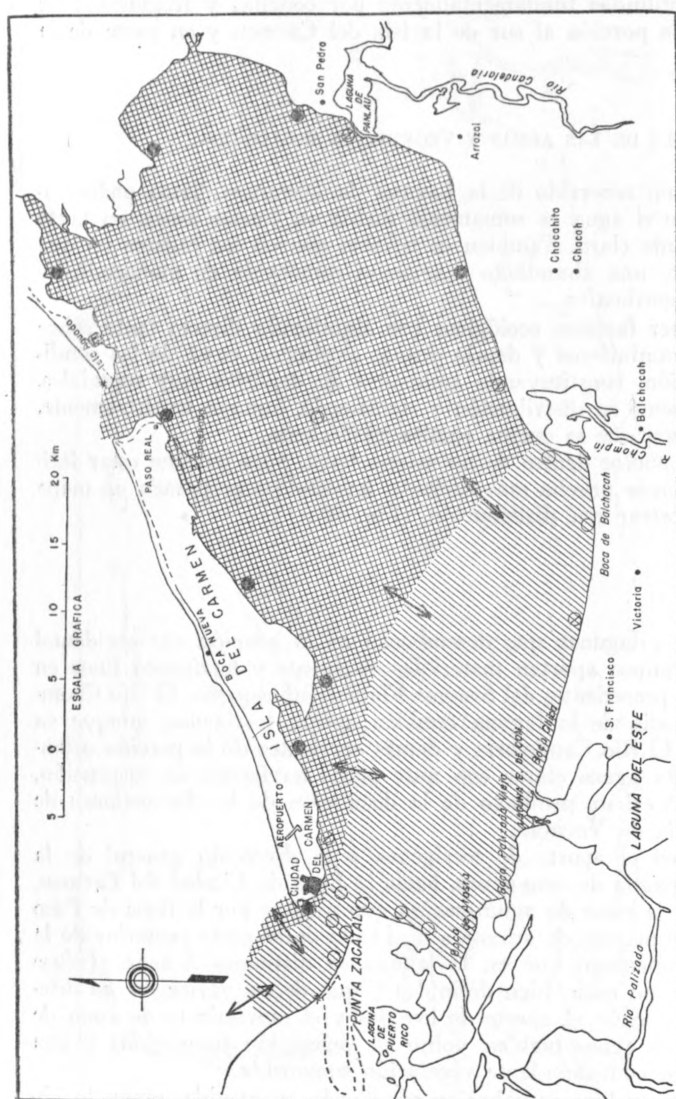


Fig. 8. Mapa que muestra la distribución generalizada de las áreas de turbidez y vegetación sumergida.



por las dos especies arriba citadas, ambas monocotiledóneas, que como se verá más adelante son importantes.

La acción del oleaje, condicionado fundamentalmente por los vientos, parece tener especial importancia en el mantenimiento y distribución de los terrígenos en suspensión.

VEGETACIÓN SUMERGIDA:

Zarur (1961) en su trabajo de reconocimiento biológico preliminar de la Laguna de Términos, dio una lista de la vegetación sumergida observada en 25 estaciones, distribuidas la mayor parte de ellas cerca de las orillas de la laguna. Consigna la presencia de numerosas algas cianofíceas, clorofíceas y rodofíceas, además de 3 especies de monocotiledóneas: *Thalassia testudinum*, *Diplantera wrightii* y *Halophila engelmannii*; las tres formando los "ceibadales". *Thalassia testudinum* es la especie más abundante y posiblemente más significativa geológicamente por su papel como acumuladora de sedimentos. *Diplantera wrightii* también fue hallada en numerosas localidades, casi siempre asociada a la especie antes citada. *Halophila engelmannii* sólo la encontró en una localidad, asociada con las dos especies ya mencionadas.

Sobre las especies arriba nombradas viven como epífitas numerosas plantas, entre otras, ciertas rodofitas que posiblemente contribuyen al sedimento con sus esqueletos calcáreos.

La flora sumergida de monocotiledóneas forma verdaderas "praderas", que corresponden a los denominados "ceibadales", que puedan ser continuos o bien interrumpidos a manera de parches, particularmente cerca de las orillas de la laguna y más notoriamente en la porción al sur de la Isla del Carmen, en las regiones de aguas claras y con mayor contenido en carbonato de calcio (véase Fig. 7) en los sedimentos. La figura 8 muestra la distribución tentativa de *Thalassia testudinum* y *Diplantera wrightii*, incluyéndose las estaciones de Zarur (1961); el mapa es poco preciso, pero contribuye a conocer aproximadamente la distribución de los "ceibadales", que constituyen condiciones ecológicas y de sedimentación sumamente importantes de conocer para interpretar correctamente algunos de los complicados procesos oceanográficos, sedimentológicos y ecológicos que se realizan en la Laguna de Términos.

Esa distribución, como se explicó arriba, parece estar íntimamente ligada con la claridad del agua y con el contenido en carbonato de calcio del sedimento.

Por el aparente significado de la flora sumergida de monocotiledóneas y en particular de *Thalassia testudinum* y *Diplantera wrightii* el autor buscó en la literatura información sobre el particular, encontrando algunas referencias que se comentan a continuación:

Bernatowics (1952) en un trabajo sobre las plantas monocotiledóneas marinas de Bermuda explica que *Diplantera wrightii* se encuentra en bahías someras, protegidas, crece sobre arenas o lodos, siempre en fondo no consolidado a diferencia de *Thalassia* y *Cymodocea* que también se desarrollan sobre fondo firme. *Thalassia testudinum* se desarrolla en lodo o arena en bahías, cuando

crece en fondos no consolidados se extiende continuamente, pero cuando se halla sobre fondos firmes forma "parches" que pueden tener más de 100 m² de superficie, conspicuamente elevados sobre el fondo. Esas elevaciones son causadas por la acumulación de cantos, conchas, fragmentos de conchas y algas calcáreas, encerrados entre los fuertes rizomas de *Thalassia*. El crecimiento de esas elevaciones posiblemente tenga lugar de dos maneras: 1) los restos lavados por las olas son acarreados contra el frente de la elevación y son aprisionados entre las raíces expuestas de las plantas, de modo que la vegetación puede avanzar; y 2) al mismo tiempo, algas calcáreas, especialmente *Halimeda*, pero también *Peniculus* y *Udotea* crecen en abundancia entre las plantas de *Thalassia*, contribuyendo con sus esqueletos calcáreos a aumentar el espesor de la elevación. En los lugares donde esas elevaciones se extienden hacia afuera de la orilla, como sucede en la Bahía de Whalebone de la Isla San Jorge y en la Bahía Wells de la Isla Coopers, parece probable que tales porciones estén siendo rescatadas al mar de una manera similar a como los manglares tienden a rellenar las bahías en donde crecen. Sin embargo, el producto final es muy diferente, pues mientras que en los depósitos de manglar debajo hay un estrato turboso, que grada a corta distancia a lodo y suelo, en el caso de las acumulaciones causadas por *Thalassia*, el resultado es calcáreo, con aspecto parecido a una fase no consolidada de la Caliza Aeolian de la cual está formada Bermuda.

Thorne (1954, p. 194) en su estudio sobre las plantas superiores de las aguas marinas y costas del Golfo de México expone que *Thalassia* y *Diplantera* se encuentran generalmente sobre fondos de margas blandas, lodos o arenas, en aguas marinas, cálidas, someras y claras, formando extensas "praderas" a manera de capas, o bien "parches"; las registra en profundidades hasta de 11 metros, como en Tortugas Dry por ejemplo.

Hedgpeth (1957, p. 724, 725) al discutir la flora de estuarios y lagunas litorales explica que *Thalassia* es un género abundante en lagunas de arrecifes tropicales y bahías formando "praderas" o bien "parches", en aguas cálidas, cristalinas y que, aunque no forman parte de los pantanos de mareas, en muchos casos *Thalassia*, *Zostera* o *Posidonia* preparan, bajo condiciones especiales, el camino para su formación posterior, atrapando y acumulando sedimentos. El mismo autor (p. 728) al discutir los pantanos de manglar expone que en donde los pantanos de manglar crecen en terreno arenoso, en sus cercanías debe haber densas "praderas" de *Thalassia* y pozas en el fondo arenoso, habitadas por conjuntos típicamente marinos.

Gingsburg y Lowenstam (1958) en su trabajo sobre la influencia de las comunidades marinas del fondo en el ambiente de depósito de los sedimentos, hacen una excelente discusión del papel de las "praderas marinas", utilizando como ejemplo a la especie *Thalassia testudinum*, pudiendo citarse entre los puntos que discuten, como más significativos para este caso (p. 312-313); que las "praderas" pueden modificar la sedimentación en dos formas: a) estabilizando los sedimentos arenosos; y b) las densas "praderas" producen una zona con casi total ausencia de movimiento sobre el fondo donde se asienta el material fino que de otro modo pasaría. Una vez que el sedimento fino se ha filtrado dentro de la trama de las raíces, no puede ser suspendido por la acción de las olas o las

corrientes de mareas. Citan haber encontrado un ejemplo extremo de esa estabilización en la costa sureste de la Isla de Pinos, Cuba. También hacen mención especial a que además de su efecto en la sedimentación, esas "praderas" proporcionan un habitat particular para organismos bentónicos, de modo que sus hojas soportan numerosas epifitas, como algas, foraminíferos, briozoarios, etc., además de que el conjunto proporciona alimento, protección y sustrato favorable a numerosos invertebrados —moluscos, equinodermos y crustáceos—. Además, la acción protectora de los "tapetes de pasto" puede preservar restos esqueléticos delicados, de la fragmentación por erosión mecánica. Hacen notar que la Bahía de Florida es un ejemplo impresionante de la habilidad de los pastos marinos para atrapar y unir sedimentos.

Kornicker *et al* (1959) y Hoskin (1962) discuten el papel de *Thalassia* en el Arrecife Alacranes, en donde llega a formar verdaderas capas; también explican su papel desde el punto de vista sedimentológico.

Comparando los datos citados en los estudios mencionados con lo existente en la Laguna de Términos, pueden obtenerse algunas conclusiones interesantes:

1) La distribución de *Thalassia testudinum* y *Diplantera wrightii* parece estar controlada fundamentalmente por el contenido en carbonato de calcio en el sedimento y la claridad del agua, pues parecen preferir fondos calcáreos, como sucede en los arrecifes, y requieren alta luminosidad para su desarrollo.

2) Las zonas con "ceibadales", particularmente aquellas situadas en las proximidades de la Isla del Carmen, que son las mejor conocidas, deben considerarse como las porciones "más marinas" de la laguna.

3) Las acumulaciones de *Thalassia* juegan posiblemente un papel importante en los procesos de sedimentación de la laguna, controlando una serie de factores ecológicos, por lo que es conveniente hacer estudios más detallados al respecto.

4) La vegetación sumergida posiblemente tenga significado en el origen de los pantanos de mareas de la porción posterior de la Isla del Carmen, sumamente rica en materiales de carbonato de calcio, particularmente fragmentos de conchas, donde en la actualidad se hallan implantados manglares en los bordes, pero en sus proximidades hay gran cantidad de *Thalassia testudinum* que bien podría acumular entre sus raíces restos calcáreos, de modo que preparará para la invasión del manglar. Se considera conveniente en el futuro estudiar detalladamente ese aspecto para definir su significado.

5) Conocer la fauna de foraminíferos, ostrácodos, moluscos y demás grupos orgánicos que viven en los "ceibadales", particularmente aquellos que contribuyen a formar el sedimento, es sumamente importante para definir su comportamiento ecológico y el papel que juegan en la sedimentación del área.

6) Todo lo anterior pone en evidencia la necesidad de realizar un estudio detallado cualitativo y cuantitativo de la flora sumergida, elaborando mapas de distribución de las especies por unidad de superficie, para poder compararlos con la distribución de la fauna y del sedimento.

Todas las consideraciones hechas sobre turbidez de las aguas y vegetación sumergida permiten suponer que debe existir una relación muy estrecha entre

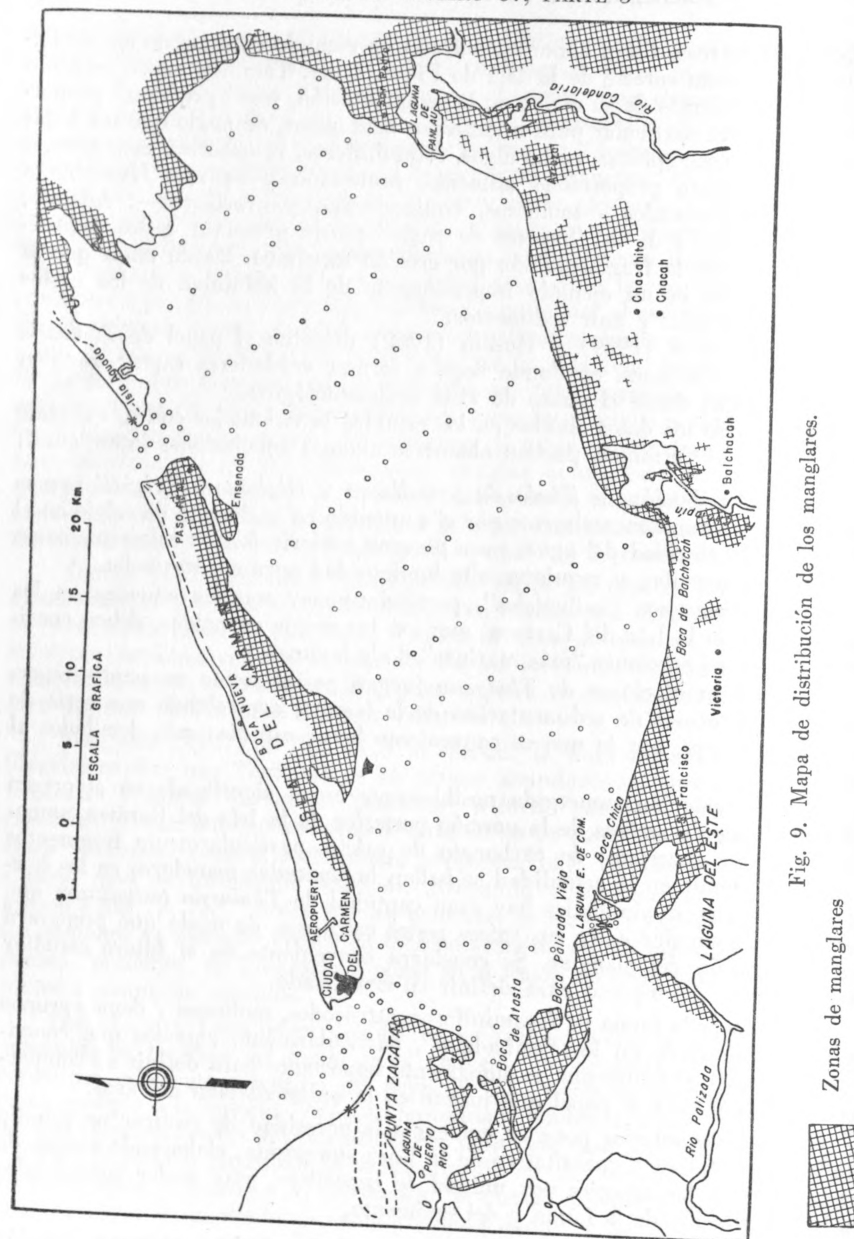


Fig. 9. Mapa de distribución de los manglares.

ambas, de modo que los lugares con aguas turbias, al no tener vegetación sumergida tienen el fondo sujeto a movimientos como efecto del oleaje y las mareas, que favorecen la suspensión de los materiales, en tanto que en los lugares poblados de vegetación sumergida, esa zona de calma que se encuentra entre sus raíces permite que se asienten los materiales en suspensión y a su vez impide que se remuevan del fondo. Es decir, que sirven de barrera para impedir el paso de material en suspensión hacia la porción oriental y nororiental de la laguna. Todo ello está controlado por la dinámica de los movimientos de agua de la corriente marina que entra por la Boca de Paso Real y por la aportada por el Río Palizada con terrígenos en suspensión y que sale por la Boca de Ciudad del Carmen.

DISTRIBUCIÓN DE LOS MANGLARES

Los bordes de la Laguna de Términos, se encuentran rodeados en su mayor parte, por manglares que se extienden por todos los esteros y lagunas interiores. La porción posterior de la Isla del Carmen se encuentra invadida también en gran parte por manglares que bordean los pantanos de mareas.

La figura 9 muestra la distribución aproximada de los manglares en el área.

Zarur (1961) hizo resaltar su importancia y papel de verdaderas invasiones que van fijando el suelo y preparando la implantación de una flora terrestre definitiva.

Esos manglares constituyen condiciones ecológicas y sedimentológicas muy especiales, que para ser comprendidas requieren estudios detallados.

Hedgpeth (1957, p. 728) al discutir los pantanos de manglar cita que donde éstos crecen en terreno arenoso, en sus proximidades deben existir densos "campos" de *Thalassia* y pozas en el fondo arenoso habitadas por típicos conjuntos marinos. Esta aseveración es muy semejante a lo que sucede en la porción posterior de la Isla del Carmen.

Hasta donde el autor tiene noticia, los manglares aludidos no han sido aún objeto de estudio detallado y es evidente que un estudio biológico de ellos, con la flora y fauna que ahí habita, en particular aquellos grupos que se reflejan en el sedimento, como son foraminíferos, ostrácodos y moluscos, reportaría información valiosa, tanto ecológica, como sedimentológica y oceanográfica, pues ese habitat está controlando numerosos aspectos de la dinámica de la laguna.

OTROS FACTORES BIOLÓGICOS

Es muy poco lo conocido de la biología de la Laguna de Términos, pues salvo el reconocimiento biológico preliminar de Zarur (1961) el autor no ha encontrado otros trabajos significativos del área, lo cual pone de manifiesto la necesidad imperiosa de realizar estudios biológicos, sistemáticos y ecológicos en esa laguna, con significado tanto desde el punto de vista científico puro, como económico para las pesquerías, permitiendo una explotación controlada de las

especies utilizables del lugar, y conociendo en detalle su importancia como refugio de camarón.

Los factores biológicos más significativos para la ecología y distribución de los foraminíferos, prácticamente se desconocen, pues la flora de diatomeas, fitoflagelados, demás algas microscópicas y bacterias de que se alimentan los foraminíferos, así como su productividad, nunca han sido estudiados. La única referencia a este respecto es el trabajo de Silva-Bárceñas (1963), quien determinó los géneros de diatomeas de los sedimentos de la Laguna de Términos, y su distribución, pero no hizo el estudio cuantitativo, que es lo más importante para evaluar su influencia en la distribución y productividad de los foraminíferos.

Entre los trabajos futuros en la Laguna de Términos, el Departamento de Micropaleontología, proyecta evaluar la productividad relativa de diatomeas en muestras periódicas de sedimento de 15 estaciones (véanse Conclusiones y Recomendaciones).

DISTRIBUCION DE LOS FORAMINIFEROS

Se analizan los resultados del estudio cuantitativo de las muestras, investigando las tendencias de distribución que siguen los distintos componentes de las poblaciones comparando los resultados con los factores ecológicos descritos en páginas anteriores.

En el estudio cuantitativo de las muestras se utilizaron cantidades constantes de 10 cc de sedimento superficial húmedo, según se explicó en los métodos de trabajo. Las muestras fueron cuidadosamente contadas y controladas, obteniéndose información cuantitativa absoluta y relativa muy copiosa, reunida en cuadros de concentración (Figs. 10 a 20).

Con esos datos se elaboraron mapas con la distribución de las poblaciones, tanto desde un punto de vista general, como genérico y específico. El número total de mapas utilizado fue aproximadamente 150, de los cuales se seleccionaron para publicación únicamente aquellos que parecen ser significativos; sin embargo para la interpretación y estudio se analizaron todos. En algunos mapas se trazaron líneas interrumpidas para hacer patentes ciertas tendencias de distribución.

En las páginas siguientes se discute lo relativo a la distribución de: poblaciones totales, poblaciones $>$ y $<$ de .149 mm, número de géneros, número de especies, foraminíferos aglutinados, miliólidos, poblaciones vivientes, porcentaje que representa las poblaciones vivientes dentro de las poblaciones totales y foraminíferos planctónicos. Lo relativo a la distribución de los géneros y especies identificadas se trata en la Sistemática para evitar duplicidad en el texto.

Para comparar los resultados de las poblaciones con estudios previos es preciso primeramente conocer las cantidades de muestras tomadas por otros autores y el tamiz empleado en la preparación de las muestras, pues las cifras absolutas de las poblaciones cambian sensiblemente según el tamaño de las muestras y el tamiz empleados.

Desgraciadamente no todos los autores han trabajado con los mismos procedimientos. Así, por ejemplo, mientras que algunos autores toman cantidades

ESTACIONES	PROFUNDIDAD EN PIES	TEMPERATURA DEL AGUA DE LA SUPERFICIE	SALINIDAD TOTAL DEL AGUA DE LA SUPERFICIE	SALINIDAD TOTAL DEL AGUA DEL FONDO	PARAMETROS ESTADISTICOS				PORCENTAJE DE CARBONATO DE CALCIO	POBLACIONES TOTALES DE FORAMINIFEROS	POBLACIONES < 149 mm	POBLACIONES < 149 mm	POBLACIONES VIVIENTES	POBLACIONES > 149 mm DENTRO DE LAS POBLACIONES TOTALES	POBLACIONES < 149 mm DENTRO DE LAS POBLACIONES TOTALES	PORCENTAJE VIVIENTE DENTRO DE LAS POBLACIONES TOTALES	NUMERO DE GENEROS	NUMERO DE ESPECIES
					Med.	M	G	Sk										
20	5	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
21	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
22	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
23	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
24	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
25	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
26	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
27	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
28	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
29	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
30	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
31	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
32	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
33	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
34	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
35	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
36	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
37	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
38	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
39	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
40	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
41	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
42	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
43	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
44	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
45	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
46	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
47	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
48	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
49	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
50	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
51	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
52	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
53	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
54	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
55	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
56	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
57	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
58	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
59	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
60	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
61	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
62	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
63	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
64	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
65	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
66	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
67	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
68	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
69	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
70	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
71	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
72	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
73	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
74	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
75	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
76	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
77	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
78	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
79	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
80	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
81	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
82	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
83	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
84	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
85	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
86	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
87	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
88	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
89	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
90	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
91	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
92	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
93	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
94	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
95	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
96	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
97	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
98	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
99	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
100	14	28	27.33	37.05	5.87	5.25	1.72	0.36		794	279	792	13	3	1	1.6	7	9
101	14	28	2															

[illegible]

[illegible]

[illegible][illegible]

Fig. 17. (Arriba) cuadro de concentración del número de ejemplares de cada género dentro de las poblaciones totales.

Fig. 18. (Abajo) Cuadro de concentración de los porcentajes de cada género dentro de las poblaciones totales.

más o menos constantes de muestra en volumen, otros utilizan cantidades en peso, y algunos no controlan ni uno ni otro. Entre los trabajos en que se han usado volúmenes aproximados de 10 cc de sedimento húmedo, como en este caso pueden citarse Phleger (1956, 1960); Phleger y Lankford (1957); Phleger y Ewin (1962); Lankford (1959); Waldrom (1963). Algunos tomaron el volumen de una pinta (Warren, 1956, 1957). Otros utilizaron determinado peso de sedimento seco, como Bandy (1954, 1956), Lehmann (1957) y Lynts (1962). Finalmente, ciertos autores no controlaron el tamaño de las muestras (Drooger y Kaaschrieter, 1958; Closs y Barberena (1962), en tanto que Todd y Brönnimann (1957) no mencionan la cantidad de muestra empleada.

Por lo que respecta a la malla utilizada, tampoco hay homogeneidad, pudiéndose citar entre los trabajos que corresponden a cifras de poblaciones lavadas a través de un tamiz de abertura de 0.062 mm, como en este caso, a Phleger (1960), Phleger y Ewin (1962); Phleger y Lankford (1957), Lankford (1959), Parker y Athearn (1959) y Walton (1955).

Drooger y Kaaschrieter, (1958) citan una malla de abertura de 0.060 mm. En numerosas publicaciones se utilizó tamiz con malla de abertura 0.074 mm. (Parker *et al* 1953; Phleger 1954, 1955, 1956; Waldrom, 1963; y Closs y Barberena, 1962). También se utilizaron mallas con abertura de .105 mm. (Bandy, 1954; Warren, 1956, 1957). Una malla de abertura de 0.064 mm, fue empleada por Bandy (1956). Todd y Brönnimann (1957) emplearon un tamiz No. 180 (Tyler standard).

Es fácil suponer que con esa heterogeneidad en el tamaño de las muestras utilizadas y en las aberturas de las mallas con que se lavaron las muestras, los datos absolutos de las poblaciones no son claramente comparables, de manera que para fines de interpretación, se considera un margen de tolerancia bastante grande.

POBLACIONES TOTALES

El concepto de población total comprende el número de ejemplares tanto vivientes como muertos por unidad de muestra. Las poblaciones totales de foraminíferos de la Laguna de Términos oscilan entre 47 y 199.904 ejemplares (véase Fig. 10). Las poblaciones son considerablemente grandes, casi siempre mayores de 20,000 ejemplares, salvo algunas áreas con poblaciones más bajas, como muestra el mapa de distribución (Fig. 21).

La porción occidental de la laguna presenta poblaciones sensiblemente más bajas que la mayor parte del área, posiblemente debido a la influencia de los materiales terrígenos finos aportados por los ríos, esteros y lagunas interiores que desembocan en esa área.

Otra región con poblaciones consistentemente bajas corresponde a la porción oriental de la laguna, donde desembocan el Río Candelaria y demás corrientes que provienen de la Península de Yucatán.

Es decir, que las poblaciones más bajas parecen encontrarse en las áreas influenciadas por los ríos, en tanto que las poblaciones más altas se encuentran en las regiones medias de la laguna, donde predominan condiciones más estables.

Comparando las cifras de las poblaciones totales de la Laguna de Términos con otros trabajos de áreas más o menos similares, se hace patente que las

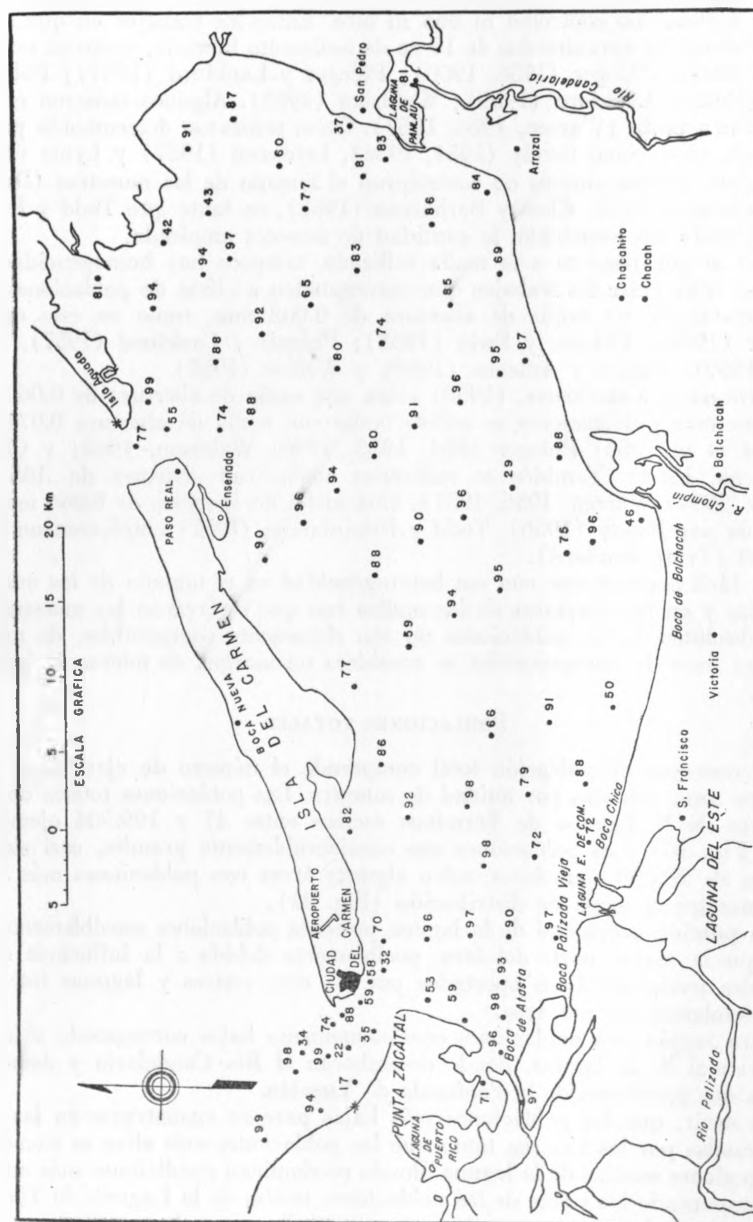


Fig. 22. Distribución de los porcentajes totales de ejemplares < .149 mm.

poblaciones totales del área motivo de estos estudios son notoriamente mayores que en lo conocido hasta la fecha, según la información con que cuenta el autor de esta investigación. No obstante, algunas otras áreas, como la Bahía de San Antonio, Texas, por ejemplo, presentan poblaciones grandes, aunque no se acercan a la Laguna de Términos, pero es preciso considerar que para ese estudio se usó una malla de .074 mm de abertura (Parker *et al.*, 1953, p. 3).

POBLACIONES > Y < DE .149 mm.

La porción < de .149 mm tiene un interés muy especial, porque salvo algunas especies muy pequeñas al estado adulto, el resto representa ejemplares juveniles, cuya abundancia relativa es precisa conocer para comprender el modo en que ciertos factores ecológicos afectan a las poblaciones.

Las cifras absolutas y relativas de las poblaciones > y < de .149 mm se encuentran concentradas en la figura 10.

Se construyó un mapa (Fig. 22), mostrando la distribución de los porcentajes de ejemplares < de .149 mm dentro de las muestras estudiadas. Ese mapa muestra claramente que en la mayor parte del área el porcentaje de ejemplares < de .149 mm es mayor del 70% de la población, es decir, que existe un número considerable de individuos juveniles, salvo en algunas estaciones aisladas. Este hecho parece tener un especial significado, como se discutirá al hablar de la especie *Ammonia beccarii* (Linnaeus) y variantes, así como en las Conclusiones y Recomendaciones del estudio.

NÚMERO DE GÉNEROS

En cada muestra estudiada se controló el número de géneros presente, con cuyos datos fue elaborada la figura 23.

Los resultados son sumamente interesantes, pues muestran, en términos generales, una tendencia a aumentar el número de géneros a partir de las zonas afectadas por las desembocaduras de los ríos (donde se encuentran unos cuantos géneros), hasta llegar a un máximo entre 16 y 22 géneros por muestra en las proximidades de la Boca de Paso Real; es decir, que hay un aumento desde las zonas de salinidad pleiomesohalina hasta las áreas típicamente hiperhalinas del Golfo de México que penetran por la boca antes citada. Sin embargo, hay algunas estaciones que no siguen esas normas generales, por razones desconocidas.

La mejor secuencia en las tendencias de distribución del número de géneros se encuentra entre la desembocadura del Río Candelaria y la Boca de Paso Real.

Es de notarse, asimismo, que la porción occidental de la laguna se comporta de manera diferente del resto del área, posiblemente afectada por las claras diferencias ecológicas entre esa porción y el resto de la laguna, pues como se dijo con anterioridad, puede considerarse "menos marina".

Un hecho aparentemente significativo es que también existe una relación directa entre el número de géneros y el porcentaje de carbonato de calcio en el sedimento.

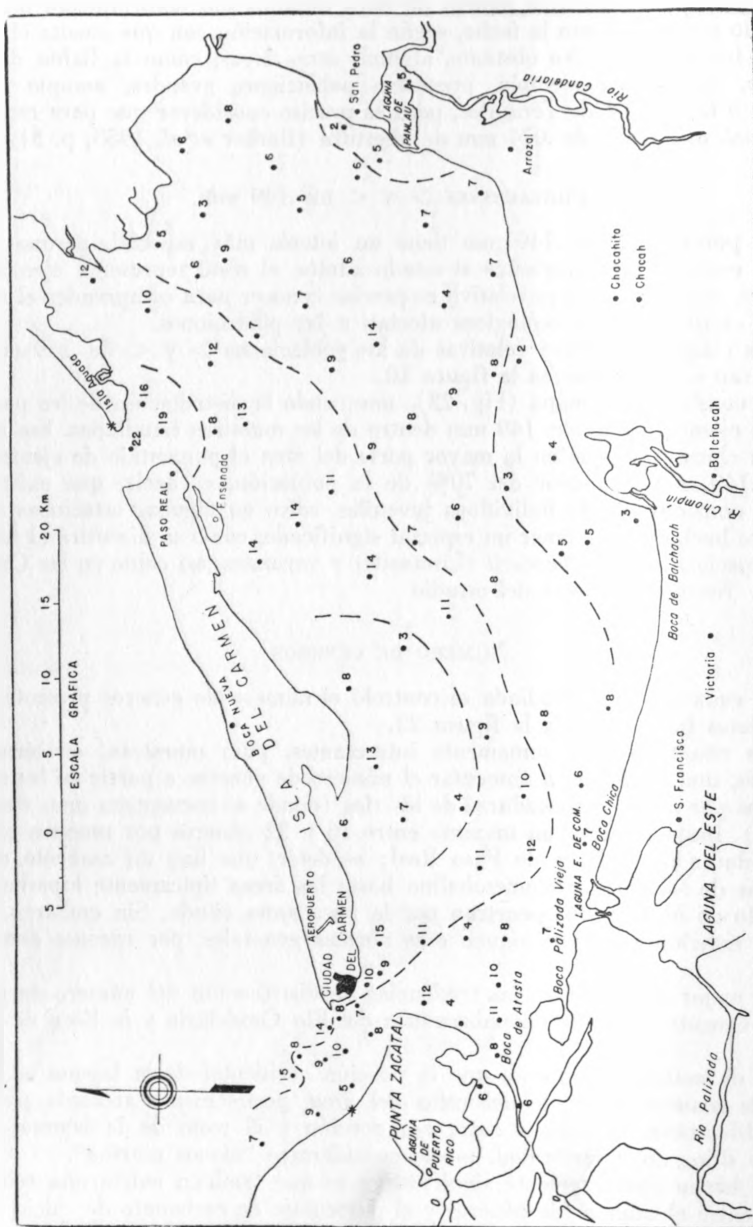


Fig. 23. Distribución del número de géneros por muestra.

NÚMERO DE ESPECIES

El número de especies por muestra fue controlado de manera semejante a como se hizo con el número de géneros. Con la información obtenida se elaboró un mapa (Fig. 24) que indica tendencias de distribución muy semejantes al número de géneros, aumentando desde las zonas pleiomesohalinas hasta las típicamente ultrahalinas. Como en el caso anterior, también se nota que la porción occidental de la laguna se comporta de manera diferente. La secuencia que parece ser más representativa es la que se extiende desde la desembocadura del Río Candelaria hasta la Boca de Paso Real.

El incremento en el número de géneros y especies desde las porciones con salinidad más baja y menos contenido en carbonato de calcio, hasta las áreas con mayor salinidad y porcentaje más alto de carbonato de calcio es especialmente significativo, pues indica, de manera general, un aumento tanto en el número de géneros como de especies hacia las porciones con mayor influencia marina. Bandy y Arnal (1960, p. 1922) mencionan, para sedimentos marinos, que el número de especies aumenta desde la zona litoral a medida que se incrementa la profundidad, lo cual tiene notable similitud con la secuencia observada en la Laguna de Términos. Phleger (1960, p. 258-259) expone algo semejante y además comenta el número reducido de especies en los pantanos de mareas y las lagunas litorales.

FORAMINÍFEROS AGLUTINADOS

Los foraminíferos aglutinados son, en términos generales, un constituyente significativo en muchas lagunas litorales, entre 5 y 75%, según Phleger (1960, p. 258). En la Laguna de Términos se reunieron los datos de los números totales de foraminíferos aglutinados en cada estación y se determinaron los porcentajes que representan dentro de las poblaciones totales; con esa información se elaboró un mapa (Fig. 25) que muestra su distribución en el área.

Esa figura muestra claramente que en la Laguna de Términos, el porcentaje de individuos aglutinados dentro de las poblaciones totales de foraminíferos es muy bajo, o no se presentan; sólo en unas cuantas estaciones es mayor de 1% con porcentaje máximo de 3.96% en una sola estación.

Analizando esos resultados con los datos ecológicos de que se dispone, no se observa ninguna explicación satisfactoria, salvo que puede ser debido a que la laguna es fundamentalmente marina y en ella predominan condiciones más favorables para mayor abundancia de otros grupos, muy especialmente *Ammonia beccarii* (Linnaeus) y variantes, y *Elphidium gunteri* Cole, ciertos miliólidos, o bien algunas especies marinas que invaden la laguna.

Una posibilidad que no puede descartarse es que los ejemplares pudieran haberse destruido durante los procesos de preparación o bien por haberse secado algunas de las muestras antes de ser procesadas. Sin embargo, es difícil pensar en una destrucción casi masiva de los ejemplares, a pesar de que en general son especies con conchas delicadas.

Por separado, en la Sistemática, se discuten los datos relativos a las diferentes especies encontradas.

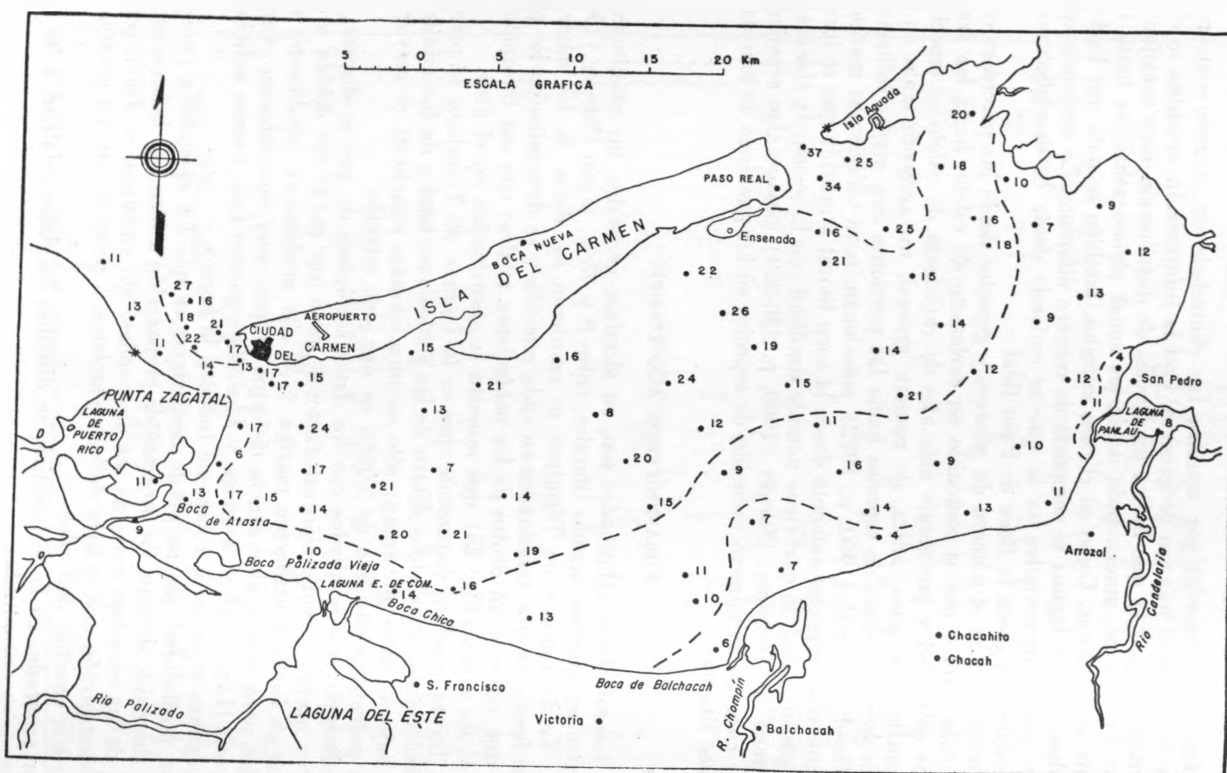


Fig. 24. Distribución del número de especies por muestra.

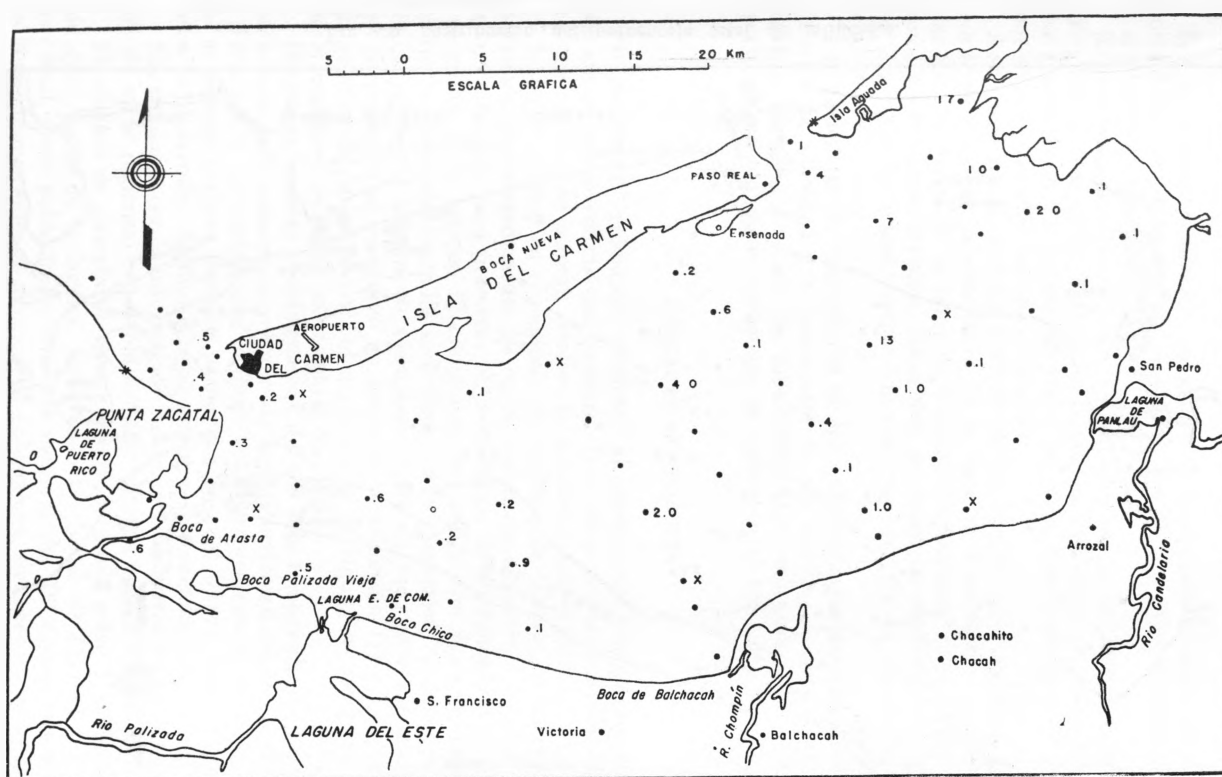


Fig. 25. Distribución de los porcentajes totales de foraminíferos aglutinados.

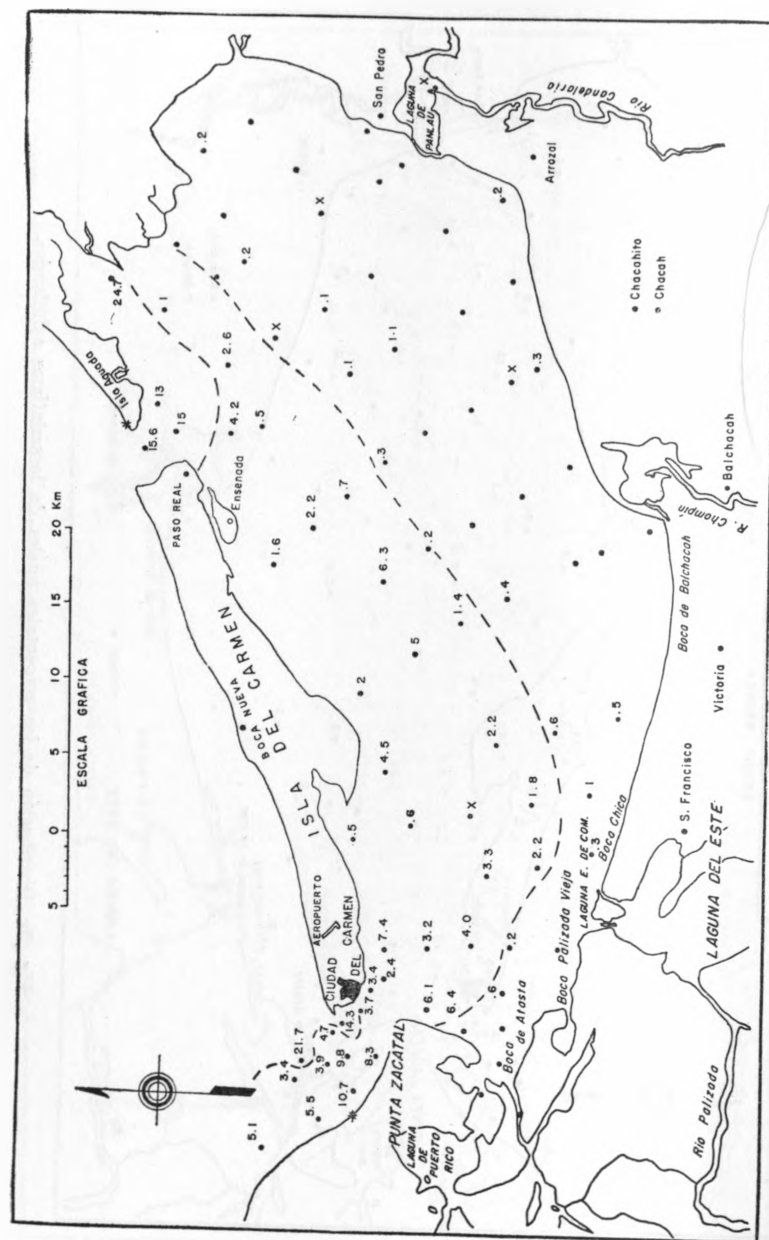


Fig. 26. Distribución del porcentaje total de miliólidos.

MILIÓLIDOS

Los miliólidos constituyen un grupo de foraminíferos especialmente significativo desde un punto de vista ecológico, por lo cual se analizaron sus tendencias de distribución.

El mapa de distribución de los porcentajes de miliólidos dentro de las poblaciones totales (Fig. 26) muestra que en las áreas de estuarios y en la porción interna de la laguna el grupo es poco significativo, con porcentajes menores de 1% o bien no se encuentra.

Aumentan en la porción externa de la laguna. Los mayores porcentajes se encuentran en las proximidades de la Boca de Paso Real y en una estación en las proximidades de la boca de Ciudad del Carmen. Esta región, como en algunos de los otros aspectos discutidos, se comporta distinto que la Boca de Paso Real, siendo evidentemente "menos marina", en la mayor parte de su extensión.

Las tendencias de distribución de los miliólidos muestran una posible relación entre la salinidad y el porcentaje de esa familia, de modo que a mayor salinidad, mayor porcentaje de miliólidos. Algo semejante puede decirse con respecto al porcentaje de carbonato de calcio en el sedimento.

POBLACIONES VIVIENTES

Se denomina "población viviente" al número de ejemplares vivos en el momento en que se colecta una muestra. Esas cifras son muy significativas, pues permiten conocer de manera relativa la productividad orgánica.

Según se explicó en el capítulo de métodos de trabajo, todas las muestras, representan aproximadamente 10 cc de sedimento superficial húmedo y fueron fijadas en formol, para preservar el protoplasma de los ejemplares vivos durante el momento de la colecta. El citoplasma fue teñido con Rosa de Bengala para facilitar la distinción entre los individuos vivos y muertos. Se hicieron recuentos estadísticos con el número de ejemplares vivos en cada muestra estudiada, con cuya información se construyó un mapa de distribución (Fig. 27), que da una idea relativa de la productividad orgánica de la laguna en la época en que se hizo el muestreo, es decir, marzo-abril de 1959.

Desgraciadamente la información de una sola temporada de campo, resulta insuficiente para conocer correctamente la productividad orgánica de la Laguna de Términos y sus variaciones durante las diferentes épocas del año, pues para ello es preciso realizar estudios periódicos, lo cual forma parte de nuevos proyectos en desarrollo, (véanse Conclusiones y Recomendaciones).

Sin embargo, con la información existente y comparándola con estudios similares de otras regiones, es posible deducir algunos hechos significativos.

El número de ejemplares vivos encontrado oscila entre 1 y 935 individuos. Una gran parte de la laguna, incluyendo las bocas de Ciudad del Carmen y Paso Real, tiene poblaciones vivientes menores de 100 ejemplares por muestra y sólo en algunos sitios se encuentran poblaciones vivientes mayores de esa cifra. Los lugares donde se presentan esas poblaciones más altas, que indican una ma-

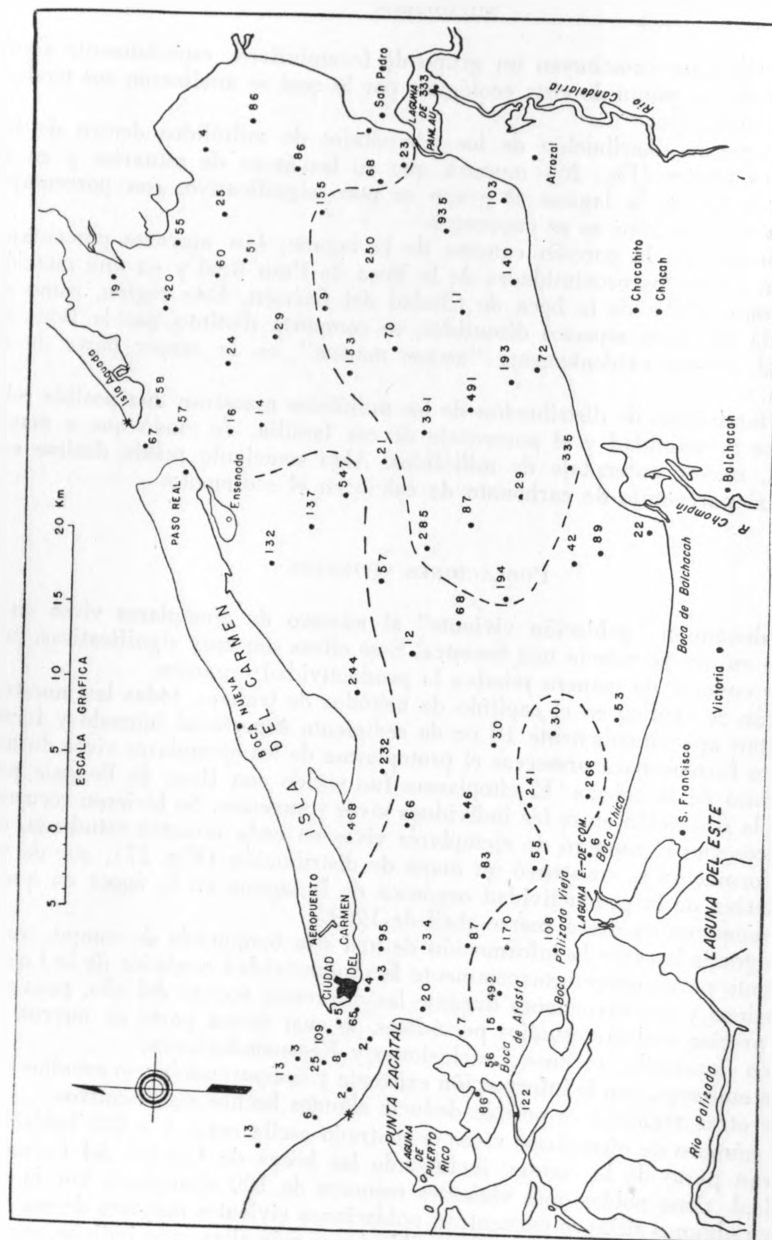


Fig. 27. Distribución del número de ejemplares vivos por unidad de muestra.

mayor productividad orgánica están en su mayor parte relacionados con las desembocaduras de ríos, esteros y lagunas interiores: Ese incremento en las poblaciones vivientes posiblemente se deba al aporte de materiales nutritivos o trazas de elementos por esas corrientes. Hay una zona con poblaciones vivientes altas, correspondiente a las proximidades de la porción sur y sureste de la Isla del Carmen, pero su significado es desconocido por el autor de este trabajo, aunque bien pudiera estar relacionado con las acumulaciones de *Thalassia*.

Se compararon las poblaciones vivientes de foraminíferos de la Laguna de Términos con otras áreas estudiadas, como la Laguna Madre, Texas (Phleger, 1960), Bahía Timbalier, Louisiana (Waldron, 1963), Delta del Mississippi (Phleger, 1955; Lankford, 1959), bahías de Texas (Phleger y Lankford, 1957), costa central de Texas (Phleger, 1956), lagunas Ojo de Liebre, Guerrero Negro y Manuela, Baja California (Phleger y Ewin, 1962) y Bahía de Todos Santos, Baja California (Walton, 1955).

De esa comparación puede establecerse que la Laguna de Términos tiene una productividad orgánica moderada, que se incrementa en las porciones cercanas a las desembocaduras de los ríos particularmente en su área occidental, más o menos comparable a la Bahía de San Antonio y algunas otras bahías de Texas, en tanto que es notoriamente más baja que en ciertas lagunas hipersalinas, como la Laguna Madre, Texas y las lagunas Ojo de Liebre, Guerrero Negro y Manuela de Baja California.

RELACIÓN ENTRE LAS POBLACIONES VIVIENTES Y TOTALES

El porcentaje de ejemplares vivos dentro de las poblaciones totales de foraminíferos ha sido utilizado por varios autores (Phleger, 1955, 1956, 1960; Walton, 1955; Lankford, 1969; y Phleger y Ewin, 1962) para indicar la velocidad relativa de depósito.

El procedimiento está basado en una teoría desarrollada por F. B. Phleger a través de años de observación y estudio. En Phleger (1960, p. 189-190) se encuentra una explicación detallada de ella. A continuación se explican sus puntos sobresalientes, para comprender los resultados de la Laguna de Términos.

Los sedimentos marinos se componen de materiales derivados de numerosas fuentes inorgánicas y orgánicas. Si se puede determinar la velocidad de adición de esos componentes del sedimento, se tiene una clave para conocer la velocidad de depósito. Los foraminíferos constituyen uno de los componentes más importantes de los sedimentos marinos y si se determina su velocidad de producción, ésta proporciona una idea relativa de la velocidad de depósito. El establecer proporciones dignas de crédito aproximadas de productividad de los foraminíferos resultaría sumamente largo y laborioso. No obstante, el porcentaje de ejemplares vivientes dentro de las poblaciones totales, proporciona una idea relativa aproximada de la velocidad de depósito.

Porcentajes bajos en las poblaciones vivientes indicarían depósito lento y porcentajes altos indicarían depósito rápido de material detrítico.

El principio básico en que se basa esa teoría es que la velocidad de producción es constante en el tiempo en que el sedimento ha sido acumulado. Tal

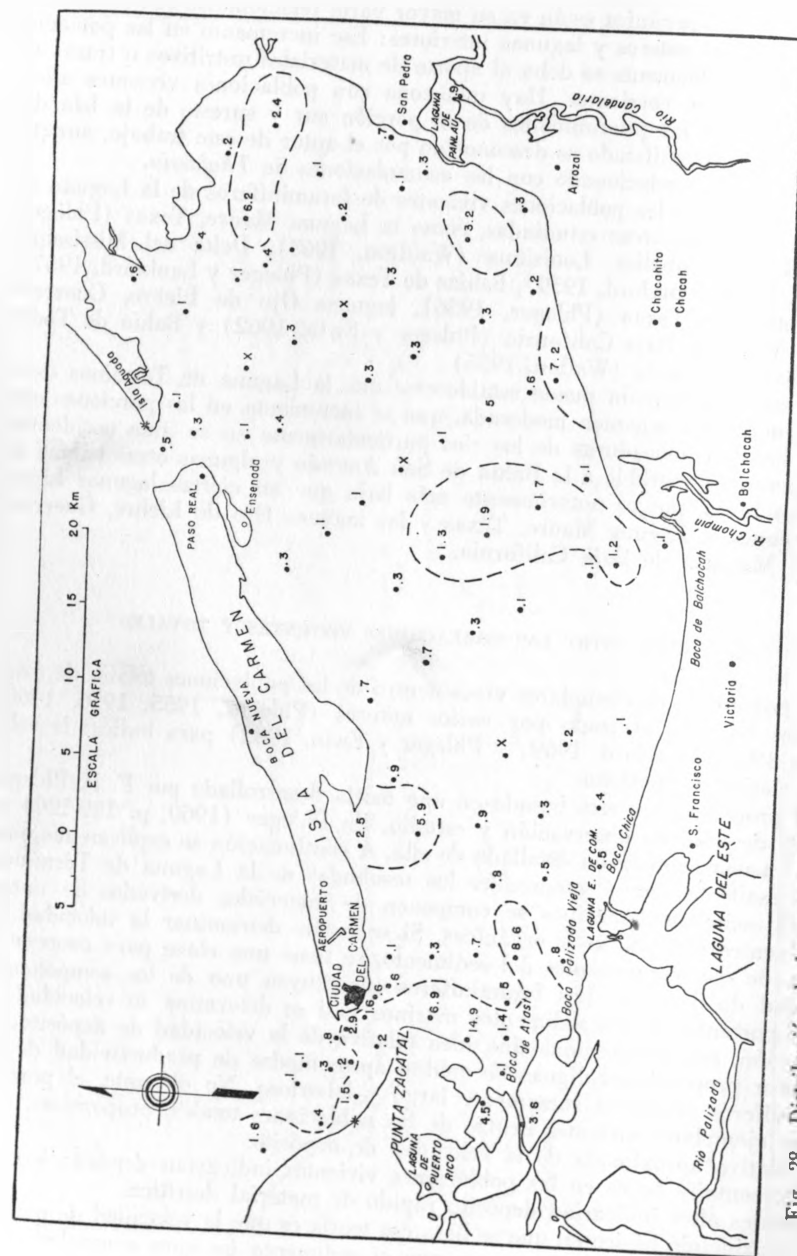


Fig. 28. Distribución de los porcentajes que representan los ejemplares vivos dentro de las poblaciones totales.

aseveración es sólo una aproximación. Cabe aclarar que las velocidades relativas de depósito únicamente pueden ser determinadas por ese procedimiento cuando se trabaja con sedimentos recientes superficiales húmedos, con poblaciones vivientes debidamente preservadas (véanse métodos de trabajo).

En el caso de la Laguna de Términos se determinaron los porcentajes de población viviente/total, con los cuales se elaboró la figura 28, que muestra en gran parte de la laguna, porcentajes muy pequeños de ejemplares vivientes, a pesar de que como se explicó en la discusión de las poblaciones totales éstas son muy grandes. Sólo se encuentran pequeñas áreas con porcentajes de ejemplares vivos mayores de 1%, correspondiendo en términos generales, con las proximidades de las desembocaduras de los ríos y lagunas interiores, salvo una área en las cercanías de la porción sur de la Isla del Carmen.

Desde luego que los datos aportados por una sola temporada no son suficientes para sacar conclusiones definitivas, pero la información existente se ampliará con los datos que se obtengan con los muestreos y estudios periódicos en que se trabaja actualmente.

Sin embargo, de manera tentativa puede deducirse que, la velocidad relativa de depósito en la Laguna de Términos es sumamente baja, casi nula en algunas áreas. En las proximidades de las desembocaduras de los ríos, esteros y lagunas interiores, parece ser un poco mayor especialmente en la porción occidental de la laguna, cerca de la desembocadura del Río Palizada, que como se ha visto en muchos de los puntos estudiados difiere notablemente del resto del área, y en las proximidades de parte del sur de la isla del Carmen. Esto pone de manifiesto las estrechas relaciones que deben existir entre la velocidad relativa de depósito y el aporte de materiales terrígenos finos por los ríos. Es sumamente importante consignar que el área que indica mayor velocidad relativa de sedimentación, con tendencias más firmes, corresponde a las zonas de aguas turbias, sin vegetación sumergida y con bajos porcentajes de carbonato de calcio en el sedimento; todo ello parece indicar que la vegetación sumergida, bien pudiera ser uno de los factores condicionantes de la sedimentación y en algunos casos, como la porción posterior de la Isla del Carmen, pudiera determinar ese incremento en velocidad relativa de sedimentación. Se espera abordar y resolver este aspecto en futuros estudios.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS

En ciertas muestras se encontraron ejemplares aislados, de foraminíferos planctónicos en su mayor parte formas juveniles, prácticamente sin significado estadístico.

Se hallaron en las muestras estudiadas procedentes de mar abierto frente a la Boca de Ciudad del Carmen, y en unas cuantas estaciones en el interior de la laguna. Es evidente que esos ejemplares planctónicos, todos ellos muertos, llegaron al interior de la laguna por una "contaminación natural", siendo acarreados dentro de la laguna por las corrientes de mareas.

No se ilustra ningún ejemplar ni se incluye mayor información al respecto, porque la fauna significativa en las lagunas litorales es exclusivamente bentónica.

Localidades: SF-20, SF-23, SF-19, SF-16, SF-14, SF-26, SF-29, SF-56, SF-47, SF-160 y SF-172.

DISTRIBUCIÓN DE LOS GÉNEROS Y ESPECIES

Como los diferentes géneros y especies identificados serán tratados individualmente en la parte taxonómica, los comentarios a cada uno de ellos se hacen en ese capítulo, incluyendo los mapas de distribución correspondientes, en la inteligencia de que únicamente se incluyen los mapas de aquellos grupos taxonómicos que posiblemente tengan mayor significado, eliminándose muchos de ellos por la necesidad de ahorrar espacio, para la publicación. De cualquier modo, los datos referentes a las poblaciones se encuentran incluidos en los cuadros de concentración (Figs. 10-20) que se incluyen en otra parte del trabajo. En los comentarios de cada especie se incluyen datos sobre su presencia en sedimentos fósiles de diferentes cuencas de la República Mexicana, basados en citas de varios autores, como Barker (1936), Yzaguirre (1950), Alvarez (1950), Meneses (1950, 1953) J. C. de Sansores (1950), Rios Macbeth (1952), Paz Rivera (1954), Lozano (1954), Castillo Tejero (1955), I. Hernández (1957), S. Hernández (1959), De la Fuente (1959), Moya (1960), Carrasco (1962), E. Sansores (1962), Domínguez (1963) y Cabrera (1963), además de observaciones inéditas propias del autor de este trabajo.

SISTEMATICA

Orden FORAMINIFERIDA Sborzewski, 1834
Superfamilia LITUOLOIDEA Lamarck, 1809 *nom. correct.*
Familia RZEHAKINIDAE Cushman, 1933
Género *Miliammina* Heron-Allen y Earland, 1930

Miliammina fusca (H. B. Brady)
(Lám. 1, figs. 1a-c)

Quinqueloculina fusca H. B. Brady, 1870. Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 4, v. 6, p. 47, lám. 11, figs. 2, 3.

Únicamente se encontró en ciertas localidades de la laguna, dos de ellas en la Boca de Ciudad del Carmen. En todos los casos se presenta con porcentajes muy bajos, pues sólo en una estación constituye más del 1%. No fue hallada en ninguna de las pocas estaciones de pantanos de mareas o esteros de que se tienen muestras, lo cual es un tanto extraño. No se encontró viviente en ninguna estación (Fig. 29). Esta especie ha sido citada según la literatura científica como predominante en estuarios, con baja frecuencia en bahías, generalmente cerca de los pantanos. En México se ha encontrado en la Bahía de Todos Santos (Walton, 1955) y las lagunas Ojo de Liebre, Guerrero Negro y Manuela, Baja California (Phleger y Ewin, 1962).

Localidades: SF-14, SF-26, SF-51, SF-102, SF-91, SF-65, SF-125, SF-82, SF-84, SF-86, SF-140 y SF-161.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2338-Mi.

Familia LITUOLIDAE Lamarck, 1809
Subfamilia HAPLOPHRAGMOIDINAE Maync, 1952
Género *Haplophragmoides* Cushman, 1910

Haplophragmoides sp.

Únicamente se encontraron escasos ejemplares en tres estaciones de la laguna. Todas ellas corresponden al ambiente lagunar. Sólo se halló un individuo vivo en la muestra SF-135.

Localidades: SF-68, SF-135, SF-142.

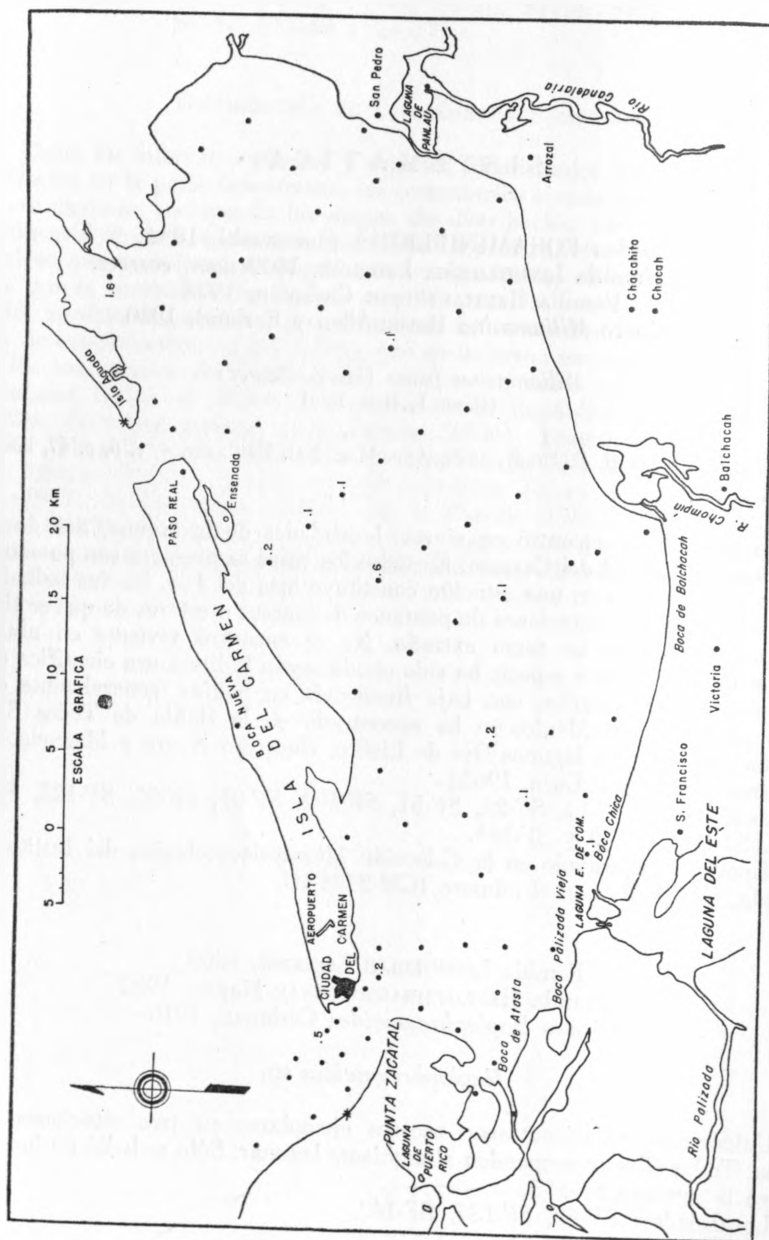


Fig. 29. Distribución de los porcentajes totales de *Miliammina fusca* (H. B. Brady).

Subfamilia LITUOLINAE Lamarck, 1809

Género *Ammobaculites* Cushman, 1910

Ammobaculites dilatatus Cushman y Brönnimann

(Lám. 1, fig. 2)

Ammobaculites dilatatus Cushman y Brönnimann, 1948. Contr. Cushman Lab. Foram. Res., v. 24, pt. 2, p. 39, lám. 7, figs. 10, 11.

Especie no significativa estadísticamente, pues sus mayores porcentajes fueron de .48%. Únicamente se encontró en 6 estaciones, todas ellas dentro de la porción interna de la laguna. No se identificaron ejemplares vivos en ninguna de las muestras (véase Fig. 30); según la información con que se cuenta, esta especie juega un papel poco significativo en la Laguna de Términos, a diferencia de algunas lagunas en que llega a ser importante estadísticamente, como por ejemplo: "Buras-Scofield Bayou", en el Sureste de Louisiana (Warren, 1956, 1957) donde es abundante en la subfacies polihalina lagunar; en San Antonio Bay (Parker, Phleger y Peirson, 1953, p. 5) y algunas otras áreas.

La especie fue descrita originalmente para sedimentos recientes de Trinidad y ha sido citada con posterioridad por numerosos autores en estudios tanto taxonómicos como ecológicos y de distribución. Esta es la primera referencia de la especie en materiales procedentes de la República Mexicana.

Localidades: SF-57, SF-42, SF-93, SF-65, SF-78, SF-168, SF-140.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología U.N.A.M., con el número IGM-2298-Mi.

Ammobaculites sp.

En varias muestras fueron hallados ejemplares pertenecientes a este género, no identificados específicamente, por encontrarse muy deteriorados.

La mayor parte de las localidades donde se encuentra corresponden a la porción interna de la laguna, en tanto que en la parte externa sólo se hallan ejemplares aislados.

De cualquier manera, como se indicó al discutir la distribución de las formas aglutinadas, los foraminíferos con ese tipo de pared son poco significativos en la Laguna de Términos.

Localidades: SF-57, SF-42, SF-102, SF-93, SF-58, SF-65, SF-125, SF-74, SF-155, SF-135, SF-149, SF-180, SF-163, SF-156, SF-168.

Género *Ammotium* Loeblich y Tappan, 1953

Ammotium salsum (Cushman y Brönnimann)

(Lám. 1, figs. 3a, b)

Ammobaculites salsus Cushman y Brönnimann, 1948. Contr. Cushman Lab. Foram. Res., v. 24, pt. 2, p. 40, lám. 7, figs. 13-14.

Los ejemplares de esta especie son notoriamente escasos, presentándose únicamente en pocas estaciones, casi todas ellas distribuidas en la porción

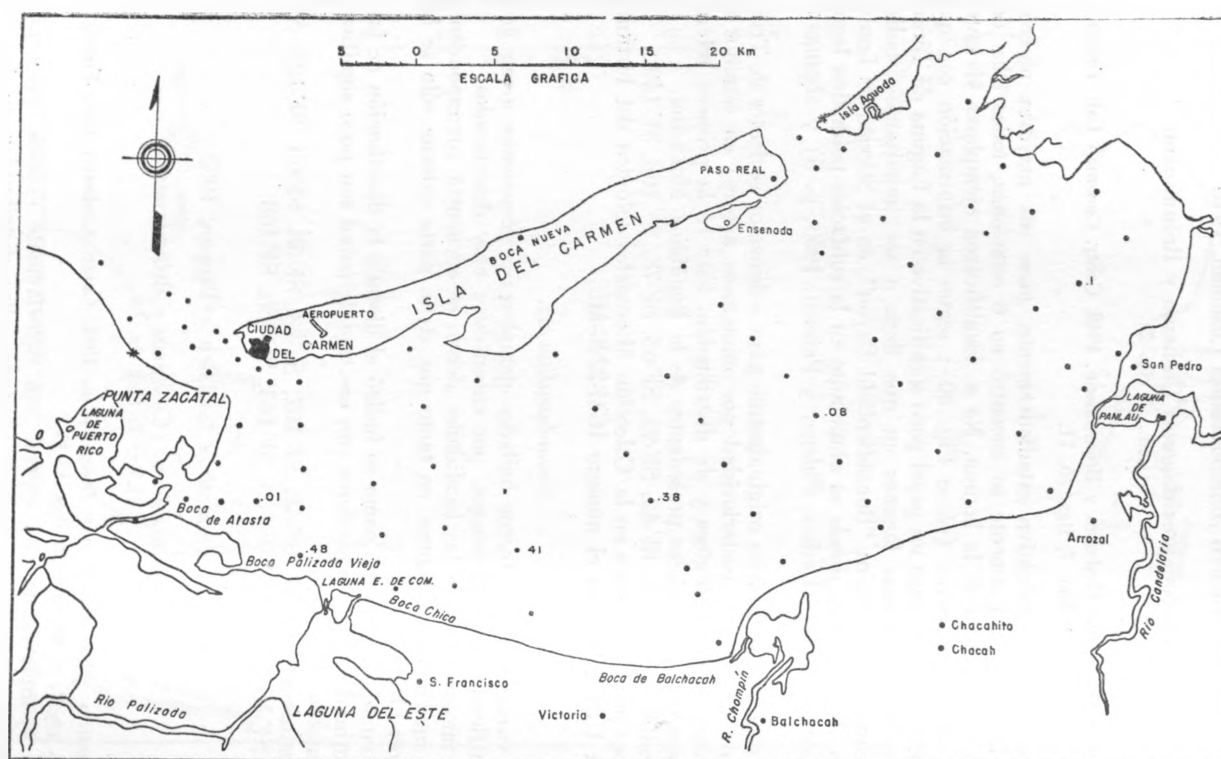


Fig. 30. Distribución de los porcentajes totales de *Ammobaculites dilatatus* Cushman y Brönnimann.

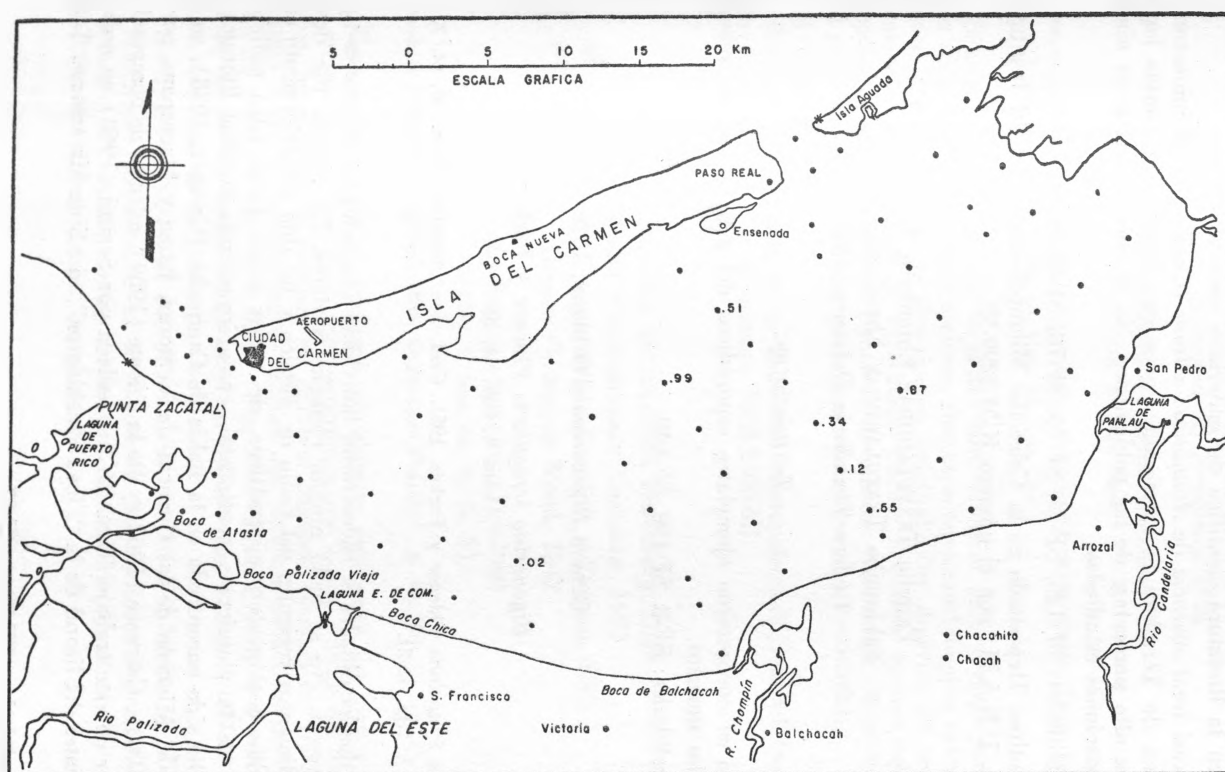


Fig. 31. Distribución de los porcentajes totales de *Ammotium salsum* (Cushman y Brönnimann).

interna de la laguna (Fig. 31). Esta es la primera vez que se menciona la especie en la literatura científica de materiales mexicanos.

La casi total ausencia de *Ammotium salsum* (Cushman y Brönnimann) en la Laguna de Términos es interesante, pues esta especie en ciertas lagunas forma un alto porcentaje de las poblaciones. No se encontró viva en ninguna de las estaciones estudiadas.

Localidades: SF-125, SF-74, SF-76, SF-78, SF-84, SF-140.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2299-Mi.

Familia TEXTULARIIDAE Ehrenberg, 1839
Subfamilia TEXTULARIINAE Ehrenberg, 1839
Género *Textularia* DeFrance, 1824

Textularia sp.

Sólo se encontraron ejemplares esporádicos del género, en tres muestras, todos ellos muertos.

Localidades: SF-8, SF-190, SF-149.

Género *Bigenerina* d'Orbigny, 1826

Bigenerina irregularis Phleger y Parker
(Lám. 1, figs. 4a, b)

Bigenerina irregularis Phleger y Parker, 1951. Geol. Soc. America, Mem. 46, pt. 2, p. 4, lám. 1, figs. 16-21.

En dos localidades se encontraron individuos con todos los caracteres típicos de la especie. No se halló ningún ejemplar viviente. La especie fue descrita para sedimentos recientes del Golfo de México y ha sido posteriormente citada en estudios ecológicos y sistemáticos, de varias áreas, tanto para sedimentos marinos de la plataforma continental, como invadiendo lagunas litorales. En México ha sido encontrada en la Bahía de Campeche (Creager, 1958), en sedimentos del Mioceno de las Cuencas de Veracruz, Istmo y Macuspana por Cabrera (1963), Carrasco (1962) y De la Fuente (1959), además de observaciones del autor de este trabajo. También fue hallada por Segura (1963) en sedimentos recientes del litoral de la "Playa Washington", al SE de Matamoros, Tamaulipas.

Localidades: SF-29 y SF-87.

Familia TROCHAMMINIDAE Schwager, 1877
Subfamilia TROCHAMMININAE Brady, 1884
Género *Arenoparrella* Andersen, 1951

Arenoparrella mexicana (Kornfeld)
(Lám. 1, figs. 5a-c)

Trochammina inflata (Montagu) var. *mexicana* Kornfeld, 1931. Contr. Dept. Geol. Stanford Univ., v. 1, n. 3, p. 86, 87, lám. 13, figs. 5a-c.

Sólo se encontró en una localidad con salinidad baja y muy pocos ejemplares (Fig. 32). No se halló viviente. Sus caracteres morfológicos corresponden íntegramente con los de la descripción original. Fue descrita de sedimentos recientes de aguas someras de Terrebonne Parish, Louisiana. Es una especie que generalmente se encuentra en Pantanos de mareas y estuarios (Warren, 1956). Es la primera vez que se cita procedente de materiales mexicanos.

Localidad: SF-53.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2300-Mi.

Superfamilia MILIOLOIDEA Ehrenberg, 1839
Familia FISCHERINIDAE Cushman, 1927
Subfamilia CYCLOGYRINAE Loeblich y Tappan, 1961
Género *Cyclogyra* Wood, 1842

Cyclogyra planorbis (Schultze)
(Lám. 1, figs. 6a, b; 7a, b)

Cornuspira planorbis Schultze, 1854. Organisms Polyth., p. 40, lám. 2, fig. 21.

Especie rara, que se encontró en algunas estaciones, la mayor parte de ellas en la Boca de Paso Real, con porcentajes muy bajos. Parece ser una especie marina invadiendo la laguna. Se hallaron algunos ejemplares vivientes; las muestras donde se encontraron se indican con cursivas en la lista de localidades y con un doble círculo en el mapa (Fig. 33). Según Phleger y Parker (1951) es más común en áreas calcáreas. Fue hallada por Creager (1958) en sedimentos recientes de la Bahía de Campeche.

Localidades: SF-14, SF-55, SF-194, SF-190, SF-192, SF-161 y SF-178.

Hipotipos: Depositados en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con los números IGM-2315-Mi. (Lám. 1, figs. 6a, b) e IGM-2316-Mi (Lám. 1, figs. 7a, b).

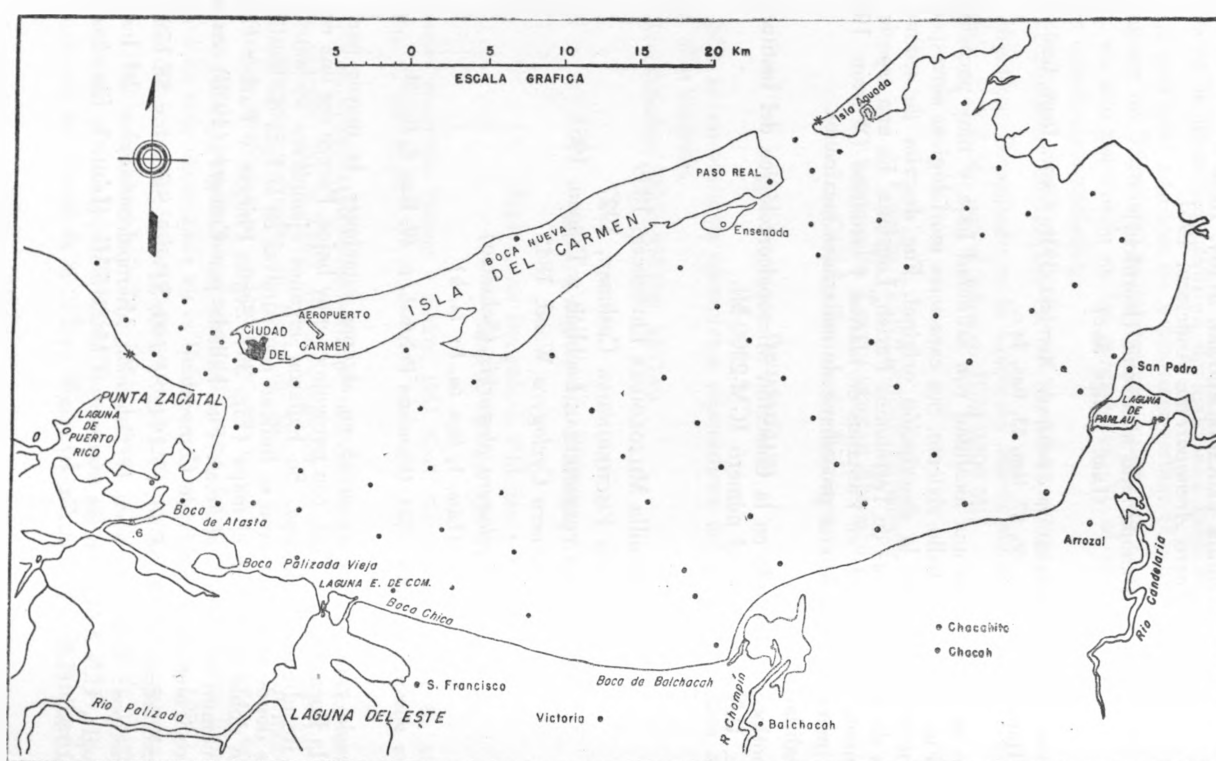


Fig. 32. Distribución de los porcentajes totales de *Arenoparrella mexicana* (Kornfeld).

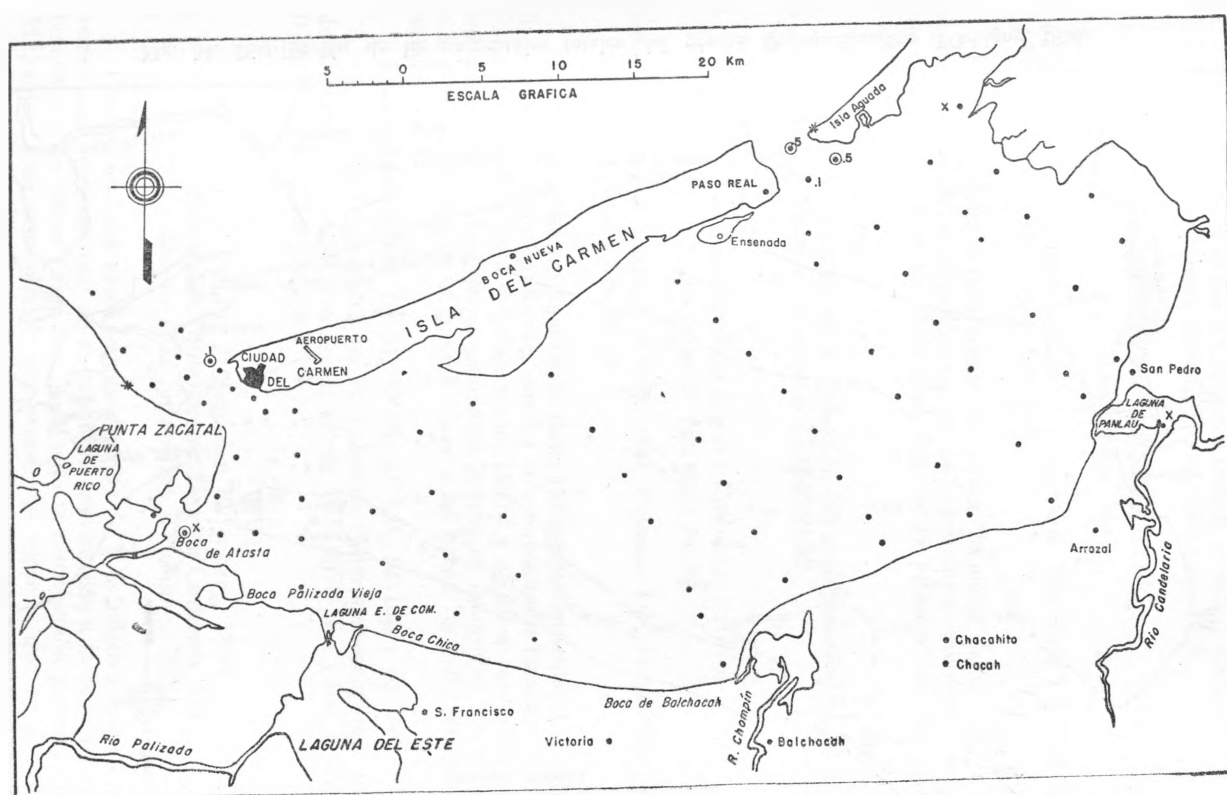


Fig. 33. Distribución de los porcentajes totales de *Cyclogyra planorbis* (Schultze). En las estaciones marcadas $\odot$ se encontraron ejemplares vivos.

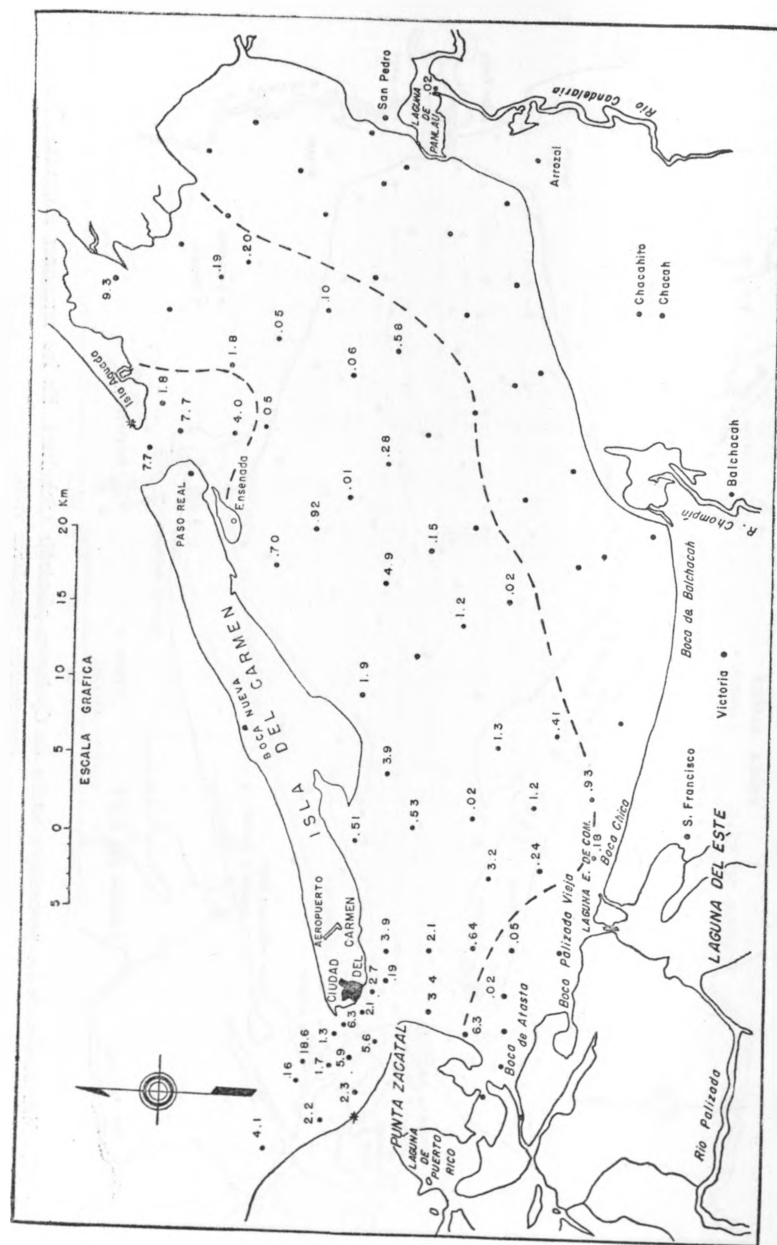


Fig. 34. Distribución de los porcentajes totales del género *Quinqueloculina d'Orbigny, 1826*.

Familia NUBECULARIIDAE Jones, 1875
Subfamilia SPIROLOCULININAE Wiesner, 1931
Género *Spiroloculina* d'Orbigny, 1826

Spiroloculina antillarum d'Orbigny
(Lám. 2, figs. 1a-c)

Spiroloculina antillarum d'Orbigny, 1839. in De la Sagra. Hist. Phys. Pol. Nat. Ile de Cuba Foraminifères, p. 166, lám. 9, figs. 3, 4.

Especie descrita originalmente de arenas recientes de la Isla de Cuba, de la que únicamente se identificaron escasos ejemplares muertos en una muestra procedente de la Boca de Paso Real. Esta es la primera vez que se encuentra en México.

Localidad: SF-194.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2369-Mi.

Spiroloculina dentata Cushman y Todd
(Lám. 2, figs. 2a-c; 3a, b)

Spiroloculina dentata Cushman y Todd, 1944. Cushman Lab. Foram. Res. Spec. Publ., n. 11, p. 71, lám. 9, figs. 33, 34.

Especie descrita originalmente para sedimentos recientes del Océano Pacífico, afuera de Baja California, que ha sido encontrada también en el Golfo de Paria, Venezuela (Todd y Brönnimann, 1957) y ahora se menciona por primera vez para México. Las pocas estaciones donde se determinó están restringidas a la porción externa de la laguna o bien a las bocas. Se halló viviente sólo en la estación SF-14.

Localidades: SF-14, SF-91, SF-95, SF-125, SF-140 y SF-194.

Hipotipos: Depositados en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con los números IGM-2370-Mi (Lám. 2, figs. 2a.c) e IGM-2371-Mi (Lám. 2, figs. 3a-c).

Familia MILIOLIDAE Ehrenberg, 1839
Subfamilia QUINQUELOCULININAE Cushman, 1917
Género *Quinqueloculina* d'Orbigny, 1826

Este género está ampliamente distribuido y es relativamente abundante en numerosas muestras, casi en su totalidad restringidas a la porción externa de la laguna y a las bocas (Fig. 34), siguiendo la distribución general de la familia Miliolidae. Está representado por numerosas especies que se discuten a continuación.

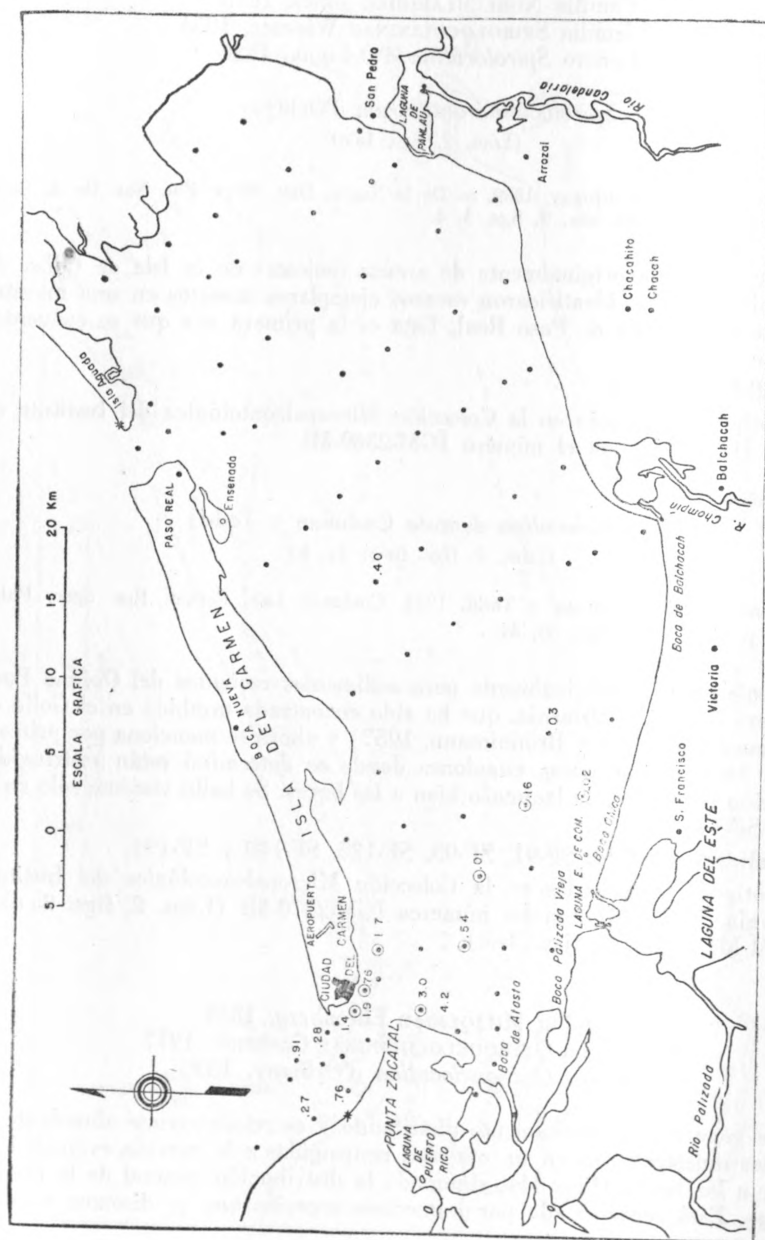


Fig. 35. Distribución de los porcentajes totales de *Quinqueloculina compta* Cushman. En las estaciones marcadas ○ se encontraron ejemplares vivos.

Quinqueloculina cf. *Q. bicostata* d'Orbigny
(Lám. 2, figs. 4a-c)

Quinqueloculina bicostata d'Orbigny, 1839. in De la Sagra. Hist. Phys. Pol. Nat. Ile de Cuba. Foraminifères, p. 195, lám. 12, figs. 8-10.

Sólo se encontró en una estación en la Boca de Paso Real, sin ejemplares vivos. Los materiales de la Laguna de Términos fueron comparados con la descripción y figura original y con ejemplares procedentes de Cuba, que se asume corresponden a la especie, depositados en la Colección Micropaleontológica de la Institución Scripps de Oceanografía semejantes a los mexicanos, pero igualmente difieren un poco de la figura original, que por su parte es muy poco demostrativa. Es la primera vez que se cita procedente de México.

Localidad: SF-194.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2343-Mi.

Quinqueloculina compta Cushman
(Lám. 3, figs. 1a-c)

Quinqueloculina compta Cushman, 1947. Contr. Cushman Lab. Foram. Res., v. 23, pt. 4, p. 87, lám. 19, fig. 2.

Fue descrita procedente de sedimentos recientes del Cabo Hatteras, Florida. Se encontró en numerosas muestras, en su mayor parte en la porción occidental de la laguna, y en ciertas muestras afuera de la Boca de Ciudad del Carmen (Fig. 35).

Se determinó viva en algunas estaciones, cuyos números se indican en cursivo en la lista de localidades y se marcan con un doble círculo en el mapa, aunque siempre con frecuencias muy bajas. Esta es la primera cita de la especie para México, donde también se identificó en los sedimentos del litoral de la "Playa Washington", (Segura, 1963).

Localidades: SF-24, SF-19, SF-14, SF-1, SF-5, *SF-6*, SF-10, SF-31, *SF-29*, SF-38, *SF-34*, SF-47, *SF-102*, *SF-104*, SF-93 y SF-125.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2350-Mi.

Quinqueloculina funafutiensis (Chapman)

Miliolina funafutiensis Chapman, 1901. Jour. Linn. Soc. London, Zool., v. 28, p. 178, lám. 19, fig. 6.

Por falta de ejemplares bien preservados no se ilustra esta especie, poco significativa en los materiales estudiados. No se encontró viva en ninguna de las estaciones.

Localidades: SF-36, SF-47, SF-96, SF-104, SF-125 y SF-194.

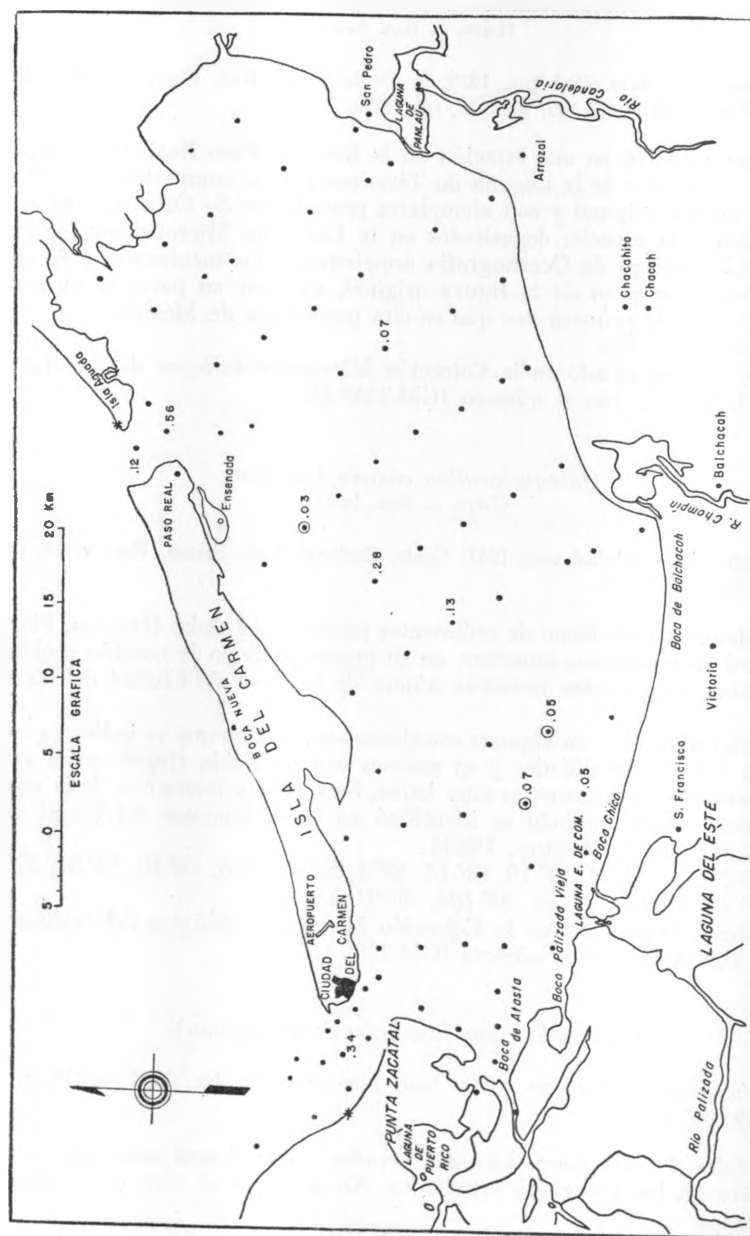


Fig. 36. Distribución de los porcentajes totales de *Quinqueloculina* aff. *Q. lamarkiana* d'Orbigny. En las estaciones marcadas $\odot$ se encontraron ejemplares vivos.

Quinqueloculina cf. *Q. horrida* Cushman
(Lám. 3, figs. 2a-c)

Quinqueloculina horrida Cushman, 1947. Contr. Cushman Lab. Foram. Res., v. 23, pt. 4, p. 88, lám. 1, fig. 1.

Forma rara en el área, que se encontró solo muerta en una estación en la Boca de Paso Real. Es la primera vez que se ilustra de materiales mexicanos, donde también ha sido hallada en la "Playa Washington" (Segura, 1963).

Localidad: SF-194.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2378-Mi.

Quinqueloculina aff. *Q. lamarkiana* d'Orbigny
(Lám. 3, figs. 3a-c)

Quinqueloculina lamarkiana d'Orbigny, 1839. in De la Sagra. Hist. Phys. Pol. Nat. Île de Cuba. Foraminifères, p. 189, lám. 11, figs. 14, 15.

Especie poco común en el área, que se halló con porcentajes muy bajos en estaciones distribuidas en las bocas y parte de la laguna (Fig. 36). Sólo se encontraron ejemplares vivientes en 3 estaciones que se indican en cursivo en la lista de localidades y se marcan con un doble círculo en el mapa. Se ha encontrado además en México en sedimentos del Mioceno de las Cuencas de Veracruz, Salina del Istmo y Macuspana, por Cabrera (1963), E. Sansores (1962), Paz Rivera (1954), Alvarez (1950), Castillo Tejero (1955) y el autor.

Localidades: SF-3, SF-102, SF-104, SF-93, SF-63, SF-125, SF-84, SF-140, SF-194 y SF-190.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2351-Mi.

Quinqueloculina poeyana d'Orbigny
(Lám. 3, figs. 4a-c)

Quinqueloculina poeyana d'Orbigny, 1839. in De la Sagra. Hist. Phys. Pol. Nat. Île de Cuba. Foraminifères, p. 191, lám. 11, figs. 25-27.

Especie descrita originalmente para arenas recientes de playas de Cuba. Se encontró en varias localidades, tanto en las bocas como en la porción exterior de la laguna (Fig. 37). No se halló viviente. Ha sido identificada asimismo en sedimentos recientes de la "Playa Washington" (Segura, 1963) y de la porción occidental de la Cuenca Salina del Istmo (Cabrera, 1963).

Localidades: SF-23, SF-24, SF-14, SF-3, SF-102, SF-87, SF-63, SF-84, SF-86, SF-147, SF-194, SF-192, SF-185, SF-161.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2352-Mi.

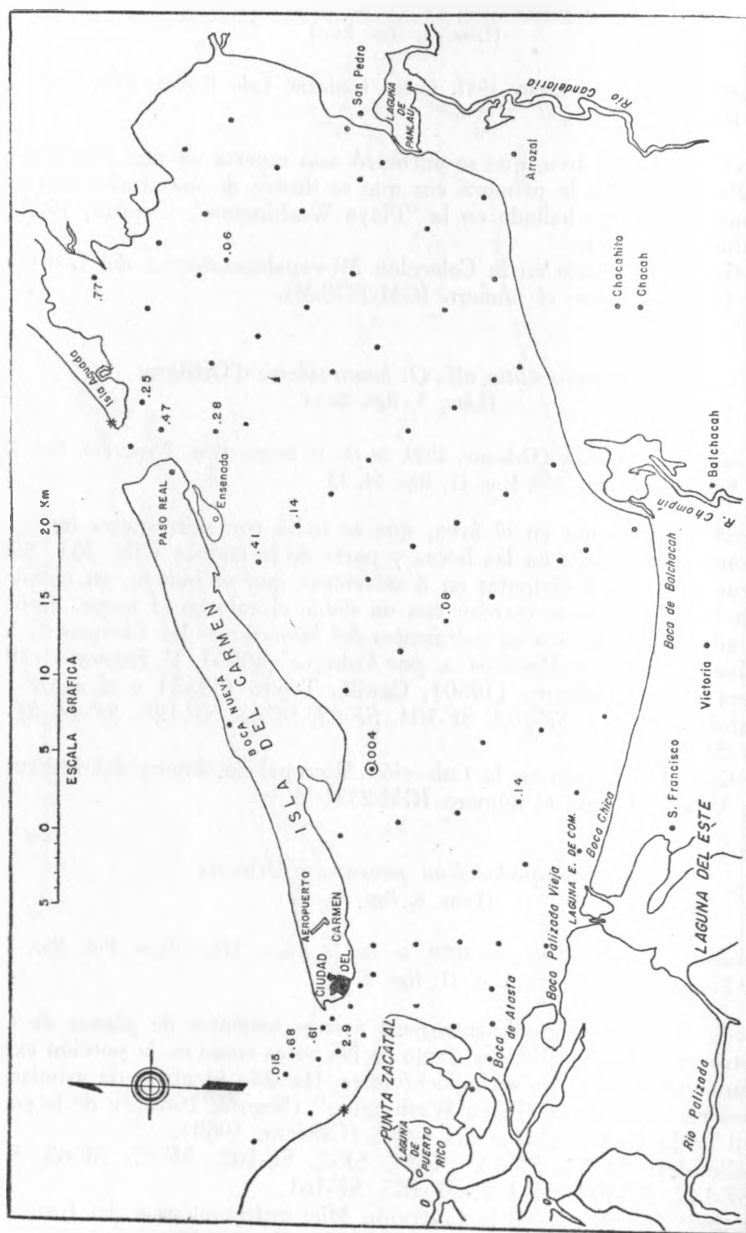


Fig. 37. Distribución de los porcentajes totales de *Quinqueloculina poeyana* d'Orbigny.

Quinqueloculina polygona d'Orbigny
(Lám. 3, figs. 5a-c)

Quinqueloculina polygona d'Orbigny, 1839. in De la Sagra. Hist. Phys. Pol. Nat. île de Cuba. Foraminifères, p. 198, lám. 12, figs. 21, 23.

Descrita originalmente para sedimentos recientes de playas de Cuba. Fue hallada en sólo dos estaciones con porcentajes sumamente bajos, en una de ellas (SF-102) con ejemplares vivientes. Es la primera vez que se menciona para México.

Localidades: SF-51, SF-102.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2353-Mi.

Quinqueloculina rhodiensis Parker
(Lám. 4, figs. 1a-c)

Quinqueloculina rhodiensis Parker, 1953. in Parker, Phleger y Peirson. Cushman Found. Foram. Res. Spec. Publ., n. 2, p. 12, lám. 2, figs. 15-17.

Los ejemplares procedentes de la Laguna de Términos son similares a las ilustraciones de Parker (1953) *in* Parker, Phleger y Peirson. Se encontró con frecuencias muy bajas en unas cuantas estaciones de la laguna. Sólo en la localidad SF-102 se halló viva. Es la primera vez que se cita para México, donde también se presenta en la "Playa Washington" (Segura, 1963).

Localidades: SF-102, SF-84, SF-161, SF-44.

Holotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2354-Mi.

Quinqueloculina seminulum (Linnaeus)
(Lám. 4, figs. 2a-c)

Serpula seminulum Linnaeus, 1758. Syst. Nat., 10a. Ed., p. 786.

Esta especie es la más representativa de la familia Miliolidae en la Laguna de Términos, donde se identificó en numerosas estaciones (Fig. 38) a tal grado que es prácticamente la que define las tendencias generales de distribución del grupo. Esas tendencias son bastante definidas, con los mayores porcentajes en las muestras con salinidad ultrahalina típica del Golfo y mayor porcentaje de carbonato de calcio en el sedimento, es decir, la Boca de Paso Real, una estación afuera de la Boca de Ciudad del Carmen y en la parte externa de la Laguna, en tanto que en la porción interna de la laguna no se encuentra o es sumamente escasa. Se halló viviente en numerosas estaciones, cuyos números se indican en cursivos en la lista de localidades y se marcan con un doble círculo en el mapa. Aunque esta es la primera vez que se ilustra para materia-

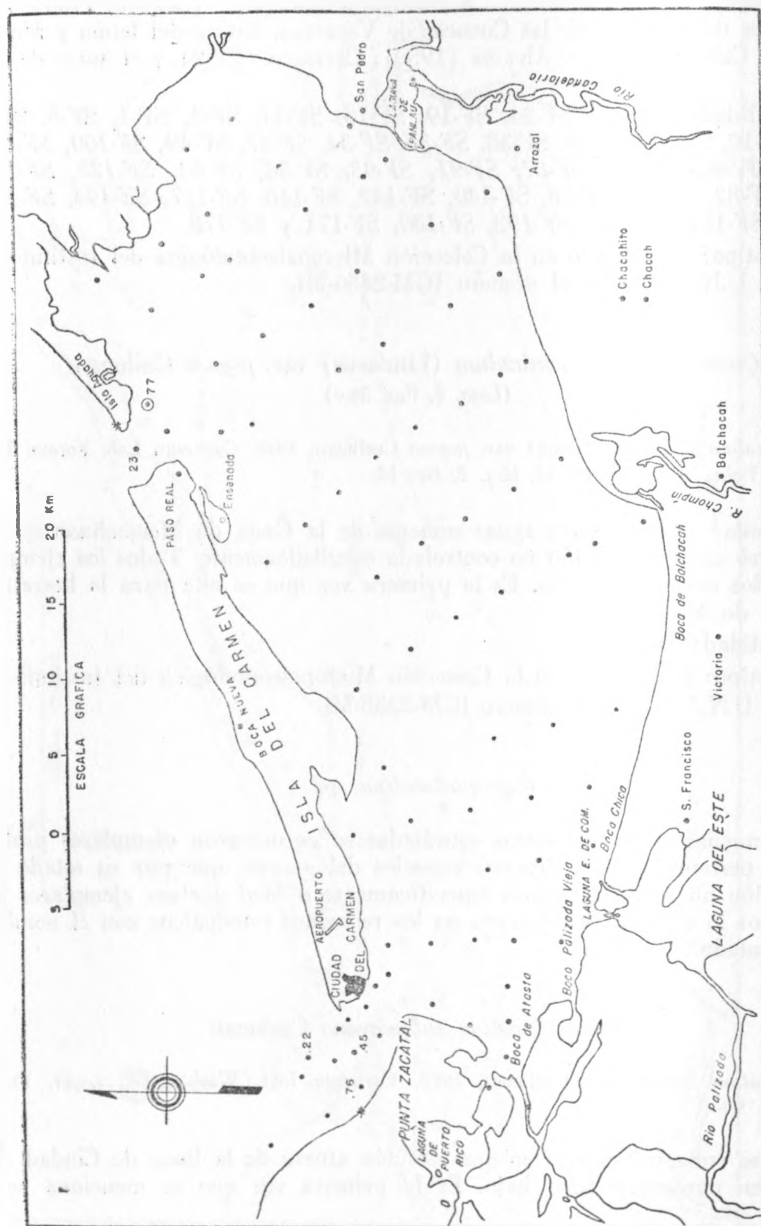


Fig. 39. Distribución de los porcentajes totales de *Archaias* sp. En las estaciones marcadas $\odot$ se encontraron ejemplares vivos.

Quinqueloculina wiesneri Parr

Quinqueloculina anguina (Terquem) var. *wiesneri* Parr, 1950. B. A. N. Z. Antarctic Exped. 1920-1931, Repts. ser. B., v. 5, pt. 6, p. 290, lám. 6, fig. 10.

Especie poco abundante, que fue encontrada siempre muerta en 2 estaciones y con porcentajes muy bajos. Es la primera vez que se menciona en la literatura científica de materiales mexicanos, donde también ha sido identificada en la "Playa Washington" (Segura, 1963).

Localidades: SF-26, SF-104.

Género *Massilina* Schlumberger, 1893

Massilina sp.

Solo se encontraron aislados ejemplares muertos de este género, en todos los casos sin significado estadístico.

Localidades: SF-24, SF-38 y SF-125.

Género *Triloculina* d'Orbigny, 1826

Triloculina sp.

Se encontraron ejemplares aislados, de este género, no identificados específicamente siempre muertos.

Localidades: SF-5, SF-10, SF-57, SF-47, SF-49 y SF-95.

Triloculina trigonula (Lamarck)

Miliolites trigonula Lamarck, 1804. Ann. Mus., v. 5, n. 3, fasc. 4, p. 351, lám. 47.

Especie rara en la laguna, que sólo se observó en 2 localidades de la Boca de Ciudad del Carmen. No se encontró ningún ejemplar viviente. Es la primera vez que se cita para materiales mexicanos donde también ha sido identificada en la "Playa Washington", (Segura, 1963).

Localidades: SF-23 y SF-68.

Familia SORITIDAE Ehrenberg, 1839

Subfamilia ARCHAIASINAE Cushman, 1927

Género *Archaias* Montfort, 1808

Archaias sp.

En algunas muestras de las bocas de la laguna (Fig. 39) se hallaron escasos ejemplares de este género, todos ellos muertos, no identificados específicamente.

Localidades: SF-24, SF-3, SF-1, SF-190 y SF-192.

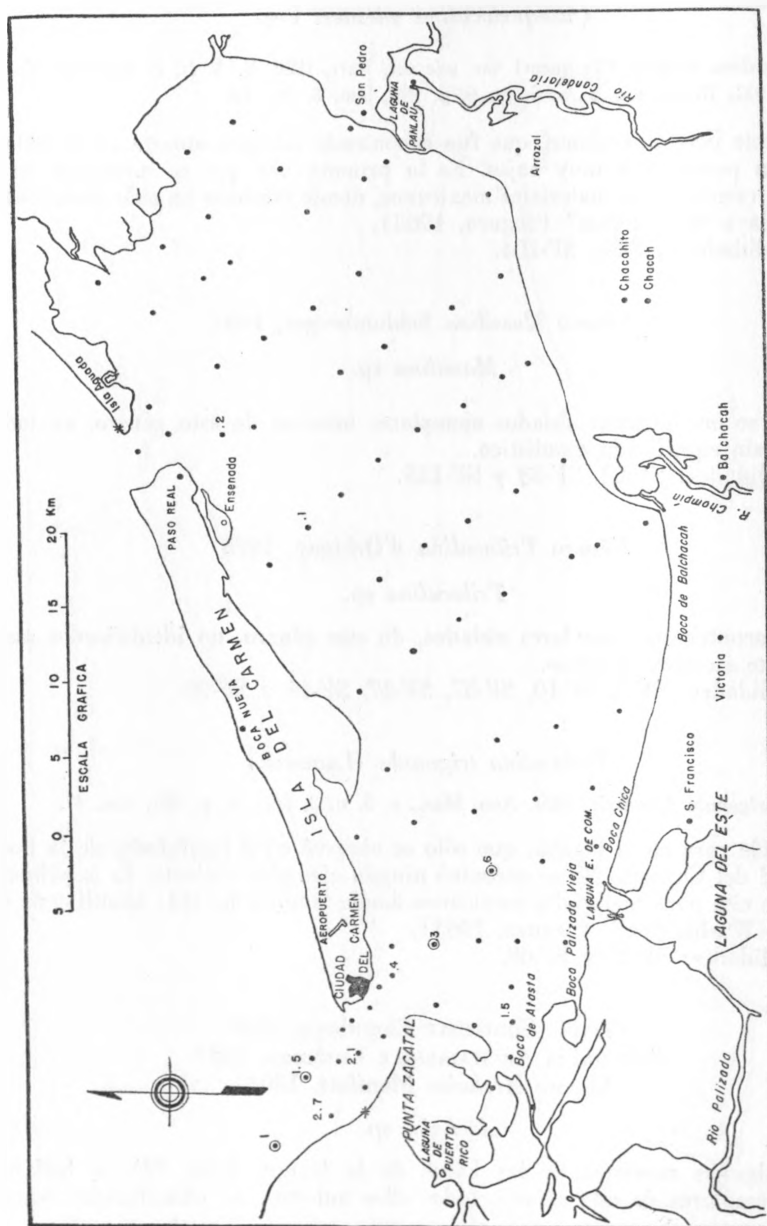


Fig. 40. Distribución de *Buliminella* cf. *B. bassendorffensis* Cushman. En las estaciones marcadas ○ se encontraron ejemplares vivos.

Superfamilia NODOSARIOIDEA Ehrenberg, 1839
 Familia POLYMORPHINIDAE d'Orbigny, 1839
 Subfamilia POLYMORPHININAE d'Orbigny, 1839
 Género *Guttulina* d'Orbigny, 1839

Guttulina sp.

En un estación de la Boca de Ciudad del Carmen se encontró un ejemplar muerto de este género, cuyo estado de preservación no permitió su identificación específica. El género ha sido reportado, en términos generales para sedimentos de la plataforma continental, es decir, que el ejemplar hallado posiblemente haya sido acarreado por la corriente litoral y depositado en la estación donde se encontró.

Localidad: SF-23.

Familia GLANDULINIDAE Reuss, 1860
 Subfamilia OOLININAE Loeblich y Tappan, 1961
 Género *Fissurina* Reuss, 1850

Fissurina sp.
 (Lám. 5, figs. 1a, b)

En varias localidades distribuidas en varias áreas de la laguna se encontraron ejemplares aislados de este género, todos ellos muertos, no identificados específicamente. En ningún caso llegaron a ser significativos estadísticamente.

Localidades: SF-56, SF-57, SF-38, SF-51, SF-63, SF-76, SF-80, SF-82, SF-190, SF-149, SF-192, SF-185, SF-188 y SF-172.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2335-Mi.

Superfamilia BULIMINOIDEA Jones, 1875 *nom. correct.*
 Familia TURRILINIDAE Cushman, 1927
 Subfamilia TURRILININAE Cushman, 1927
 Género *Buliminella* Cushman, 1911

Buliminella cf. *B. bassendorffensis* Cushman y Parker
 (Lám. 5, figs. 4a, b)

Buliminella bassendorffensis Cushman y Parker, 1937. Contr. Cushman Lab. Foram. Res., v. 13, pt. 1, p. 40, lám. 4, figs. 13a, b.

Especie típica de aguas del Golfo de México, que invade la laguna, aunque sin llegar a ser significativa estadísticamente. Se encontró en pocas localidades, todas relativamente cercanas a las bocas (Fig. 40). Se halló viva en las estaciones SF-20, SF-23, SF-36 y SF-47, todas ellas en la Boca de Ciudad del Carmen o sus proximidades. También ha sido encontrada en la "Playa Washing-

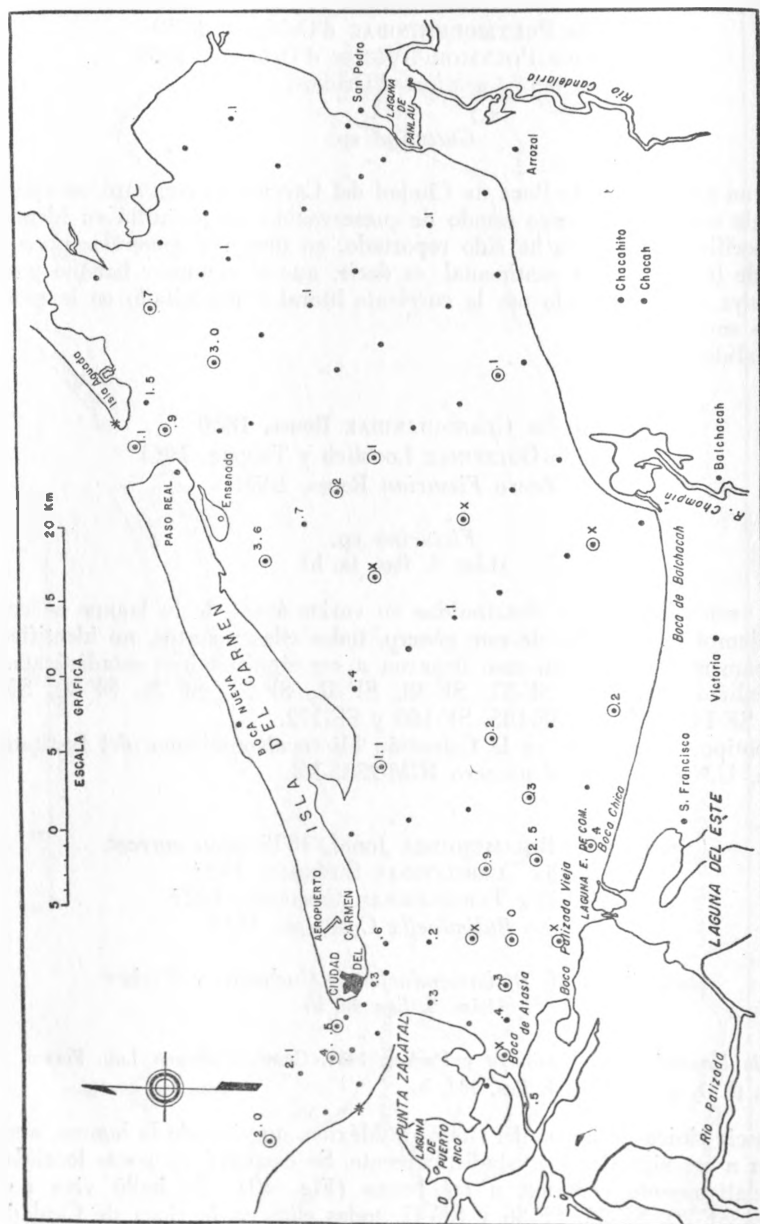


Fig. 41. Distribución de los porcentajes totales de *Buliminella elegantissima* (d'Orbigny).

ton", (Segura, 1963) y en los sedimentos del Mioceno de varias Cuencas de la República Mexicana (Veracruz, Salina del Istmo y Macuspana), según observaciones del autor.

Localidades: SF-20, SF-23, SF-19, SF-26, SF-56, SF-36, SF-47, SF-84, SF-147.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2309-Mi.

Buliminella elegantissima (d'Orbigny)

(Lám. 5, figs. 2a, b; 3a, b)

Bulimina elegantissima d'Orbigny, 1839. Voy. Amérique Mérid., v. 5, pt. 5, Foraminifères, p. 51, lám. 7, figs. 13, 14.

Especie predominante de mar abierto, que se encuentra invadiendo lagunas litorales. En la Laguna de Términos se encontró con escasos porcentajes en numerosas estaciones, tanto de las bocas como de la laguna propiamente dicha (Fig. 41). Se halló viviente en numerosas estaciones con muy escasos ejemplares, que se indican con cursivas en la lista de localidades y se marcan con un doble círculo en el mapa. Para México ha sido reportada de sedimentos de la Bahía de Todos Santos, Baja California (Walton, 1955, p. 1004) y las lagunas Ojo de Liebre, Guerrero Negro y Manuela, Baja California (Phleger y Ewing, 1962); también ha sido hallada en la "Playa Washington" (Segura, 1963) y en sedimentos del Mioceno de varias Cuencas de la República Mexicana, por Carrasco (1962) y el autor.

Localidades: SF-20, SF-23, SF-16, SF-14, SF-53, SF-26, SF-29, SF-55, SF-56, SF-57, SF-42, SF-38, SF-36, SF-40, SF-47, SF-49, SF-51, SF-102, SF-87, SF-91, SF-95, SF-58, SF-63, SF-69, SF-121, SF-125, SF-74, SF-80, SF-82, SF-84, SF-86, SF-194, SF-190, SF-153, SF-149, SF-192, SF-158, SF-185, SF-188 y SF-174.

Hipotipos: Depositados en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con los números IGM-2308-Mi. (Lám. 5, figs. 2a, b) e 16M-2307-Mi (Lám. 5, figs. 3a, b).

Familia BOLIVINITIDAE Cushman, 1927

Género *Bolivina* d'Orbigny, 1839

Bolivina lowmani Phleger y Parker

(Lám. 5, fig. 5)

Bolivina lowmani Phleger y Parker, 1951. Geol. Soc. America, Mem. 46, pt. 2, p. 13, lám. 6, figs. 20, 21.

Especie fundamentalmente de mar abierto, que en varias regiones se ha encontrado invadiendo lagunas litorales. En el área estudiada se identificó en

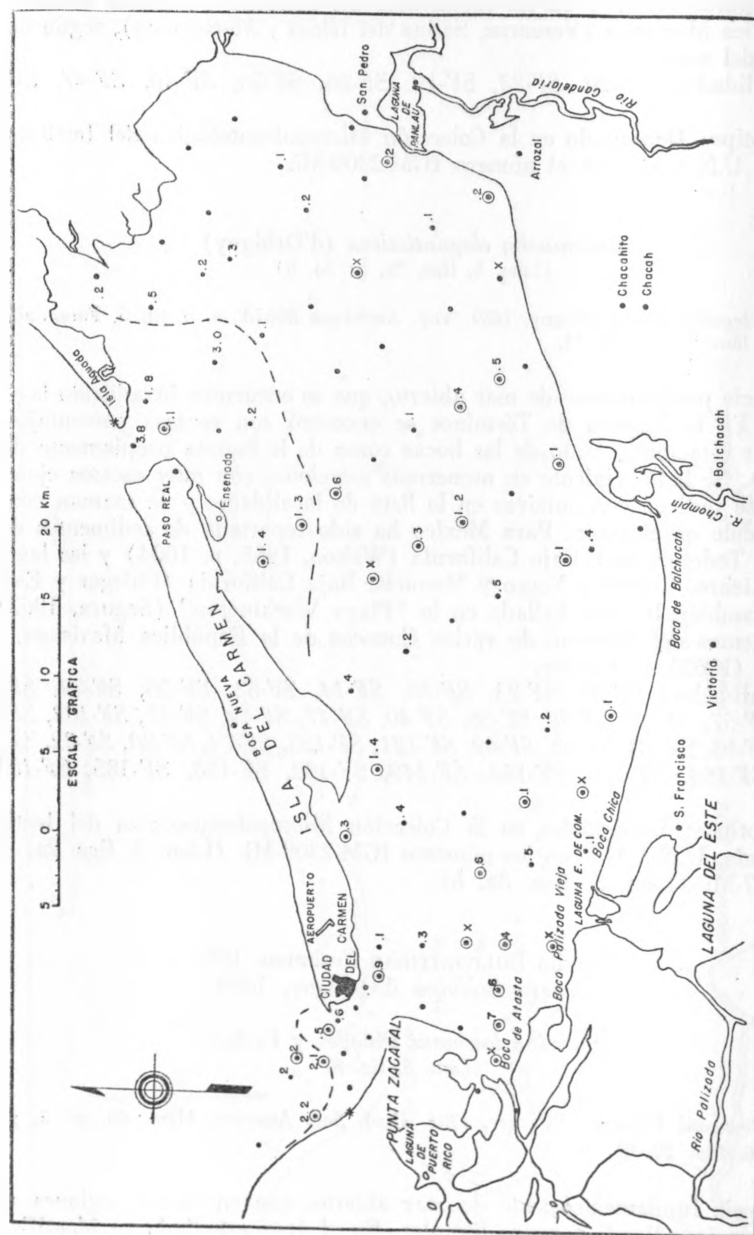


Fig. 42. Distribución de los porcentajes totales de *Bolivina lowmani* Phleger y Parker. En las estaciones marcadas con un círculo se encontraron ejemplares vivos.

numerosas localidades, distribuida prácticamente en toda la laguna (Fig. 42), pero sus mayores porcentajes se localizan en la Boca de Paso Real, sus proximidades y en las afueras de la Boca de Ciudad del Carmen. Se halló viviente en muchas estaciones, que se indican con cursivas en la lista de localidades y se marcan con un doble círculo en el mapa. También ha sido hallada en la "Playa Washington" (Segura, 1963) y en sedimentos del Mioceno de varias cuencas (Veracruz, Salina del Istmo y Macuspana), por el autor de este trabajo.

Localidades: SF-23, SF-24, SF-19, SF-16, SF-14, SF-5, SF-26, SF-55, SF-56, SF-77, SF-42, SF-38, SF-36, SF-40, SF-34, SF-47, SF-49, SF-51, SF-102, SF-98, SF-96, SF-104, SF-87, SF-93, SF-95, SF-58, SF-61, SF-65, SF-68, SF-69, SF-117, SF-121, SF-123, SF-125, SF-74, SF-76, SF-78, SF-82, SF-84, SF-86, SF-135, SF-146, SF-194, SF-190, SF-160, SF-155, SF-151, SF-158, SF-149, SF-192, SF-179, SF-182, SF-185, SF-186.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2301-Mi.

Bolivina pseudoplicata Heron-Allen y Earland
(Lám. 5, figs. 6a, b)

Bolivina pseudoplicata Heron-Allen y Earland, 1930. Jour. Roy. Micr. Soc. London, v. 50, p. 81, lám. 3, figs. 36-40.

Especie muy escasa, de la cual sólo se hallaron ejemplares muertos. Todas sus presencias se localizan cerca de las bocas, lo cual pudiera ser un indicio de que la especie estuviera invadiendo la laguna. Es la primera vez que se encuentra en México.

Localidades: SF-8, SF-36, SF-149.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2301-Mi.

Bolivina pulchella primitiva Cushman
(Lám. 5, figs. 7a, b)

Bolivina pulchella (d'Orbigny) var. *primitiva* Cushman, 1930. St. Florida. Florida Geol. Surv. Bull., 4, p. 47, lám. 8, figs. 12a, b.

Descrita originalmente para el Mioceno de Florida, se encuentra en sedimentos recientes de mar abierto e invade las lagunas litorales. En la Laguna de Términos se determinó en ambas bocas y en varias estaciones relacionadas con ellas, mostrando evidentes tendencias de estar invadiendo la laguna. Se halló un sólo ejemplar vivo en la estación SF-86 (Fig. 43). Esta es su primera cita de materiales mexicanos.

Localidades: SF-23, SF-16, SF-5, SF-26, SF-56, SF-36, SF-47, SF-49, SF-87, SF-84, SF-86, SF-190, SF-186.

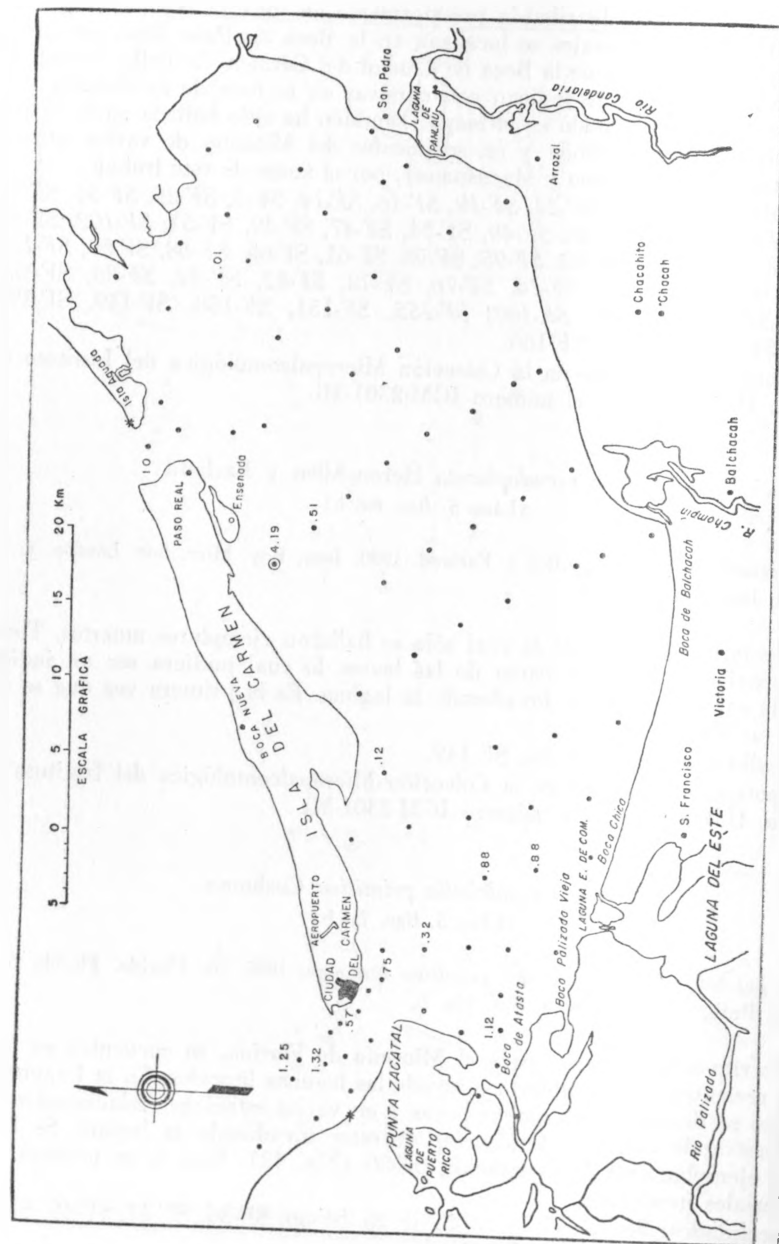


Fig. 43. Distribución de los porcentajes totales de *Bolivina pulchella primitiva* Cushman. En las estaciones marcadas $\odot$ se encontraron ejemplares vivos.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2304-Mi.

Bolivina spp.

En numerosas estaciones se encontraron ejemplares de *Bolivina* no identificadas específicamente y que se consideran bajo el nombre arriba citado.

Bolivina striatula Cushman

(Lám. 5, figs. 8a, b)

Bolivina striatula Cushman, 1922. Carnegie Inst. Washington, v. 17, Publ. 311, p. 27, lám. 3, fig. 10.

Especie que generalmente se presenta en sedimentos de mar abierto, pero que invade lagunas litorales. En el área estudiada se encuentra ampliamente distribuida (Fig. 44), aunque siempre en porcentajes pequeños. Se halló viviente en numerosas estaciones, que indican en cursivo en la lista de localidades y se marcan con un doble círculo en el mapa, pero con pocos ejemplares vivientes por muestra. Es la primera vez que se cita de materiales mexicanos aunque también ha sido hallada en la "Playa Washington" (Segura, 1963).

Localidades: *SF-20, SF-23, SF-16, SF-14, SF-5, SF-6, SF-10, SF-26, SF-55, SF-56, SF-57, SF-36, SF-40, SF-34, SF-47, SF-49, SF-51, SF-102, SF-98, SF-104, SF-87, SF-91, SF-93, SF-95, SF-58, SF-61, SF-63, SF-65, SF-68, SF-69, SF-71, SF-121, SF-123, SF-74, SF-76, SF-80, SF-82, SF-84, SF-86, SF-135, SF-137, SF-140, SF-142, SF-146, SF-147, SF-194, SF-190, SF-160, SF-155, SF-153, SF-151, SF-158, SF-149, SF-192, SF-179, SF-180.*

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2303-Mi.

Bolivina subaenariensis Cushman

(Lám. 5, figs. 9a, b)

Bolivina subaenariensis Cushman, 1922. United States Nat. Mus., Bull. 104, pt. 3, p. 46, lám. 7, fig. 6.

Sólo fue hallada muerta en una localidad dentro de la laguna. No había sido citada anteriormente para México.

Localidad: SF-102.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2303-Mi.

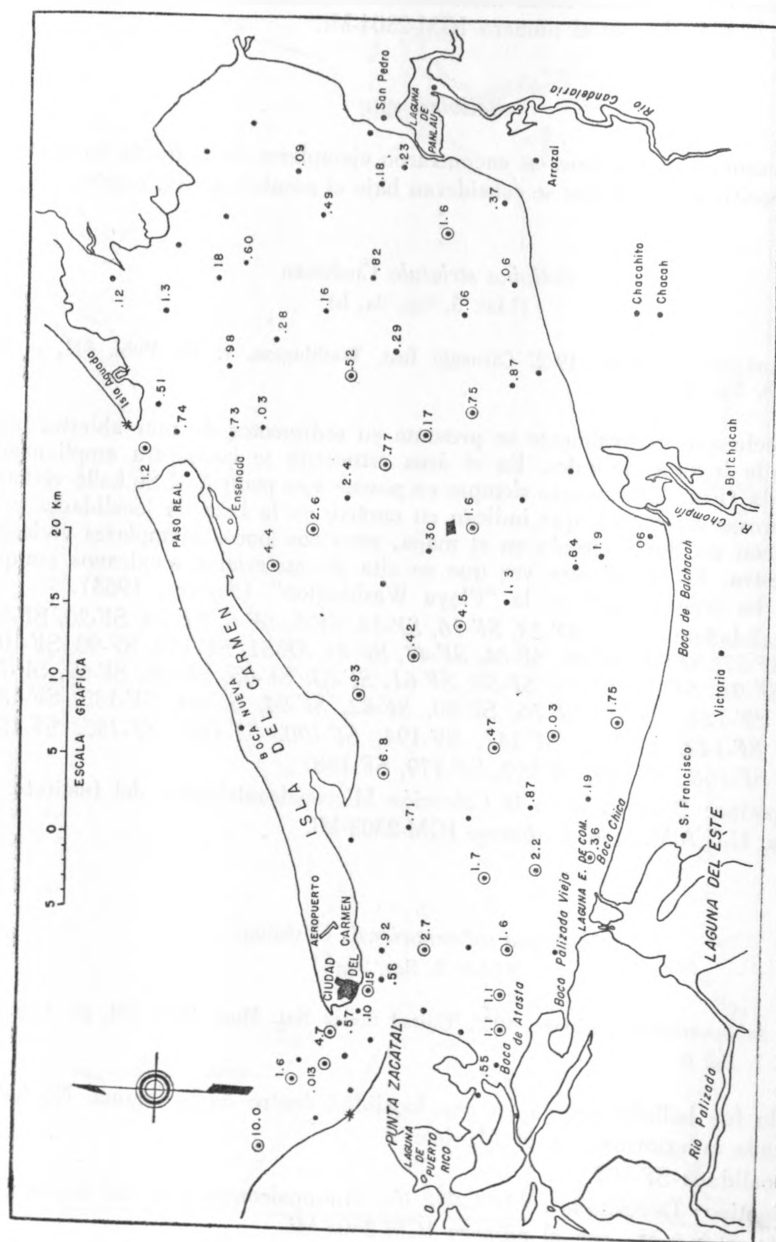


Fig. 44. Distribución de los porcentajes totales de *Bolivina striatula* Cushman. En las estaciones marcadas $\odot$ se identificaron ejemplares vivos.

Familia BULIMINIDAE Jones, 1875
Subfamilia BULIMININAE Jones, 1875
Género *Bulimina* d'Orbigny, 1826

Bulimina marginata d'Orbigny
(Lám. 5, figs. 10a, b)

Bulimina marginata d'Orbigny, 1826, Ann. Sci. Nat., t. 7, p. 269, lám. 12, figs. 10-12.

Especie escasa en el área, que sólo se encontró muerta con porcentajes muy bajos. También ha sido hallada en la "Playa Washington" (Segura, 1963), Bahía de Campeche (Creager, 1958) y sedimentos del Mioceno de diferentes cuencas de la República, por Cabrera (1963), S. Hernández (1959), I. Hernández (1957), Moya (1960), Domínguez (1963), Castillo Tejero (1955), Rios Macbeth (1952) y el autor.

Localidades: SF-23, SF-26, SF-36, SF-87, SF-86.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2310-Mi.

Subfamilia PAVONININAE Eimer y Fickert, 1899
Género *Reussella* Galloway, 1933

Reussella atlantica Cushman
(Lám. 5, figs. 11a, b)

Reussella spinulosa (Reuss) var. *atlantica* Cushman, 1947. Contr. Cushman Lab. Foram. Res., v. 23, pt. 4, p. 91, lám. 20, figs. 6, 7.

Especie muy escasa, que sólo se encontró muerta en una localidad. También se ha identificado en la "Playa Washington" (Segura, 1963), Bahía de Campeche (Creager, 1958) y sedimentos del Mioceno de las cuencas de Veracruz, Salina del Istmo y Macuspana.

Localidad: SF-147.

Hopotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2359-Mi.

Familia UVIGERINIDAE Cushman, 1913
Género *Uvigerina* d'Orbigny, 1826

Uvigerina sp.

Únicamente se encontraron ejemplares muertos aislados, del género, de tamaño muy pequeño, no identificados específicamente.

Localidades: SF-34, SF-190.

Género *Angulogerina* Cushman, 1927

Angulogerina bella Phleger y Parker
(Lám. 5, figs. 12a, b)

Angulogerina bella Phleger y Parker, 1951. Geol. Soc. America, Mem. 46, pt. 2, p. 12, lám. 6, figs. 7, 8.

Sólo se halló muerta, en porcentaje muy bajo, en una localidad de la Boca de Ciudad del Carmen. Se ha encontrado además en la Bahía de Campeche (Creager, 1958).

Localidad: SF-5.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2296-Mi.

Superfamilia ASTERIGERINOIDEA d'Orbigny, 1839 *nom. correct.*

Familia DISCORBIDAE Cushman, 1927

Subfamilia DISCORBINAE Cushman, 1927

Género *Discorbis* Lamarck, 1804

"Discorbis" bulbosa Parker

(Lám. 5, figs. 13a-c)

Discorbis bulbosa Parker, 1954. Bull. Mus. Comparat. Zool. Harvard Coll., v. 11, n. 10, p. 523, lám. 8, figs. 10-12.

Se halló muerta, muy escasa, solo en una localidad del interior de la laguna. Esta es su primera cita para México.

Localidad: SF-63.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2320-Mi.

Discorbis sp.

En algunas localidades se encontraron ejemplares pequeños, no identificados específicamente, pero probablemente pertenecientes a este género.

Localidades: SF-10, SF-42, SF-40, SF-34, SF-51, SF-96, SF-63, SF-125, SF-76, SF-80, SF-82, SF-84, SF-86, SF-142, SF-194, SF-190, SF-155, SF-151, SF-149, SF-192, SF-182, SF-188, SF-161, SF-163 y SF-172.

Género *Neoconorbina* Hofker, 1951

Neoconorbina terquemii (Rzehak)

(Lám. 5, figs. 14a-c)

Rosalina orbicularis Terquem, 1876 (no *R. orbicularis* d'Orbigny, 1850). Anim. sur la Plage de Dunkerke, p. 75, lám. 9, figs. 4a, b.

Discorbina terquemii Rzehak, 1888. Austria Geol. Reichs. Verh., p. 228.

Especie encontrada muerta, en una localidad. Es la primera vez que se menciona para materiales mexicanos.

Localidad: SF-194.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2339-Mi.

Género *Rosalina* d'Orbigny, 1826

Rosalina cf. *R. concinna* (H. B. Brady)

(Lám. 6, figs. 1a-c)

Discorbina concinna H. B. Brady, 1884. Rept. Sci. Results Voy. H. M. S. Challenger, v. 9, p. 646, lám. 20, figs. 7-8.

Especie escasa en el área, de la que no se encontraron ejemplares vivientes. Se identificó sólo en 3 estaciones, 2 de ellas en la laguna y otra en la Boca de Paso Real. Es la primera vez que se registra para materiales mexicanos, aunque fueron hallados ejemplares similares en la "Playa Washington" (Segura, 1963).

Localidades: SF-86, SF-140 y SF-194.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2360-Mi.

Rosalina floridana (Cushman)

(Lám. 6, figs. 2a-c; 3a-c)

Discorbis floridana Cushman, 1922. Carnegie Inst. Washington, v. 17, Publ. 311, p. 39, lám. 5, figs. 11, 12.

Especie muy ampliamente distribuida en toda la laguna, aunque sin llegar a ser significativa estadísticamente (Fig. 45). Fue identificada viviente en varias estaciones que se indican en cursivos en la lista de localidades y se marcan con un doble círculo en el mapa. También ha sido encontrada en la "Playa Washington" (Segura, 1963) y sedimentos del Mioceno de las Cuencas de Veracruz y Salina del Istmo, por Castillo Tejero (1955) y el autor.

Localidades: SF-14, SF-3, SF-5, SF-10, SF-52, SF-31, *SF-57*, SF-34, SF-36, SF-40, SF-49, SF-51, SF-98, SF-102, SF-104, SF-87, *SF-91*, SF-93, SF-95, SF-65, SF-63, *SF-68*, SF-121, *SF-123*, *SF-125*, SF-74, SF-76, *SF-82*, SF-78, *SF-84*, *SF-86*, *SF-194*, *SF-190*, SF-140, *SF-155*, SF-153, SF-151, SF-192, SF-185, SF-186, SF-188, *SF-161*.

Hipotipos: Depositados en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con los números IGM-2363-Mi (Lám. 6, figs. 2a-c) e IGM-2362-Mi (Lám. 6, figs. 3a-c).

Rosalina sp.

Se hallaron algunos ejemplares pertenecientes al género, no identificados específicamente, posiblemente individuos juveniles.

Localidades: SF-104, SF-80, SF-84, SF-140, SF-142, SF-147, SF-194, SF-190, SF-149, SF-192, SF-185, SF-186, SF-168, SF-161.

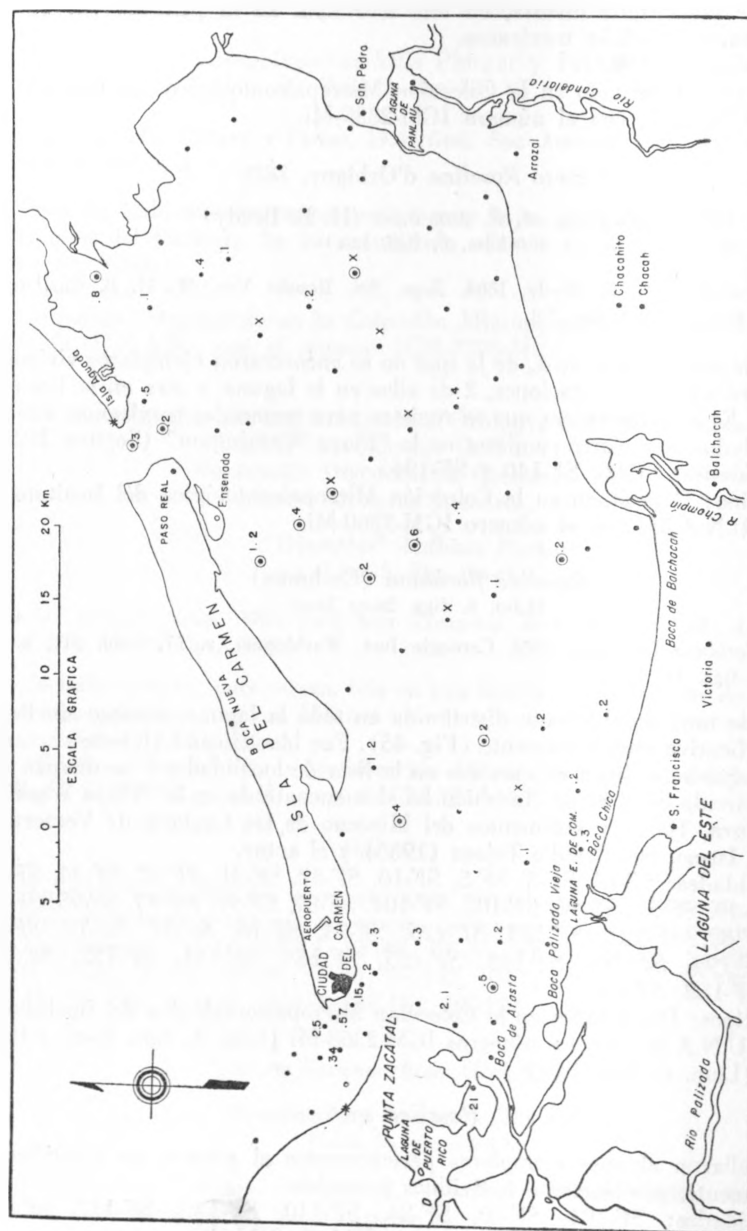


Fig. 45. Distribución de los porcentajes totales de *Rosalina floridana* (Cushman). En las estaciones marcadas con $\odot$ se identificaron ejemplares vivos.

Rosalina suezensis (Said)
(Lám. 6, figs. 4a, c)

Discorbis suzensis Said, 1949. Cushman Lab. Foram. Res. Spec. Publ., n. 26, p. 36, lám. 3, figs. 3, 4.

Especie muy escasa, sólo encontrada muerta en 3 localidades, sin significado estadístico. Se ha identificado también en la Bahía de Campeche (Creager, 1958)

Localidades: SF-146, SF-147 y SF-186.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2364-Mi.

Subfamilia BAGGININAE Cushman, 1926
Género *Valvulineria* Cushman, 1926

Valvulineria sp.

En tres estaciones se encontraron ejemplares muy pequeños de este género, no determinados específicamente.

Localidades: SF-8 y SF-146.

Familia EPISTOMARIIDAE Hofker, 1954
Género *Eponidella* Cushman y Hedberg, 1935

Eponidella gardenislandensis Akers
(Lám. 6, figs. 5a-c; 6a-c)

Eponidella gardenislandensis Akers, 1952. Jour. Paleont., v. 26, n. 4, p. 648, fig. texto 2.

Especie descrita originalmente para Garden Island, Louisiana, donde se encuentra generalmente en bahías salobres. Es poco persistente en el área estudiada (Fig. 46), donde no se halló viviente. Es la primera vez que se menciona para México.

Localidades: SF-23, SF-6, SF-8, SF-29, SF-55, SF-56, SF-42, SF-40, SF-34, SF-49, SF-194, SF-190, SF-160, SF-158.

Hipótipos: Depositados en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con los números IGM-2332-Mi (Lám. 6, figs. 6a-c) e IGM-2333-Mi (Lám. 6, figs. 5a-c).

Género *Palmerinella* Bermúdez, 1934

Palmerinella palmerae Bermúdez
(Lám. 6, figs. 7a-c)

Palmerinella palmerae Bermúdez, 1934. Mem. Soc. Cubana Hist. Nat., v. 8, n. 2, p. 84, figs. texto 1-3.

Especie descrita originalmente para sedimentos recientes de Cuba, que en términos generales se encuentra en pantanos de mareas y lagunas litorales. En

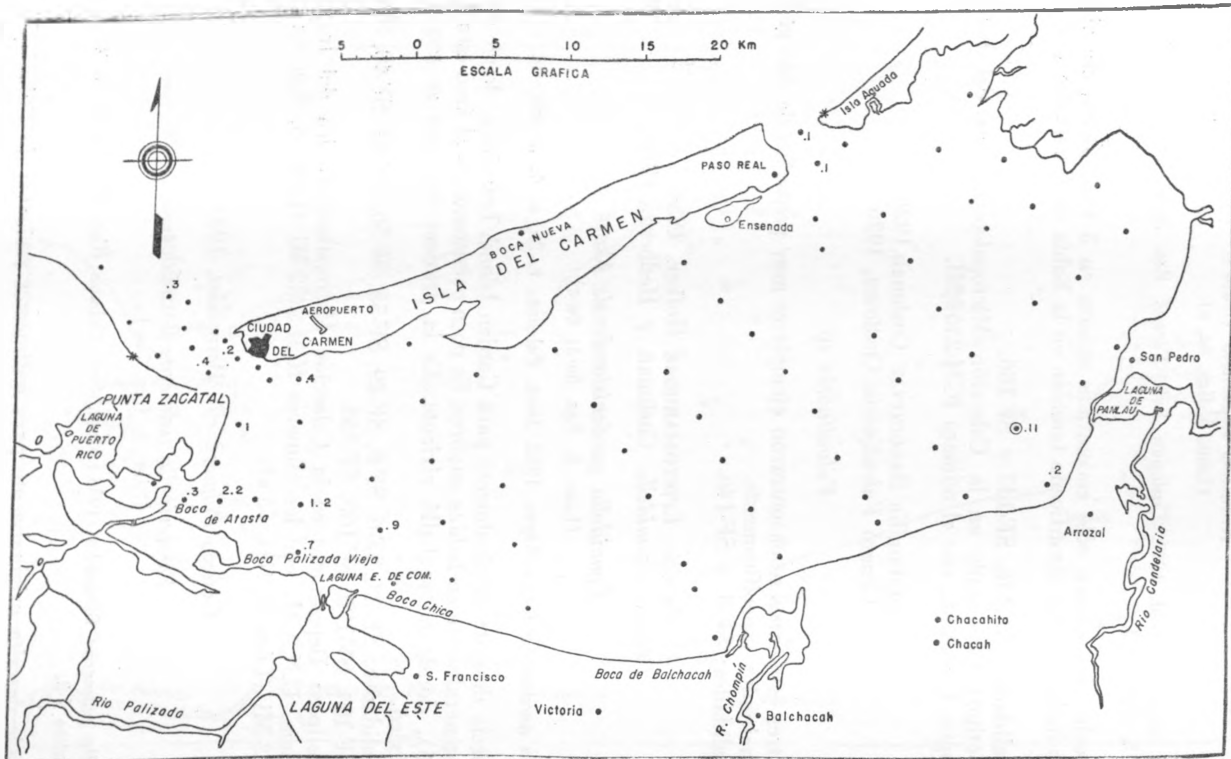


Fig. 46. Distribución de los porcentajes totales de *Eponidella gardenislandensis* Akers. En la estación marcada $\odot$ se encontraron ejemplares vivos.

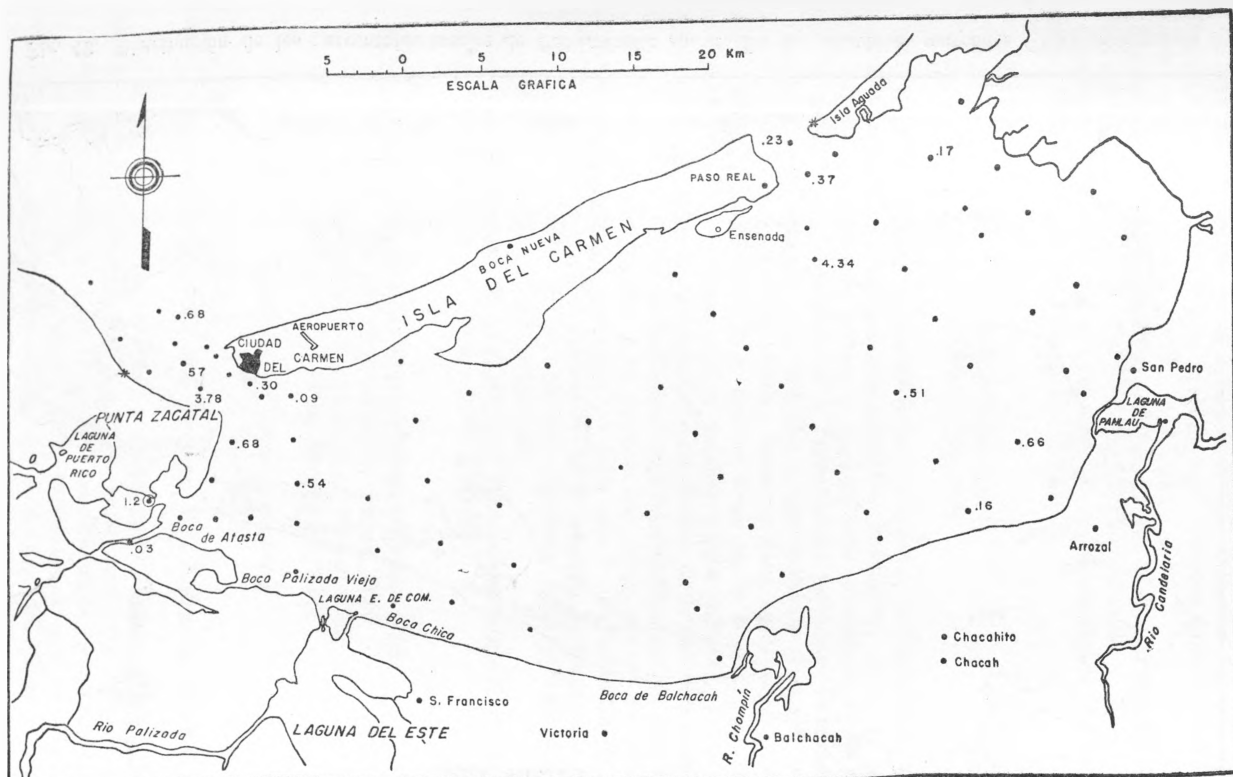


Fig. 47. Distribución de los porcentajes totales de *Palmerinella palmerae* Bermúdez. En las estaciones marcadas $\odot$ se encontraron ejemplares vivos.

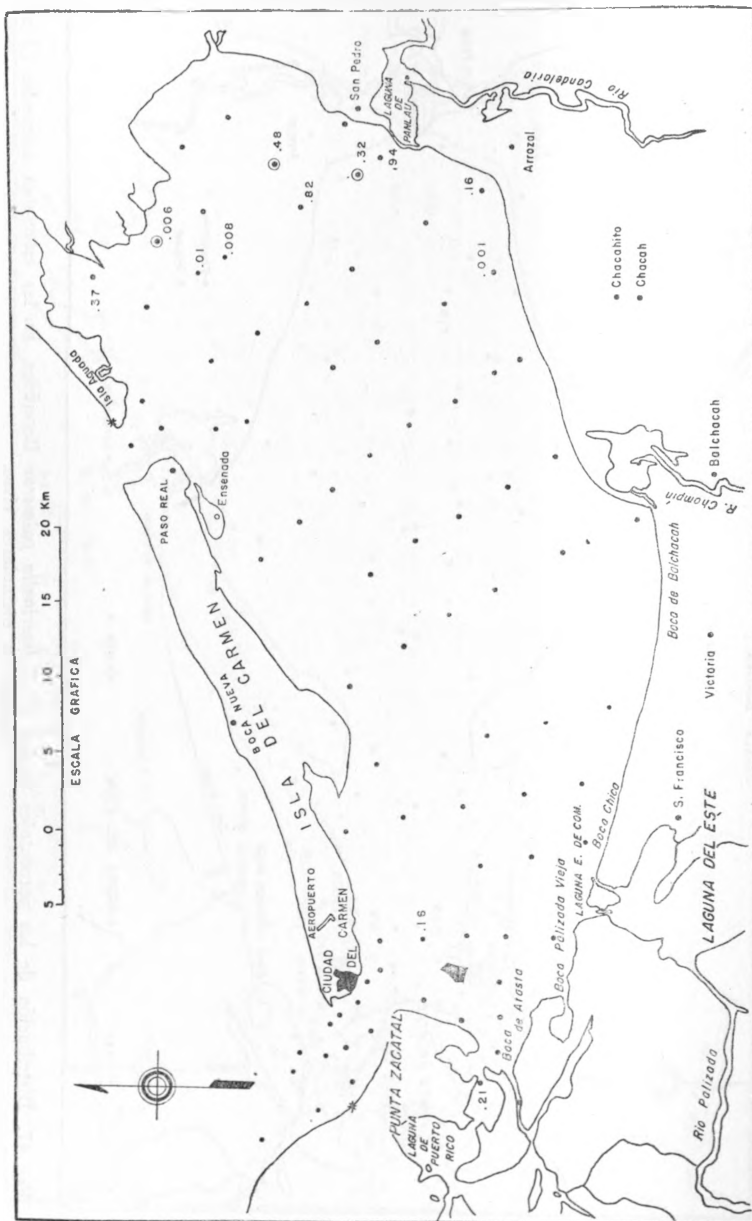


Fig. 48. Distribución de los porcentajes totales de *Palmerinella* sp. A. En las estaciones marcadas $\odot$ se encontraron ejemplares vivos.

la Laguna de Términos se identificó en relativamente pocas localidades (Fig. 47). Se encontró viviendo en la estación SF-52. También ha sido hallada en sedimentos litorales de la "Playa Washington" (Segura, 1963) y del Mioceno de Tabasco, por E. Sansores (1962) y el autor.

Localidades: SF-24, SF-3, SF-8, SF-53, SF-10, *SF-52*, SF-29, SF-38, SF-34, SF-135, SF-140, SF-146, SF-194, SF-190, SF-158, SF-188.

Hipótesis: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2343-Mi.

Palmerinella sp. A

(Lám. 7, figs. 1a-c)

En varias localidades se identificaron ejemplares pertenecientes al género, con gran semejanza a *Palmerinella palmerae* Bermúdez, pero los individuos poseen la testa notoriamente gruesa y robusta, con ornamentaciones más marcadas. Es posible que correspondan a *Palmerinella palmerae* Bermúdez y que los caracteres mencionados sean debidos a determinados factores ecológicos; para definir si se trata de una misma forma o bien de especies diferentes se requiere mayor información de la que se tiene en la actualidad, por lo que provisionalmente se le designa con el nombre arriba anotado. Se encontró en varias localidades, casi en su totalidad procedentes de la porción oriental de la laguna (Fig. 48), en donde se halló viva en 3 localidades, que se indican en cursivo en la lista de localidades y se marcan con doble círculo en el mapa. La distribución de esta forma contrasta un poco con la de *Palmerinella palmerae* Bermúdez que parece ser más persistente en la porción occidental de la laguna.

Localidades: SF-52, SF-36, SF-135, SF-160, SF-179, *SF-180*, SF-182, SF-185, SF-186, SF-161, *SF-163* y *SF-168*.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, U.N.A.M., con el número IGM-2345-Mi.

Superfamilia SPIRILLINOIDEA Reuss, 1862

Familia SPIRILLINIDAE Reuss, 1862

Subfamilia SPIRILLININAE Reuss, 1862

Género *Spirillina* Ehrenberg, 1841

Spirillina vivipara Ehrenberg

(Lám. 7, figs. 2, 3)

Spirillina vivipara Ehrenberg, 1841. Abh. K. Akad. Wiss. Berlin, p. 422, lám. 4, fig. 41.

Es una especie marina, que se ha mencionado para profundidades entre 0 y 366 m (Phleger y Parker, 1951, p. 25). Únicamente fue encontrada muerta en 2 localidades de la Boca de Paso Real, posiblemente introducida por la corriente que penetra por esa boca. Es la primera vez que se menciona para México, donde también ha sido hallada en sedimentos del Mioceno de la Cuenca de Veracruz y Salina del Istmo.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE GEOLOGIA

DIRECTOR: ING. GUILLERMO P. SALAS

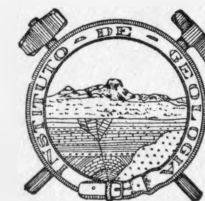
BOLETIN NUMERO 67, PARTE 4

SISTEMATICA Y DISTRIBUCION DE LOS MICROMOLUSCOS
RECIENTES DE LA LAGUNA DE TERMINOS,
CAMPECHE, MEXICO.

TRABAJO REALIZADO CON LA APORTACION ECONOMICA
NSF-19105 DE LA NATIONAL SCIENCE FOUNDATION
DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.

POR

ANTONIO GARCIA-CUBAS Jr.



MEXICO, D. F.

1963

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

RECTOR:

Dr. Ignacio Chávez

SECRETARIO GENERAL:

Dr. Roberto L. Mantilla Molina

COORDINADOR DE LA
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA:

Dr. Ignacio González Guzmán

INSTITUTO DE GEOLOGIA

Ciudad Universitaria

México 20, D. F.

DIRECTOR:

Ing. Guillermo P. Salas

SECRETARIA:

Ma. Guadalupe Sáenz A.

NÚMERO EDITADO POR:

Agustín Ayala-Castañares

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE GEOLOGIA

DIRECTOR: ING. GUILLERMO P. SALAS

BOLETIN NUMERO 67, PARTE 4

SISTEMATICA Y DISTRIBUCION DE LOS MICROMOLUSCOS
RECIENTES DE LA LAGUNA DE TERMINOS,
CAMPECHE, MEXICO.

TRABAJO REALIZADO CON LA APORTACION ECONOMICA
NSF-19105 DE LA NATIONAL SCIENCE FOUNDATION
DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.

POR

ANTONIO GARCIA-CUBAS Jr.



MEXICO, D. F.
1963

INDICE GENERAL DEL
BOLETIN NUMERO 67

- PARTE 1.—Batimetría, salinidad, temperatura y distribución de los sedimentos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Por Amado Yáñez C.*, 47 p., 17 figs.
- PARTE 2.—Sistemática y distribución de los géneros de diatomeas de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Por Angel Silva-Bárcenas*, 31 p., 12 figs.
- PARTE 3.—Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Por Agustín Ayala-Castañares*, 130 p., 60 figs., 11 láms.
- PARTE 4.—Sistemática y distribución de los micromoluscos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Por Antonio García-Cubas Jr.*, 55 p., 24 figs., 4 láms.

CONTENIDO

	Pág.
PROLOGO	IX
RESUMEN	1
INTRODUCCION	1
MATERIAL Y METODOS	5
LOCALIDADES ESTUDIADAS	5
DATOS ECOLOGICOS	5
Batimetría	7
Temperatura	7
Salinidad	9
Tipo de sedimentos del fondo	9
Porcentaje de carbonato de calcio en los sedimentos	13
Turbidez de las aguas y vegetación sumergida	13
Distribución de los manglares	15
DISTRIBUCION DE LOS MICROMOLUSCOS	15
Poblaciones totales	15
Poblaciones de pelecípodos	15
Poblaciones de gasterópodos	19
SISTEMATICA	21
CONCLUSIONES	49
BIBLIOGRAFIA	50
ILUSTRACIONES	52
Fig. 1. Mapa de localización de las estaciones estudiadas	4
Fig. 2. Mapa que muestra la batimetría de la laguna en brazas	6
Fig. 3. Mapa que muestra la distribución de la temperatura superficial del agua	8
Fig. 4. Mapa de distribución de la salinidad en partes por mil	10
Fig. 5. Mapa de distribución de los tipos de fondo	11
Fig. 6. Mapa que muestra la distribución del porcentaje de carbonato de calcio en el sedimento	12
Fig. 7. Mapa que muestra la distribución generalizada de la turbidez de las aguas, vegetación sumergida	14
Fig. 8. Mapa de la distribución de los manglares	16
Fig. 9. Cuadro de concentración del número de ejemplares por muestra y poblaciones totales (Desplegable) s/f	
Fig. 10. Cuadro de concentración del número y porcentaje de ejemplares, dentro de las poblaciones de pelecípodos y gasterópodos (Desplegable) s/f	
Fig. 11. Cuadro de concentración del porcentaje total y parcial de las especies (Desplegable) s/f	
Fig. 12. Distribución de las poblaciones totales en número de ejemplares	17
Fig. 13. Distribución de las poblaciones totales de pelecípodos y sus porcentajes	18
Fig. 14. Distribución de las poblaciones totales de gasterópodos y sus porcentajes	20
Fig. 15. Distribución de los porcentajes totales y parciales de <i>Nuculana acuta</i> (Conrad)	22
Fig. 16. Distribución de los porcentajes totales y parciales de <i>Anadara</i> (<i>Scapharca</i>) <i>transversa</i> (Say)	24
Fig. 17. Distribución de los porcentajes totales y parciales de <i>Chione</i> (<i>Chione</i>) <i>cancellata</i> (Linnaeus)	27

Fig. 18.	Distribución de los porcentajes totales y parciales de <i>Mulinia lateralis</i> (Say)	29
Fig. 19.	Distribución de los porcentajes totales y parciales de <i>Corbula contracta</i> Say	31
Fig. 20.	Distribución de los porcentajes totales y parciales de <i>Balcis conoidea</i> (Kurtz y Stimpson)	33
Fig. 21.	Distribución de los porcentajes totales y parciales de <i>Rissoina chesneli</i> (Michaud)	36
Fig. 22.	Distribución de los porcentajes totales y parciales de <i>Caecum pulchellum</i> Stimpson	38
Fig. 23.	Distribución de los porcentajes totales y parciales de <i>Bittium varium</i> (Pfeiffer)	40
Fig. 24.	Mapa que muestra la distribución de los porcentajes totales y parciales de <i>Turbonilla abrupta</i> Bush	46
Láminas 1-4	 siguen a la bibliografía	

PROLOGO

Durante la vigésima sesión del Congreso Geológico Internacional, celebrada en la ciudad de México, en 1956, el suscrito fue invitado, en su calidad de Director del Instituto de Geología, a visitar un barco, propiedad de la Institución Scripps de Oceanografía, de la Universidad de California, que atracó en el puerto de Acapulco.

En esa visita estableció relaciones con varios científicos, cambiando impresiones con ellos, de donde le surgió un profundo interés por la Oceanografía y Geología Marina. Dicho interés se acrecentó con la lectura de publicaciones sobre estudios de esas especialidades, percatándose de la inminente necesidad de iniciar investigaciones en esas disciplinas, de primordial importancia para el desarrollo científico-técnico del país, abriéndose para la Dirección del Instituto nuevos horizontes de investigación científica original, que vinieron a llenar el hueco creado por la falta de estudios sedimentológicos, geoquímicos y oceanográficos dentro del Instituto.

En el mes de julio de 1958, el suscrito tuvo oportunidad de visitar la Institución Scripps de Oceanografía, invitado para hablar ante un grupo de sus investigadores, sobre los recursos naturales no renovables de México.

Con estos antecedentes y consciente de la necesidad de preparar debidamente a su personal en Oceanografía y Geología Marina, el Instituto de Geología celebró un convenio de asistencia mutua y cooperación, con el Dr. Roger Revelle, en esa época Director de la Institución Scripps. Mediante ese convenio fue posible que algunos de los científicos del Instituto visitaran la citada Institución, permaneciendo durante algún tiempo en íntimo contacto con sus investigadores, aprendiendo los métodos de trabajo más avanzados en esas ciencias. Con el mismo fin, se envió personal a cruceros oceanográficos y exploraciones en los litorales mexicanos o en el extranjero.

Se hicieron convenios similares con el Instituto de Ciencias Marinas de la Universidad de Texas y con el Colegio de Agricultura y Mecánica de Texas, para efectuar estudios oceanográficos en el Golfo de México. En ellos participó el Dr. F. Bonet, representando al Instituto de Geología. Los resultados de los estudios han sido publicados en parte por revistas extranjeras y en un futuro próximo se publicarán en esta serie el estudio del Dr. F. Bonet sobre un pozo perforado por el Instituto de Geología en la Isla Pérez del Arrecife Alacranes y el estudio de la Sistemática y distribución de los foraminíferos del mismo arrecife, por el Biól. A. Ayala-Castañares, en colaboración con la Biól. C. González.

El primer proyecto autónomo del Instituto de Geología, iniciado en el año de 1959, lo constituye el estudio geológico marino y terrestre de la Laguna de Términos en el Estado de Campeche. El trabajo de campo lo realizó el Ing.

A. Yáñez, bajo la supervisión de los doctores F. B. Phleger y J. R. Curray de la Institución Scripps, empleando en su mayoría equipo prestado por ellos.

De esa manera se colectaron los primeros datos y muestras para estudio, procediéndose a establecer el Departamento de Sedimentología, para cuya organización se contó con la ayuda decisiva del Dr. F. B. Phleger de la Institución Scripps y del Dr. F. Bonet del Instituto de Geología. Quedó a cargo de dicho Departamento el Ing. A. Yáñez, quien estudió la batimetría, salinidad, temperatura y distribución de la fracción inorgánica de los sedimentos.

La fracción orgánica de los sedimentos fue estudiada en el Departamento de Micropaleontología, donde realizaron trabajos sobre distribución de las diatomeas, foraminíferos y micromoluscos, todos ellos con fines sedimentológicos y ecológicos.

El objeto inmediato del proyecto fue hacer una descripción adecuada de la laguna, tratando de conocer la dinámica de los procesos sedimentarios que se realizan en el área, para definir su origen y evolución. El objeto mediano, especialmente interesante, es sumar los resultados de estas investigaciones con los de trabajos similares hechos por investigadores extranjeros, dentro o fuera del país, para determinar el modo en que los sedimentos reflejan las condiciones ambientales y posteriormente, por comparación, interpretar convenientemente las condiciones de depósito de sedimentos fósiles, lo que permitirá elaborar mapas paleogeográficos correctos, de especial interés para la explotación petrolera.

Después de cuatro años de labores, gran parte de los cuales se dedicaron a preparar el personal especializado requerido, quedó terminada la primera parte del proyecto, que puede considerarse un reconocimiento de la laguna, tendiente al conocimiento general de su dinámica y ecología, para poder precisar problemas específicos por resolver, que permitan definir con certeza su origen y evolución. Todos los estudios de la Laguna de Términos estuvieron bajo la supervisión del Biól. A. Ayala-Castañares, del Departamento de Micropaleontología del Instituto de Geología, con la íntima colaboración del Dr. F. B. Phleger.

Esas investigaciones fueron posibles gracias a la ayuda de la Secretaría de Marina, Gerencia de Exploración de Petróleos Mexicanos e Instituto Tecnológico de Veracruz y la Aportación Económica NSF-19105, de la National Science Foundation de los Estados Unidos de América, para desarrollar investigaciones en las lagunas litorales del Golfo de México.

Por lo tanto, este Boletín, que consta de cuatro trabajos publicados separadamente como partes 1 a 4, es especialmente significativo para el Instituto de Geología, pues marca el comienzo de una serie de publicaciones sobre Oceanografía y Geología Marina, estudiando los casi inexplorados litorales mexicanos, su plataforma continental y las formaciones que se han desarrollado sobre ella, como son los arrecifes y cayos cercanos o distantes de sus costas.

La información aportada en los cuatro trabajos citados resulta insuficiente para satisfacer los objetivos del proyecto, por lo que debe necesariamente complementarse con estudios detallados que permitan conocer las variaciones de los distintos factores ecológicos durante las distintas estaciones del año, para

correlacionarlos con la productividad relativa de microorganismos formadores del sedimento y de ese modo conocer la variabilidad relativa en productividad orgánica y velocidad relativa de depósito en el área. También es preciso estudiar detalladamente, tanto en la superficie como en el subsuelo, la Isla del Carmen, además de muestrear convenientemente el litoral y la plataforma continental frente a la laguna. Algunos de esos trabajos ya se iniciaron y se continuarán por varios años.

Este trabajo titulado "Sistemática y distribución de los micromoluscos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México", por el Biól. A. García-Cubas Jr., constituye la parte 4 del Boletín, que se complementa con los trabajos siguientes: "Batimetría, salinidad, temperatura y sedimentos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México", por el Ing. A. Yáñez (parte 1); "Sistemática y distribución de los géneros de diatomeas de la Laguna de Términos, Campeche, México", por el Biól. A. Silva-Bárcenas (parte 2); y "Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México", por el Biól. A. Ayala-Castañares (parte 3).

El programa de investigaciones en las lagunas litorales se complementa con investigaciones en la Laguna Madre, en el Estado de Tamaulipas, en proceso de desarrollo y en la Laguna de Tamiahua, en el Estado de Veracruz, que se iniciará a principios de 1964, quedando de ese modo cubiertas las tres lagunas más grandes del litoral mexicano en el Golfo de México.

Es de esperarse que en el futuro, contando con mayores recursos económicos y experiencia, puedan realizarse proyectos más ambiciosos que el presente, tanto en las lagunas litorales como en mar abierto, cubriendo no sólo los aspectos geológicos, sino también los biológicos, mediante la colaboración con los centros especializados, para hacer más completo el estudio de las zonas escogidas.

Guillermo P. Salas.
Director.

*SISTEMATICA Y DISTRIBUCION DE LOS MICROMOLUSCOS
RECIENTES DE LA LAGUNA DE TERMINOS,
CAMPECHE, MEXICO.**

ANTONIO GARCÍA-CUBAS JR.**

RESUMEN

Se estudian 41 especies de micromoluscos, tanto pelecípodos como gasterópodos, procedentes de 93 muestras de núcleo de sedimentos recientes de la Laguna de Términos, Campeche. Los materiales se estudiaron cuantitativamente, tratando de definir las tendencias de distribución de las poblaciones y de las especies, correlacionándolas con los datos ecológicos disponibles de batimetría, temperatura, salinidad, tipo de sedimentos del fondo, porcentaje de carbonato de calcio en el sedimento y vegetación sumergida. El conjunto de micromoluscos es predominantemente marino, con mayor abundancia de gasterópodos sobre los pelecípodos. Las especies más comunes son *Bittium varium* (Pfeiffer), *Turbonilla abrupta* K. J. Bush y *Mulinia lateralis* (Say). Se considera que los factores ecológicos más significativos en la distribución de los micromoluscos son la salinidad, porcentaje de carbonato de calcio en el sedimento y vegetación sumergida de monocotiledóneas.

INTRODUCCION

Este trabajo forma parte del primer proyecto de Oceanografía y Geología Marina, llevado a cabo por el personal científico del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, como parte del programa de Investigaciones sedimentológicas de las lagunas litorales del Golfo de México.

En la investigación oceanográfica y sedimentológica de la Laguna de Términos, Campeche, se ha hecho especial hincapié en el estudio de los restos de origen orgánico del sedimento, especialmente foraminíferos, micromoluscos, diatomeas y ostrácodos, por el evidente significado que tienen como indicadores

* Trabajo presentado en el Primer Congreso Nacional de Oceanografía, Chilpancingo, Gro., marzo de 1963.

** Investigador Científico Auxiliar. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.

de los cambios ambientales, pues los reflejan de manera más notable que la fracción de origen inorgánico. Por otro lado, es posible que los micromoluscos, junto con los foraminíferos y ostrácodos, permitan realizar mejores interpretaciones paleoecológicas de varias cuencas sedimentarias de interés en la exploración petrolera de la República Mexicana.

Los materiales estudiados corresponden a las mismas muestras colectadas para el estudio de los foraminíferos, en los meses de marzo y abril de 1959, siguiendo en términos generales los procedimientos empleados por la Institución Scripps de Oceanografía en estudios de este tipo (véanse Yáñez, 1963 y Ayala-Castañares, 1963).

El primer paso consistió en el estudio sistemático de las especies, pero la principal finalidad de esta investigación es conocer las tendencias de distribución de las poblaciones y de las especies, considerando a los micromoluscos como partículas minerales del sedimento; sin embargo, es evidente que aquí se aporta información biológica significativa.

El estudio comprendió el análisis sistemático y cuantitativo de los micromoluscos existentes en 93 muestras, cada una con un volumen original de aproximadamente 10 cc de sedimento superficial húmedo. El trabajo de gabinete fue desarrollado en su totalidad en el Departamento de Micropaleontología del Instituto de Geología, habiéndose empleado aproximadamente 18 meses en su elaboración.

Se identificaron 41 especies de moluscos microscópicos, correspondiendo 28 a gasterópodos y 13 a pelecípodos. En la Sistemática se siguió el orden empleado por Keen (1958), con la diferencia que para los nombres de superfamilias se utilizó la terminación —*OIDEA* siguiendo la recomendación 29A del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (1961, p. 29).

Entre la información obtenida se encuentran datos cuantitativos absolutos, referentes al número de pelecípodos y gasterópodos por muestra, determinándose, además, el porcentaje total de uno y otro grupo dentro de las poblaciones, o bien los porcentajes parciales de pelecípodos y gasterópodos.

La identificación específica de los ejemplares presentó serios problemas fundamentalmente por la falta de trabajos referentes especialmente a micromoluscos. También el hecho de que muchos de los ejemplares corresponden a formas juveniles de especies macroscópicas dificultando la identificación.

Otro problema lo representa la falta de publicaciones similares para la comparación del comportamiento de las especies. Sólo se han publicado algunos trabajos semejantes aunque no restringidos exclusivamente a los micromoluscos. Entre esos estudios pueden citarse a Ladd (1951), de la Costa de Texas; Parker (1959), de la Costa Central de Texas y Laguna Madre; Parker

(1960), del Norte del Golfo de México; y Moore (1961), de los moluscos de aguas salobres marinas del Estado de Mississippi; pero esa información es bibliográficamente insuficiente para mayores interpretaciones.

Sin embargo, la mayor parte de esos obstáculos pudieron ser superados, por lo menos parcialmente. Se espera que la experiencia adquirida en este estudio sirva de base en los futuros trabajos de la Laguna de Términos, Laguna Madre, y Laguna de Tamiahua.

La correlación entre la distribución de los micromoluscos y los datos ecológicos de que se dispone, que son: batimetría, temperatura de la superficie del agua, salinidad total, porcentaje de carbonato de calcio en el sedimento y distribución generalizada de la vegetación sumergida, permite deducir tendencias muy significativas en la dinámica de la laguna. Sin embargo, los datos de salinidad y temperatura con que se cuenta, son insuficientes, debido a que sólo representan los meses marzo-abril de 1959 y mayo de 1963.

Todos los materiales con que se trabajó, incluyendo los hipotipos de las especies ilustradas, se encuentran depositados en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, indicándose en cada caso, el número de registro correspondiente.

El autor realizó este trabajo en su parte inicial, comisionado por el Instituto de Biología y lo terminó como Investigador Científico del Instituto de Geología, ambos pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México.

La investigación se realizó gracias a la Aportación Económica NSF-19105 de la National Science Foundation de los Estados Unidos de América, a quien el Instituto de Geología agradece su valiosa colaboración.

El autor agradece la ayuda de las siguientes personas, sin la cual no habría podido terminar este trabajo: G. P. Salas, director del Instituto de Geología, por su valioso estímulo; R. Llamas, director del Instituto de Biología, por haber comisionado al autor en el Departamento de Micropaleontología para la realización de la primera parte del estudio; A. Ayala-Castañares, jefe del Departamento de Micropaleontología, Instituto de Geología, por su decidido apoyo, orientación y revisión del manuscrito; R. H. Parker, del Museo de Zoología de la Universidad de Dinamarca, por su ayuda en la identificación taxonómica; M. A. Keen, de la Universidad de Stanford, por datos taxonómicos y bibliográficos fundamentales; R. Moore, Universidad de Miami, por ayuda en la resolución de ciertos problemas taxonómicos; e I. Ancona, del Instituto de Biología, por facilitar bibliografía especializada.

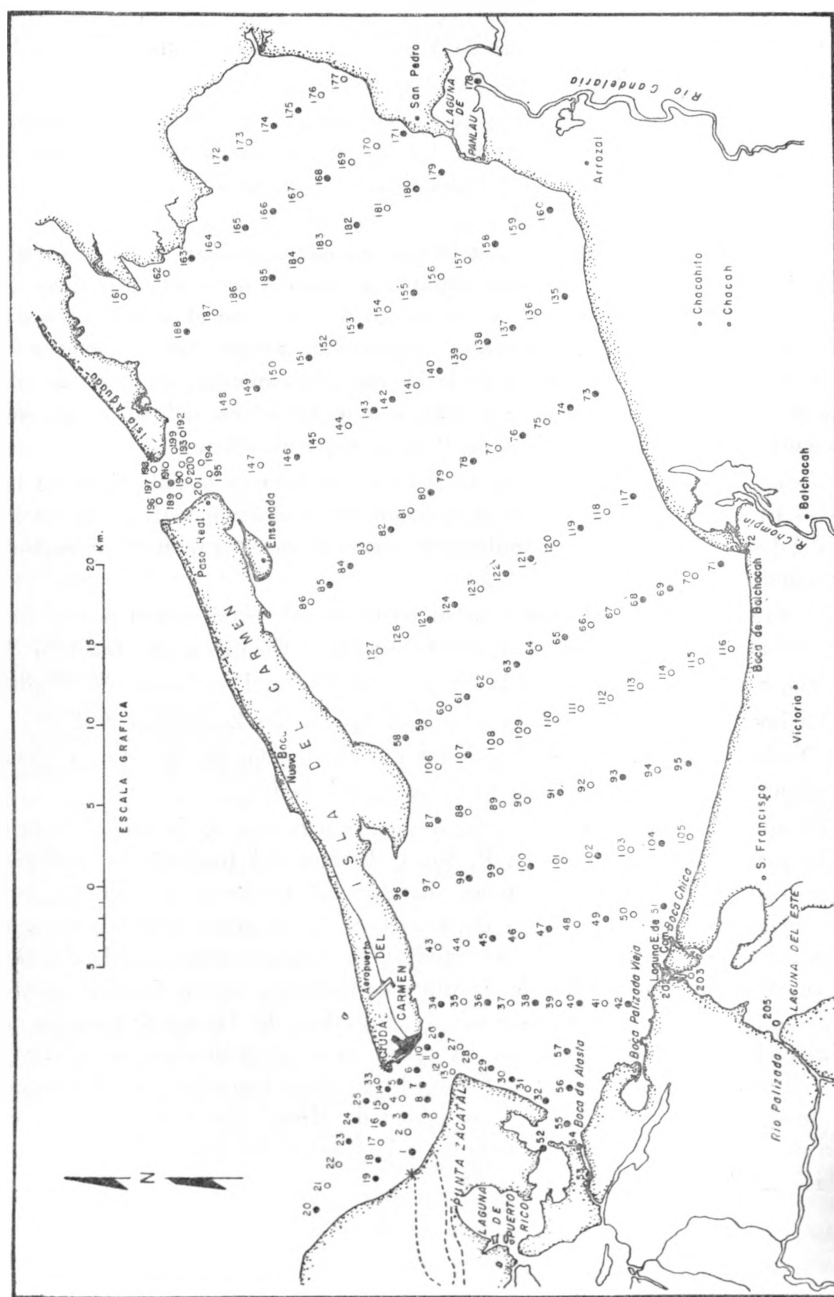


Fig. 1. Mapa que muestra la distribución de las estaciones de observación y muestreo. Las muestras estudiadas se marcan con círculos rellenos.

MATERIAL Y METODOS

El material estudiado fue colectado en los meses de marzo y abril de 1959, por A. Yáñez, Investigador del Instituto de Geología, quien siguió básicamente los métodos empleados por la Institución Scripps de Oceanografía de la Universidad de California. Cada muestra representa un núcleo con volumen aproximado de 10 cc de sedimento superficial húmedo, correspondiente a 10 cm² de superficie, por un centímetro de espesor, preservándose en formol al 5% neutralizado con borato de sodio. Para detalles sobre el método de muestreo seguido, véanse Yáñez (1963) y Ayala-Castañares (1963). Posteriormente todas las muestras fueron lavadas a través de un tamiz U. S. Standard No. 230, con abertura de malla de 0.062 mm. A continuación se procedió a la separación de los micromoluscos, su identificación y recuento estadístico de las poblaciones. Se obtuvieron datos de cantidades totales de ejemplares y sus porcentajes en relación con los gasterópodos y pelecípodos.

Teniendo en cuenta que en los sedimentos sólo se encontraron conchas vacías y que la gran mayoría de los bivalvos estaban desarticulados, se consideró, convencionalmente, a cada valva como una unidad y a las charnelas de pelecípodos y aberturas de gasterópodos como ejemplares indeterminados, en la imposibilidad de identificarlos, pero se tomaron en cuenta para el recuento de poblaciones. Con los resultados obtenidos del estudio cuantitativo de las muestras, se elaboraron mapas de distribución y cuadros de concentración de datos, que se incluyen más adelante y sirvieron para buscar un significado a la distribución de los diferentes componentes de la fauna de micromoluscos, correlacionándolos con los factores ecológicos conocidos.

LOCALIDADES ESTUDIADAS

De la red de 203 estaciones de observación y muestreo establecidas en 1959, se seleccionaron 93 muestras para su estudio, distribuidas en diferentes áreas de la laguna y condiciones ecológicas representativas. La figura 1 muestra la red de estaciones de observación y muestreo, rellenándose los círculos en las localidades estudiadas.

DATOS ECOLOGICOS

En cada estación se obtuvieron muestras y datos ecológicos correspondientes a salinidad total de la superficie y del fondo, en partes por mil, temperatura,

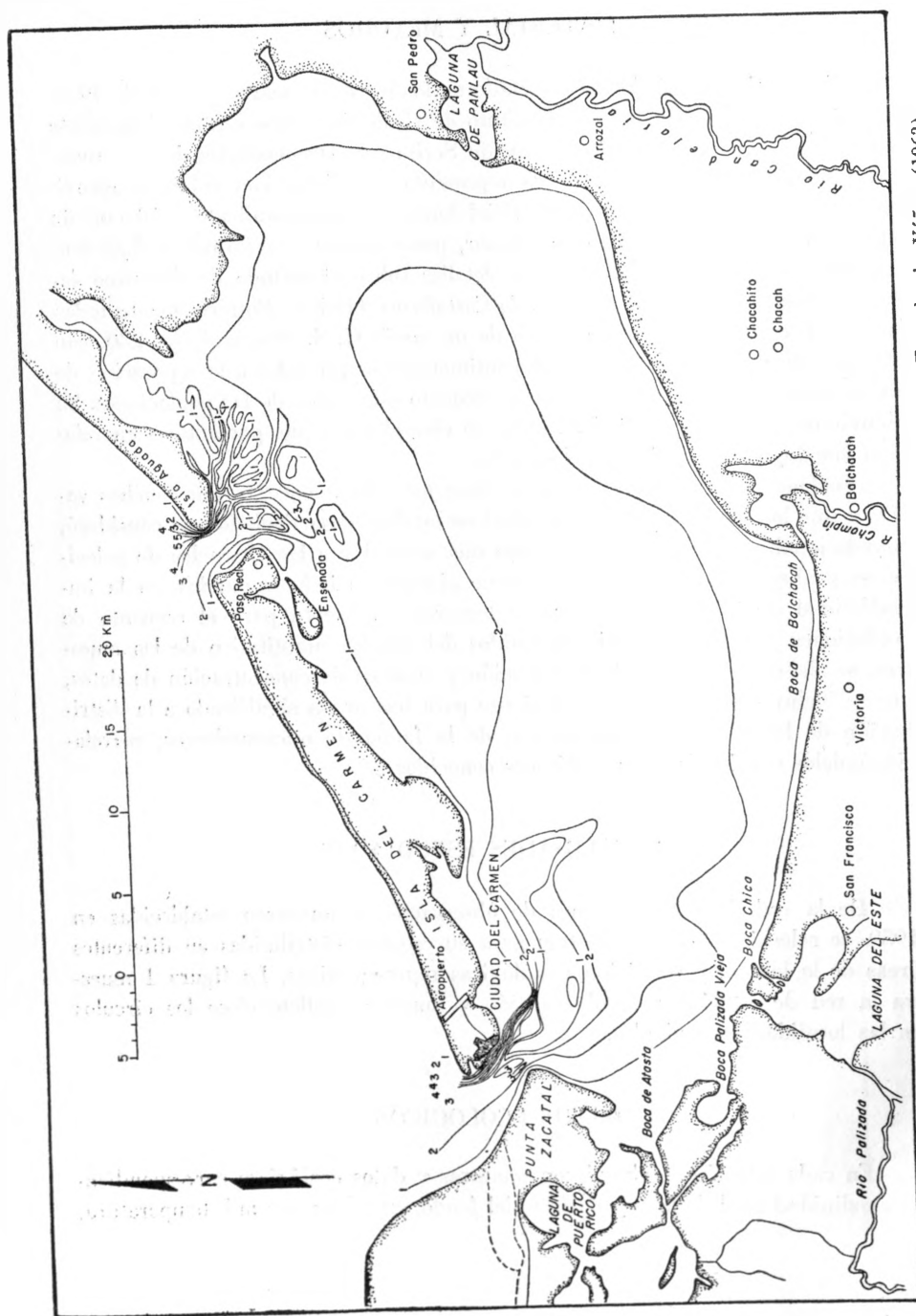


Fig. 2. Mapa que muestra la batimetría en brazas. Intervalo entre isóbatas: 1 brazas. Tomado de Yáñez (1963).

superficial del agua, profundidad y muestra de sedimento, haciendo varios recorridos con Ecosonda, con la finalidad de elaborar un mapa de la batimetría de la laguna. El Departamento de Sedimentología determinó el porcentaje de carbonato de calcio en el sedimento y realizó análisis granulométricos con el fin de conocer la litología del fondo en las diferentes estaciones. También se tienen datos de la turbidez de las aguas y vegetación sumergida, así como de la distribución de los manglares. Los datos arriba citados son tratados ampliamente en Yáñez (1963) y Ayala-Castañares (1963), por lo que aquí solamente se harán algunos comentarios de cada factor estudiado y su posible significado en la distribución de los micromoluscos.

BATIMETRÍA

La figura 2, tomada de Yáñez (1963), corresponde a un mapa con la topografía del fondo de la laguna, en el cual se dibujaron isóbatas con intervalos de una braza. De su análisis se deduce que la mayor parte de la laguna presenta profundidades entre una y dos brazas, salvo un canal en la Boca de Ciudad del Carmen y otro canal en la Boca de Paso Real; en esta última se forma un delta invertido, constituido por las aguas del Golfo de México que ahí penetran. Por lo tanto, este factor es aparentemente poco significativo desde el punto de vista ecológico, en lo que respecta a la distribución de las especies, salvo en los dos canales ya citados.

TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE DEL AGUA

Inicialmente se contó con los datos obtenidos en marzo-abril de 1959, medidos durante la temporada de campo en que se colectaron las muestras aquí estudiadas, pero resultan insuficientes para caracterizar las variaciones de temperatura a través del año. Para lograr un mejor entendimiento de la dinámica de la laguna, se están realizando estudios periódicos estacionales en 15 estaciones especialmente seleccionadas para ello en las que en mayo de 1963, se midió la temperatura. De los datos abtenidos en las dos temporadas, se elaboró la figura 3, tomada de Ayala-Castañares (1963), que muestra, con números redondos los datos correspondientes a marzo-abril de 1959 y con números cursivos los datos medidos en mayo de 1963. Analizando esa figura se puede notar que según la información de que se dispone, la variación de temperatura oscila entre 26 y 31° C y que regionalmente es difícil notar variaciones que permitan

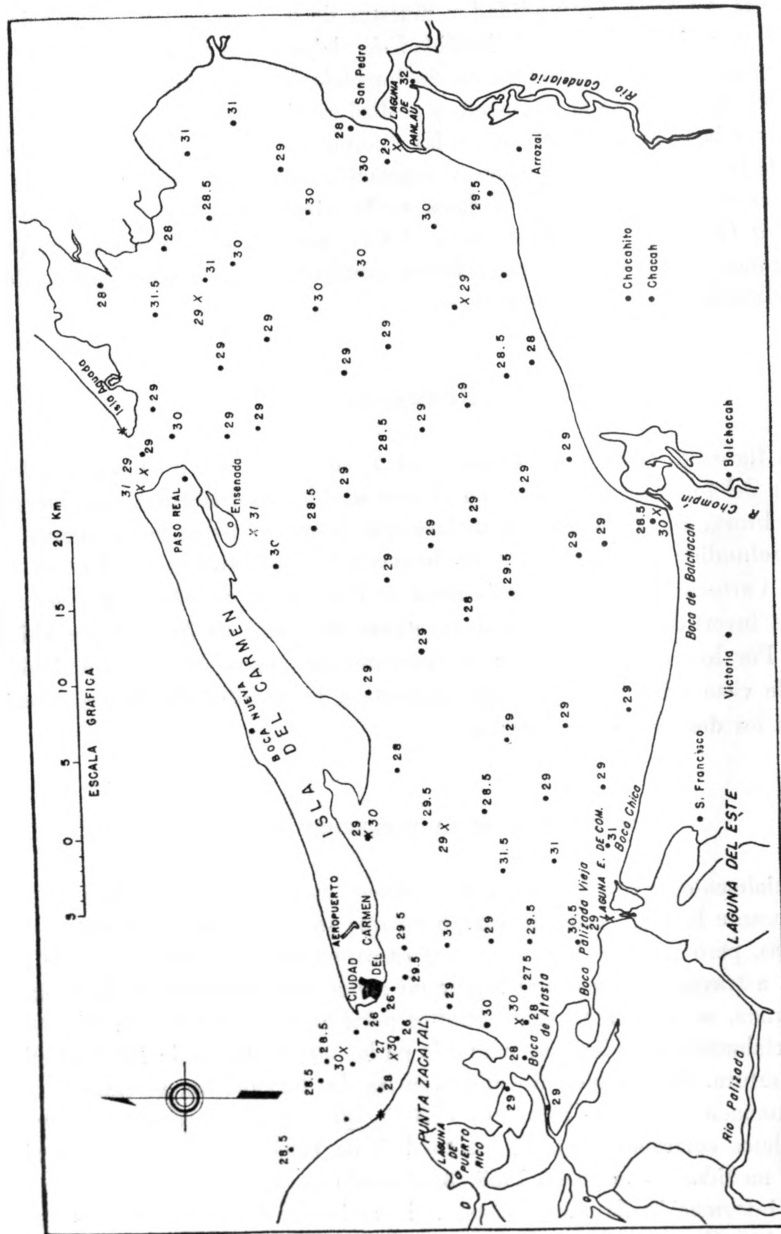


Fig. 3. Mapa de distribución de la temperatura superficial en grados centígrados. Marzo-abril de 1959 y mayo de 1963. • Números redondos: temperatura de marzo-abril, 1959. X Números cursivos: temperatura de mayo, 1963. Tomado de Ayala-Castañares (1963).

trazar isotermas, pues es muy probable que esas pequeñas variaciones se deban a los cambios en la temperatura ambiente, que condicionan la temperatura del agua en las lagunas litorales, por su poca profundidad (Emery y Stevenson, 1957, p. 684-685); por tanto, la laguna puede considerarse prácticamente isoterma en una misma época y el factor temperatura posiblemente no sea definitivo, en la distribución de las especies de micromoluscos en el sedimento, pero sí debe ser un factor condicionante de la productividad de ejemplares vivos en las diferentes épocas del año.

SALINIDAD

La salinidad es sumamente variable en este tipo de lagunas, dependiendo fundamentalmente del aporte de agua de los ríos, de modo que será notoriamente más alta en las épocas de secas y bajará sensiblemente en las temporadas de lluvias. Con los datos de salinidad del fondo obtenidos en marzo y abril de 1959 y del agua superficial en mayo de 1963, se elaboró la figura 4 (tomada de Ayala-Castañares, 1963) que muestra en números redondos las salinidades totales determinadas en marzo-abril de 1959 y con números cursivos las determinadas en mayo de 1963. Dicho mapa, considerando los datos de 1959, permite diferenciar una zona Pleiomesohalina, con salinidades entre 8 y 16‰, correspondientes a los esteros de las desembocaduras de los ríos y lagunas interiores; una zona Polihalina, con salinidades entre 16 y 30‰, comprendiendo la mayor parte de la laguna y una zona Ultrahalina con salinidades mayores de 30‰, fundamentalmente localizada en la Boca de Paso Real y sus proximidades, mostrando la evidente entrada de agua marina. Si se estudian los datos obtenidos en mayo de 1963, se nota que prácticamente toda la laguna es Ultrahalina, salvo los esteros que siguen siendo Pleiomesohalinos. Es decir, que en las épocas en que disminuye el aporte de agua de los ríos, como en el mes de mayo, toda la laguna puede considerarse prácticamente marina. Sin embargo, resultaría aventurado hacer tal afirmación de manera definitiva, pues falta por obtener aún mucha información referente a salinidades en diferentes épocas del año para un mejor entendimiento de este complejo mecanismo. La salinidad es indiscutiblemente uno de los factores ecológicos más importantes.

TIPO DE SEDIMENTOS DEL FONDO

Del estudio granulométrico hecho por Yáñez (1963), se tomó el mapa de la figura 5, que muestra la distribución granulométrica de los sedimentos, en la

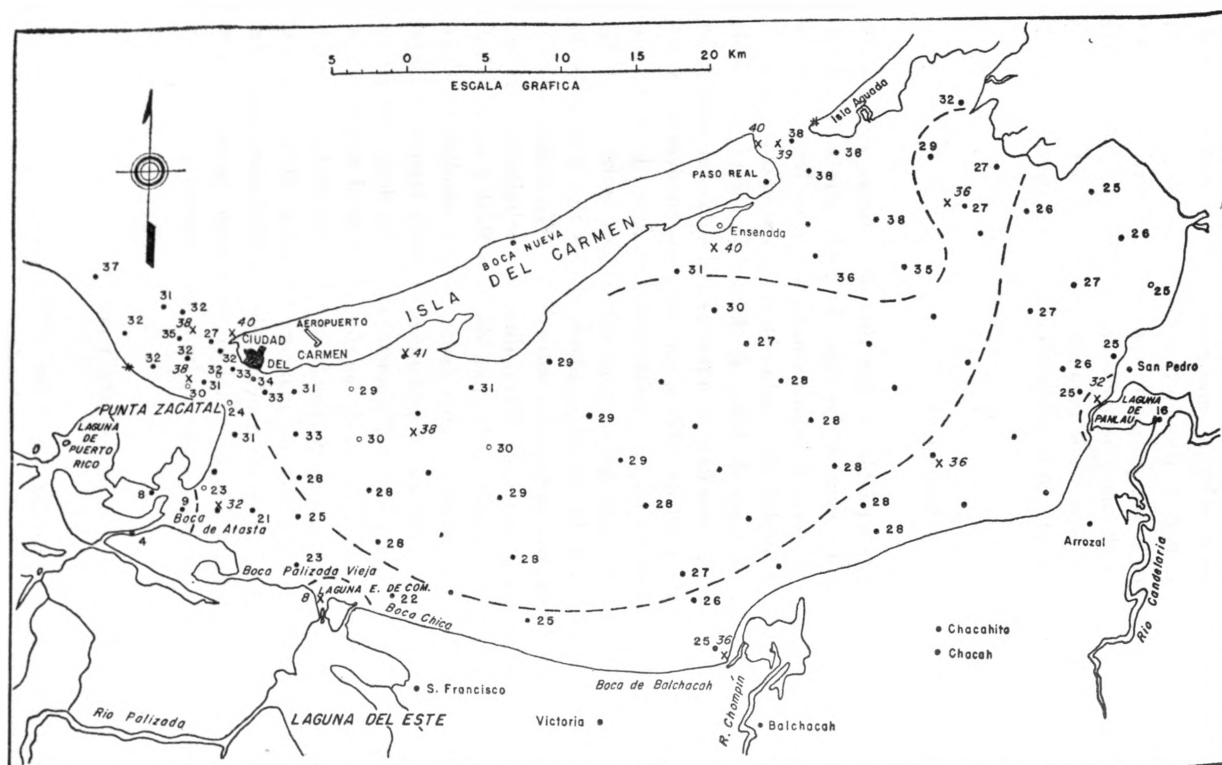


Fig. 4. Mapa que muestra la distribución de la salinidad del fondo en partes por mil, en marzo-abril de 1959 y mayo de 1963. Tomado de Ayala-Castañares (1963).

● Números redondos: marzo-abril, 1959. X Números cursivos: mayo, 1963.

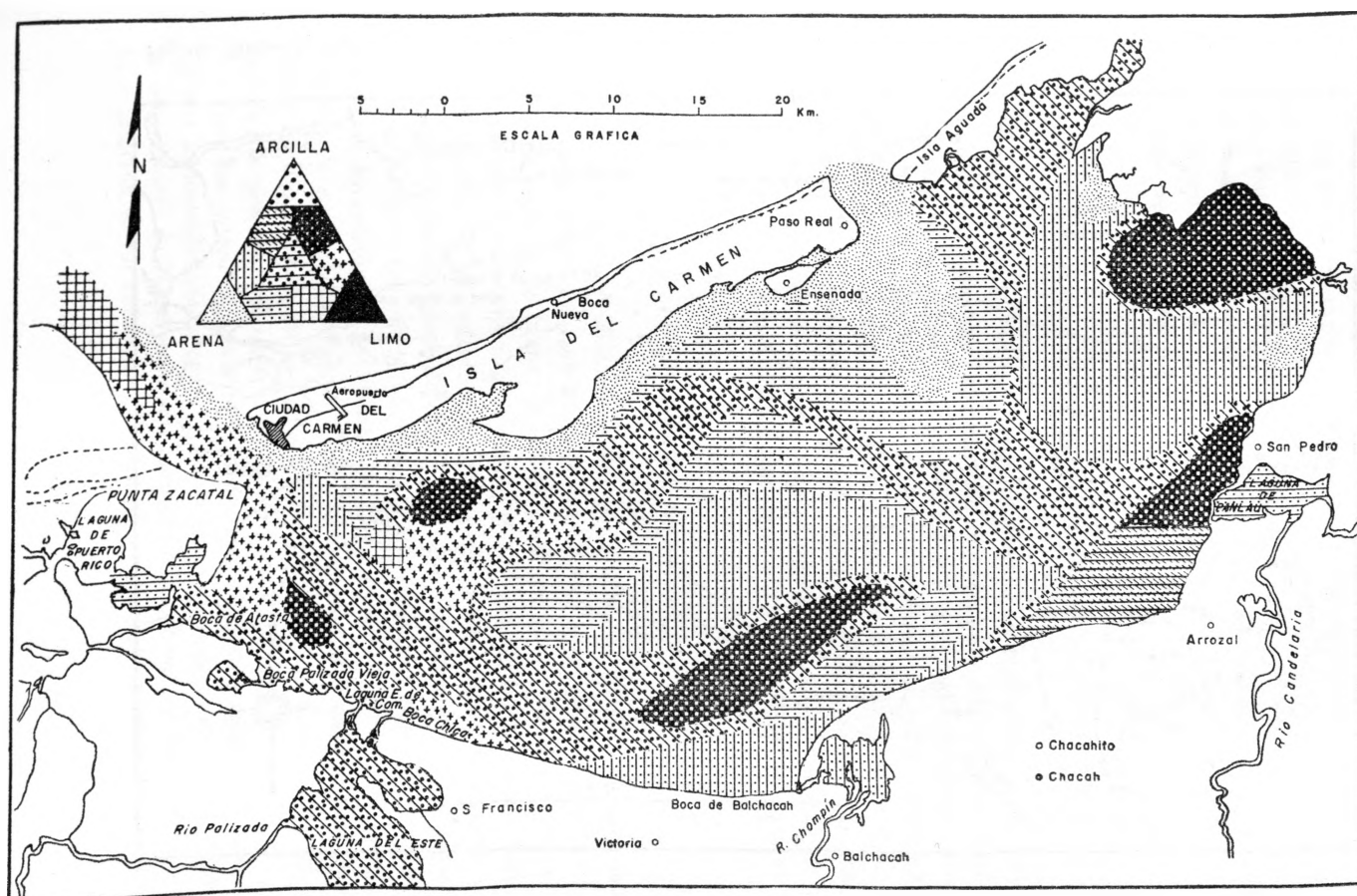


Fig. 5. Mapa de distribución granulométrica de los sedimentos, según el Triángulo de Shepard y Moore (1955). Tomado de Yáñez (1963)

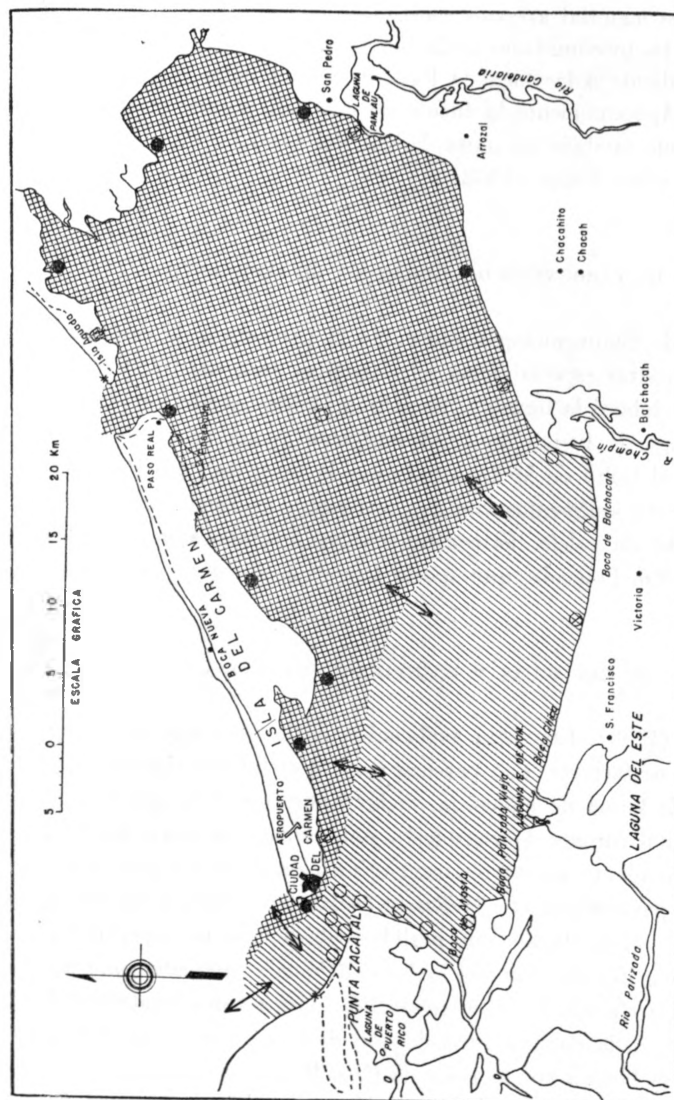


Fig. 7. Mapa que muestra la distribución generalizada de las áreas de turbidez y vegetación sumergida. Tomado de Ayala-Castañares (1963).

Agua turbia sin *Thalassia testudinum*, ni *Diplantera wrightii*.



Agua clara con *Thalassia testudinum* y *Diplantera wrightii*.



Estación de Zarur (1961) con *Thalassia testudinum* y *Diplantera wrightii*.



Estación de Zarur (1961) sin *Thalassia testudinum* ni *Diplantera wrightii*.



Estación de Zarur (1961) sin *Thalassia testudinum*, con *Diplantera wrightii*.



La figura 7 corresponde a un mapa tomado de Ayala-Castañares (1963), mostrando la distribución generalizada de esas zonas basado en los resultados de los muestreos llevados a cabo por Zarur (1961), reinterpretados y completados con observaciones hechas por él en mayo de 1963.

DISTRIBUCIÓN DE LOS MANGLARES

La Laguna de Términos se encuentra rodeada en gran parte por manglares que constituyen un ambiente sumamente especializado. La figura 8 tomada de Ayala-Castañares (1963), muestra su distribución generalizada en el área. Los manglares posiblemente controlan en gran parte las condiciones ecológicas y sedimentológicas de la laguna, por lo cual es importante realizar estudios ecológicos detallados de esas zonas y sobre todo tratar de definir su papel sedimentológico, la manera como controlan la distribución de los moluscos microscópicos y macroscópicos y su papel en la dinámica de la laguna.

DISTRIBUCION DE LOS MICROMOLUSCOS

A continuación se discuten las tendencias en la distribución de los micromoluscos de las muestras estudiadas, comprendiendo los datos generales de las poblaciones totales, poblaciones de pelecípodos y poblaciones de gasterópodos, en tanto que la información correspondiente a las distintas especies identificadas se discute en la parte Sistemática. Las figuras 9, 10 y 11 corresponden a los cuadros de concentración de los datos obtenidos.

POBLACIONES TOTALES

El número de micromoluscos encontrados oscila entre 0 y 563 ejemplares por estación. La figura 12 muestra la distribución de esas poblaciones en los materiales estudiados. Las cifras más altas corresponden en general a la porción central-oriental de la laguna, donde se hallan micromoluscos casi en todas las muestras.

POBLACIONES DE PELECÍPODOS

Como se indicó con anterioridad, convencionalmente se consideró como una unidad a cada valva de pelecípodos; por lo tanto, las poblaciones están

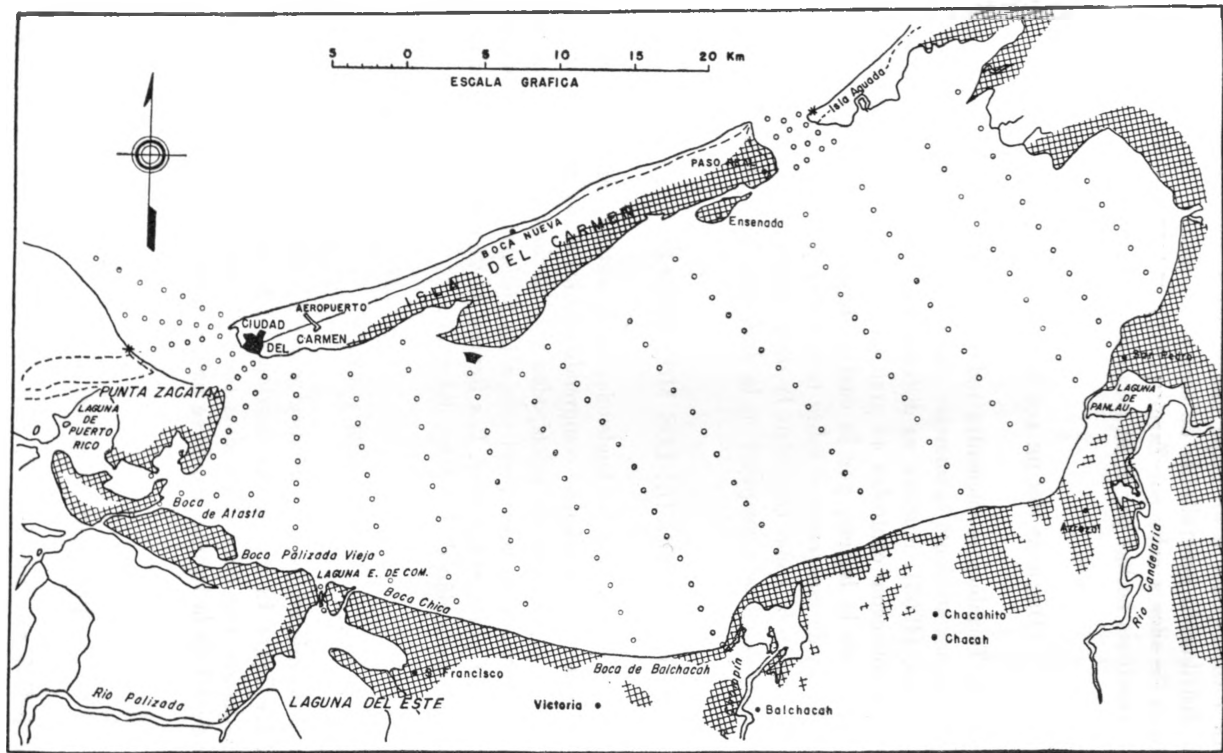
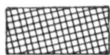


Fig. 8. Mapa de distribución de los manglares. Tomado de Ayala-Castañares (1963).



Zonas de manglares

82	84
120	200
21	27
99	173
4	11
4	2
1	1
1	3
7	7
9	2
73	138
10	
2	2
2	
17	
1	
6	21

Fig. 10. Cuadro de concentración del número y porcentaje de ejemplares de pelecíodos y gasterópodos.

Fig. 11. Cuadro de concentración del porcentaje total y parcial de pelecípodos y gasterópodos.

Fig. 11. Cuadro de concentración del porcentaje total y parcial de pelecípodos y gasterópodos.

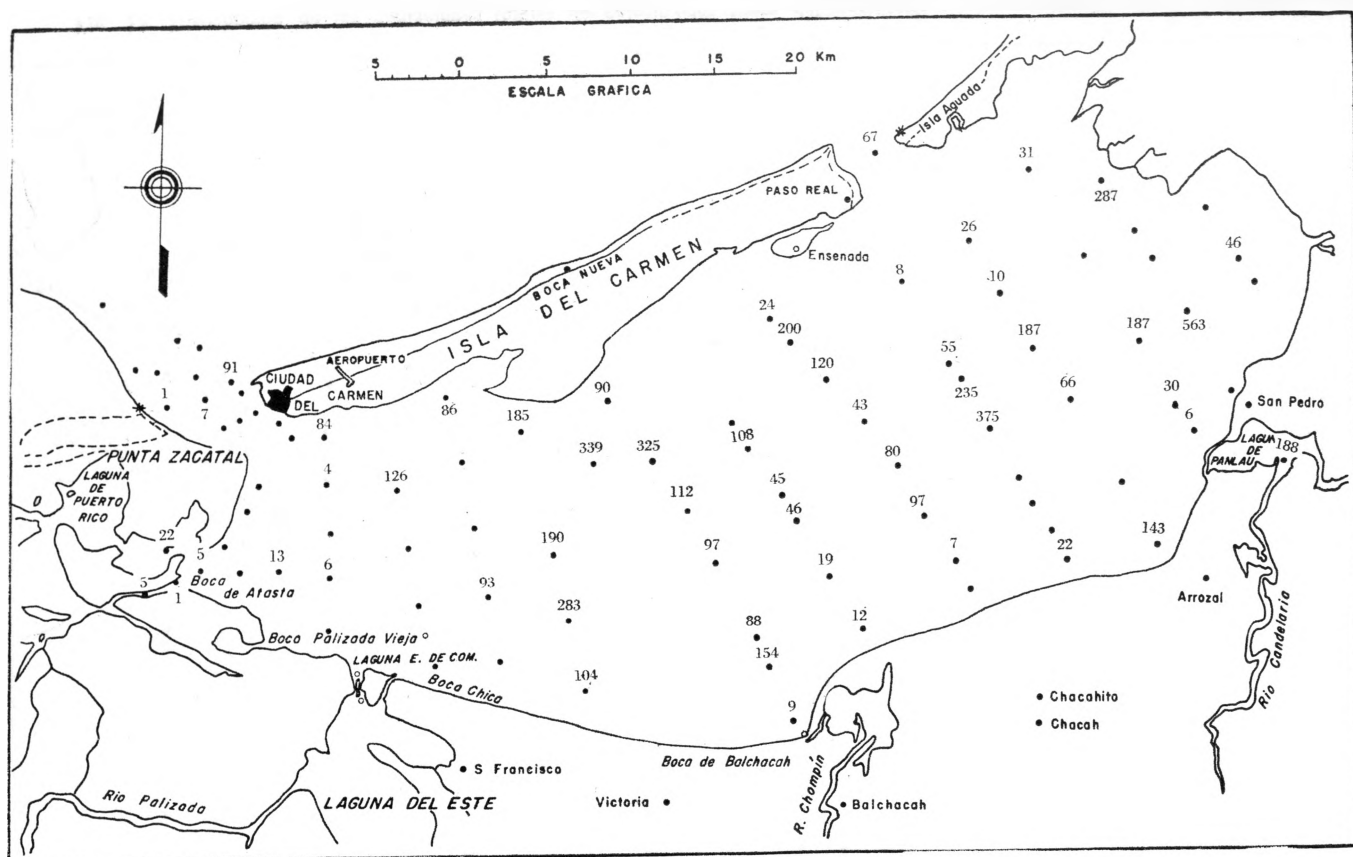


Fig. 12. Distribución de las poblaciones totales de micromoluscos en número de ejemplares por muestra.

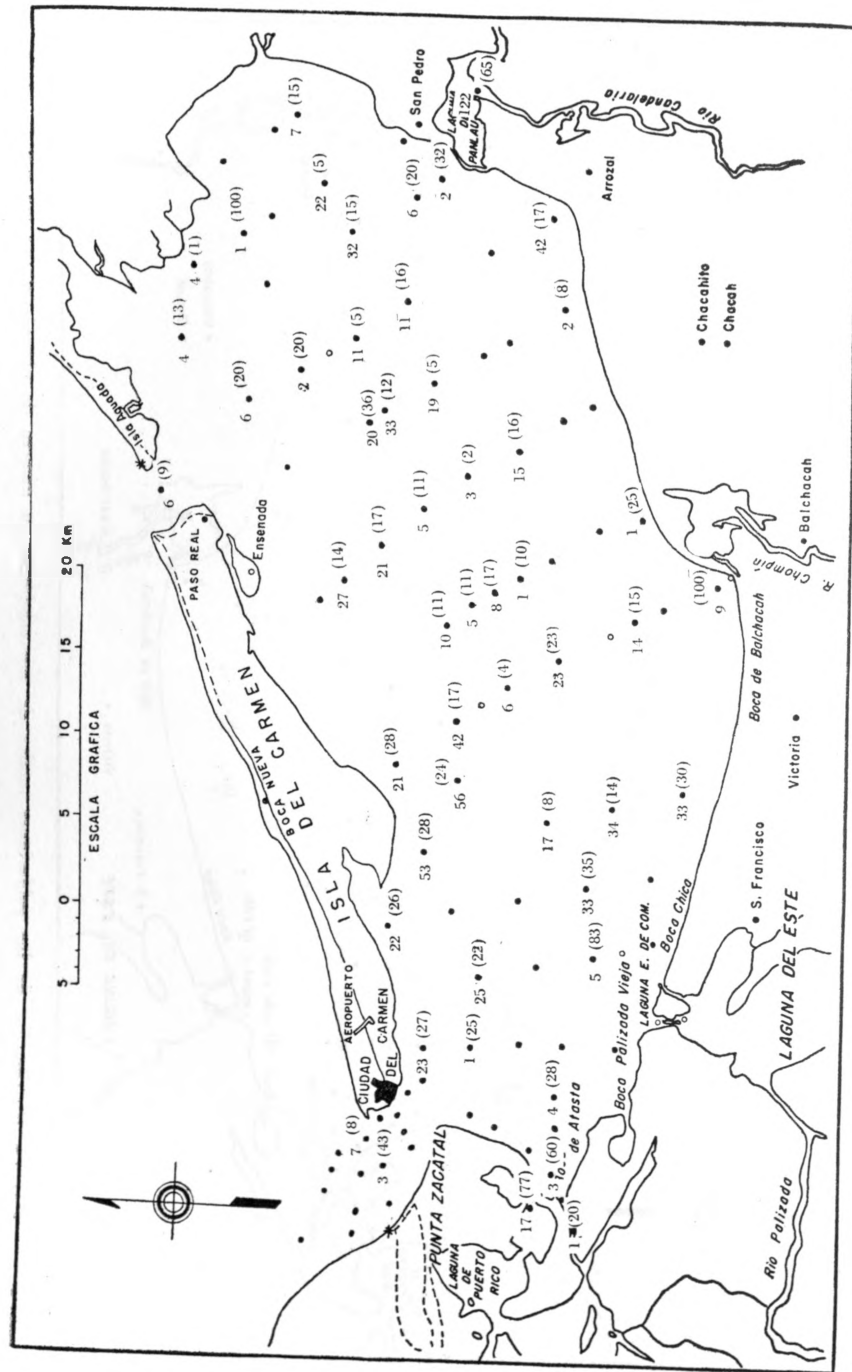


Fig. 13. Distribución de las poblaciones totales de pelecípodos fuera del paréntesis y sus porcentajes entre paréntesis.

consideradas de esa manera. Además se determinó en cada estación el porcentaje que representa la población de pelecípodos dentro de la población total. El número de pelecípodos por muestra oscila de 0 a 119 valvas (Fig. 13), pero en general las poblaciones no llegan a los 50 ejemplares. No se nota ninguna tendencia de distribución de estas poblaciones. En general, los pelecípodos representan porcentajes bajos dentro de las poblaciones totales, salvo en algunas estaciones situadas en los estuarios o cerca de las desembocaduras de los ríos (SF-52, SF-55, SF-71, SF-178) en que representan mayor persistencia, aunque la población sea baja.

POBLACIONES DE GASTERÓPODOS

Los gasterópodos son el constituyente fundamental de las poblaciones de micromoluscos de la Laguna de Términos, en casi todas las estaciones con altos porcentajes. Su número total oscila entre 0 y 541 ejemplares por muestra (Fig. 14). En términos generales las mayores poblaciones se encuentran en la porción media de la laguna, decreciendo en su borde interior y en las bocas.

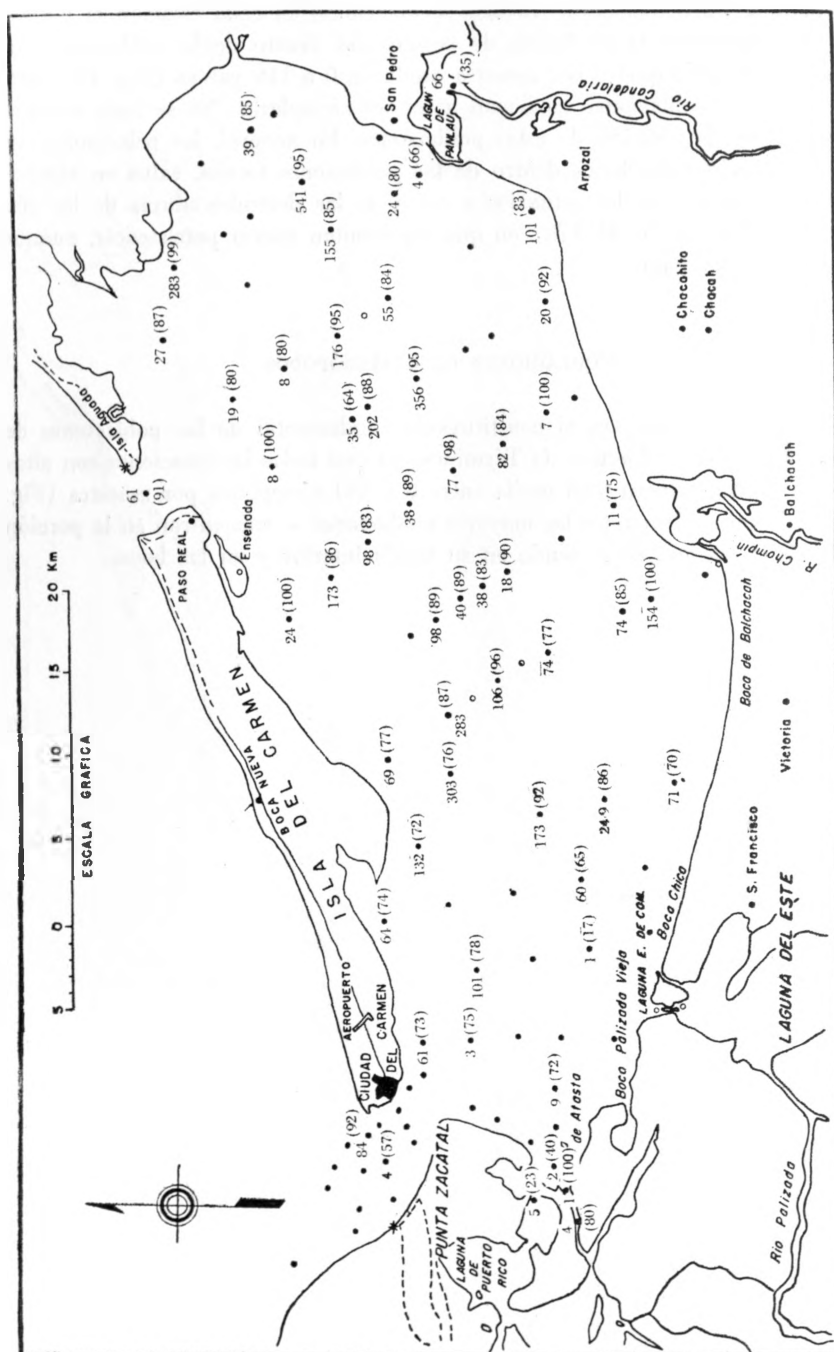


Fig. 14. Distribución de las poblaciones totales de gasterópodos fuera del paréntesis y sus porcentajes entre paréntesis.

S I S T E M A T I C A

Phylum MOLLUSCA

Clase PELECYPODA

Orden PROTOBRANCHIA

Superfamilia NUCULOIDEA

Familia NUCULIDAE

Género *Nuculana* Link, 1807

Nuculana acuta (Conrad)

(Lám. 1, fig. 1)

Nucula acuta Conrad, 1831. American Mar. Conch., p. 32, lám. 6, fig. 3.

Especie relativamente común, hallada sólo en la porción central de la laguna, con tendencia a disminuir hacia el lado oriental, no se encontró en la porción occidental ni en las bocas (Fig. 15). Según la literatura es una especie marina, común en aguas poco profundas, que invade las lagunas litorales y que se distribuye desde Cabo Cod hasta Las Antillas.

Localidades: SF-45, SF-52, SF-58, SF-61, SF-63, SF-65, SF-68, SF-76, SF-82, SF-84, SF-87, SF-91, SF-93, SF-95, SF-102, SF-107, SF-117, SF-124, SF-140, SF-142, SF-151, SF-168, SF-175, y SF-182.

Hipotipo: depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2627-Mi.

Orden FILIBRANCHIA

Suborden TAXODONTA

Superfamilia ARCOIDEA

Familia ARCIDAE

Género *Anadara* Deshayes, 1830

Subgénero *Scapharca* Gray, 1847

Anadara (Scapharca) transversa (Say)

(Lám. 1, fig. 2)

Arca transversa Say, 1812. Jour. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, v. 2, p. 269.

Encontrada persistentemente, tanto dentro de la laguna como en la Boca de Ciudad del Carmen, en general con pocos ejemplares por muestra. Sólo en

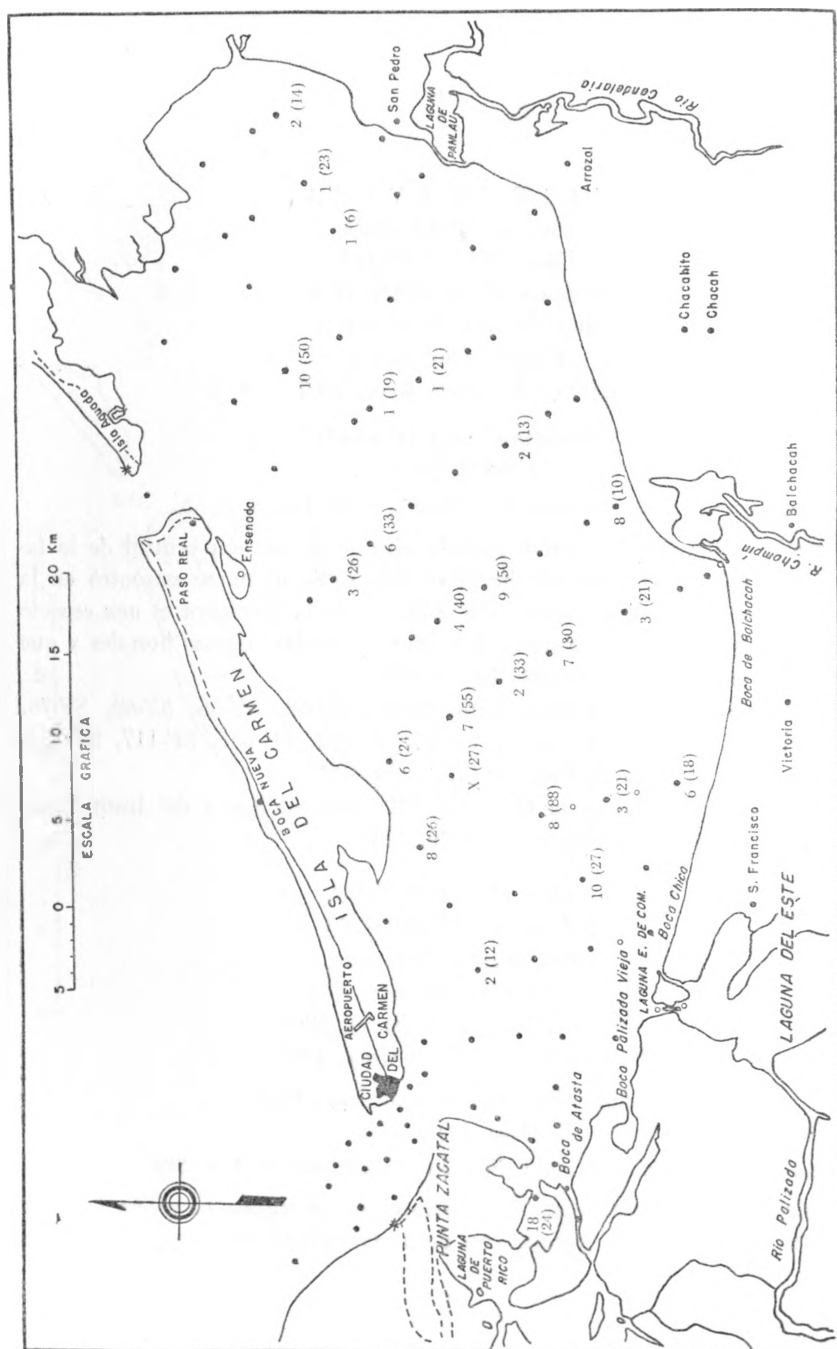


Fig. 15. Distribución de *Nuculana acuta* (Conrad). Porcentajes totales fuera del paréntesis y porcentajes parciales dentro de los paréclipodos entre paréntesis.

muy contados casos se halló en el margen interno de la laguna (Fig. 16). Se ha reportado desde el este de los Estados Unidos y Texas hasta Las Antillas, generalmente con hábitos marinos.

Localidades: SF-3, SF-34, SF-45, SF-52, SF-61, SF-65, SF-76, SF-80, SF-82, SF-84, SF-87, SF-91, SF-93, SF-95, SF-96, SF-107, SF-124, SF-143, SF-149, SF-153, SF-155, SF-168, SF-182.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2628-Mi.

Subgénero *Argina* Gray, 1842

Anadara (Argina) campechensis (Gmelin)

(Lám. 1, fig. 3a, b)

Arca campechienfis Gmelin, 1792. Syst. Nat., 13 Ed., v. 1, pt. 6, p. 3312. (descr. inadecuada).

Arca campechensis Dillwyn, 1817. Descr. Cat. Rec. Shells, v. 1, p. 238. (non vidi, fidi Maury, 1934)

Se halló con cierta persistencia en el área, aunque no se encontró en ninguna estación de la porción occidental. Ejemplares pertenecientes a esta especie han sido mencionados para el Cabo Cod, Costa del Golfo de los Estados Unidos, México y Las Antillas. Fue citada originalmente para la Bahía de Campeche, por Lister en 1770, aunque sin aplicar una nomenclatura binominal.

Localidades: SF-61, SF-65, SF-68, SF-71, SF-80, SF-84, SF-93, SF-95, SF-135, SF-140, SF-153, SF-160, SF-180, SF-163, SF-168, SF-174.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2629-Mi.

Orden DYSODONTA

Superfamilia MYTILOIDEA

Familia MYTILIDAE

Género *Brachidontes* Swainson, 1840

Subgénero *Ischadium* Jukes-Brown, 1905

Brachidontes (Ischadium) recurvus (Rafinesque)

(Lám. 1, fig. 5)

Mytilus recurvus Rafinesque, 1820. Mon. Coq. Biv. Ohio, p. 55.

Únicamente se identificó en una estación situada en la Laguna de Panlau, desembocadura del Río Candelaria, con muy pocos ejemplares. Es una especie frecuentemente hallada entre las raíces de los manglares o sobre bancos de ostiones, que se extiende desde Cabo Cod hasta Las Antillas.

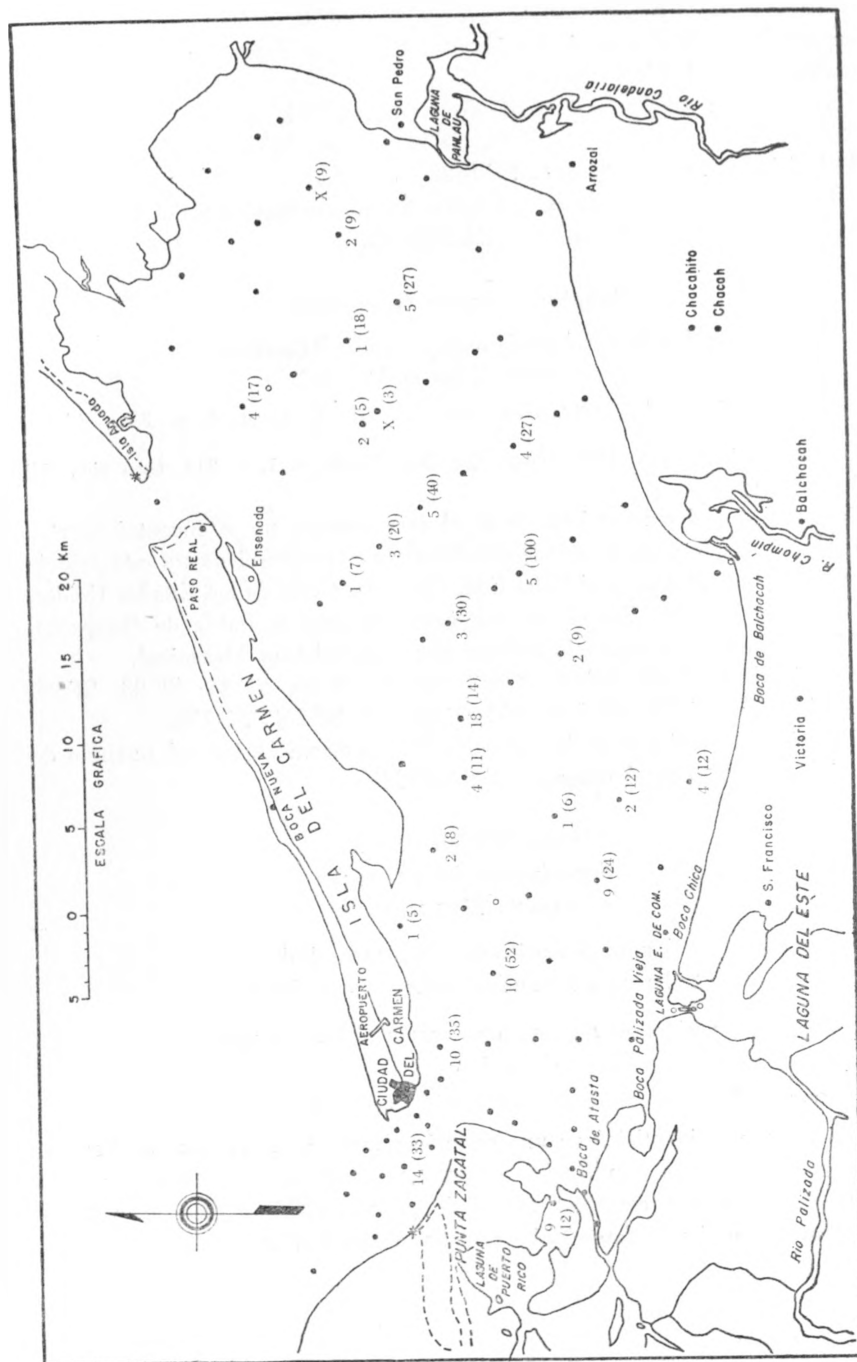


Fig. 16. Distribución de *Anadara* (*Scapharca*) *transversa* (Say). Porcentajes totales fuera del parentesis y porcentajes parciales dentro de los pelecípodos entre parentesis.

Localidad: SF-178.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2666-Mi.

Orden ISODONTA
Superfamilia ANOMIOIDEA
Familia ANOMIIDAE
Género *Anomia* Linnaeus, 1758

Anomia simplex d'Orbigny
(Lám. 1, fig. 4)

Anomia simplex d'Orbigny, 1846, in De la Sagra. Hist. Fis. Pol. Nat. Isla de Cuba, p. 371, lám. 28, figs. 31-33.

Especie escasa, identificada en pocas muestras, en su mayor parte cercanas al margen interno de la laguna. Según la literatura es una forma marina, que invade lagunas litorales, viviendo generalmente enterrada en fango o adherida a rocas y conchas. Se distribuye en el Este de los Estados Unidos, Golfo de México y Las Antillas.

Localidades: SF-57, SF-49, SF-102, SF-76, SF-80, SF-135, SF-140, SF-180, SF-182.

Hipotipo: Depositado en la colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2630-Mi.

Orden HETERODONTA
Superfamilia ASTARTIOIDEA
Familia CRASSATELLIDAE
Género *Crassinella* Guppy, 1874

Crassinella guadalupensis (d'Orbigny)
(Lám. 1, fig. 6)

Crassatella guadalupensis d'Orbigny, 1846, in De la Sagra. Hist. Fis. Pol. Nat. Isla de Cuba, p. 326, lám. 27, figs. 24-26.

Únicamente se encontró en la Laguna de Panlau, desembocadura del Río Candelaria. Ha sido reportada para Las Antillas, y fue descrita originalmente para Cuba.

Localidad: SF-178.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2631-Mi.

Superfamilia CARDITOIDEA
 Familia CARDITIDAE
 Género *Cardita* Brugière, 1792

Cardita floridana (Conrad)
 (Lám. 1, fig. 7)

Carditamera floridana Conrad, 1838. Medial Tert., p. 12.

Identificada en porcentajes muy bajos en una estación próxima a la Isla del Carmen. Se encuentra en Florida, lagunas de Texas y México.

Localidad: SF-96.

Hipotipo: Depositado en la colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2667-Mi.

Familia CARDIIDAE
 Género *Cardium* Linnaeus, 1758
 Subgénero *Trachycardium* Mörch, 1853

Cardium (Trachycardium) muricatum Linnaeus
 (Lám. 1, fig. 8)

Cardium muricatum Linnaeus, 1758. Syst. Nat. 10 Ed. p. 3250.

Sólo se halló un ejemplar cerca de la Boca de Ciudad del Carmen. Es una especie de la que se encuentran abundantes conchas muertas en las playas del sureste de Estados Unidos, México y Las Antillas.

Localidad: SF-34.

Hipotipo: Depositado en la colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2632-Mi.

Superfamilia VENEROIDEA
 Familia VENERIDAE
 Género *Chione* Megerle von Mühlfeld, 1811
 Subgénero *Chione* s.s.

Chione (Chione) cancellata (Linnaeus)
 (Lám. 3, fig. 1)

Venus cancellata Linnaeus, 1767. Syst. Nat., 12 Ed., p. 1130.

Se encontró distribuida fundamentalmente en la parte externa de la laguna, en las proximidades de la Isla del Carmen (Fig. 17). Es una especie común en

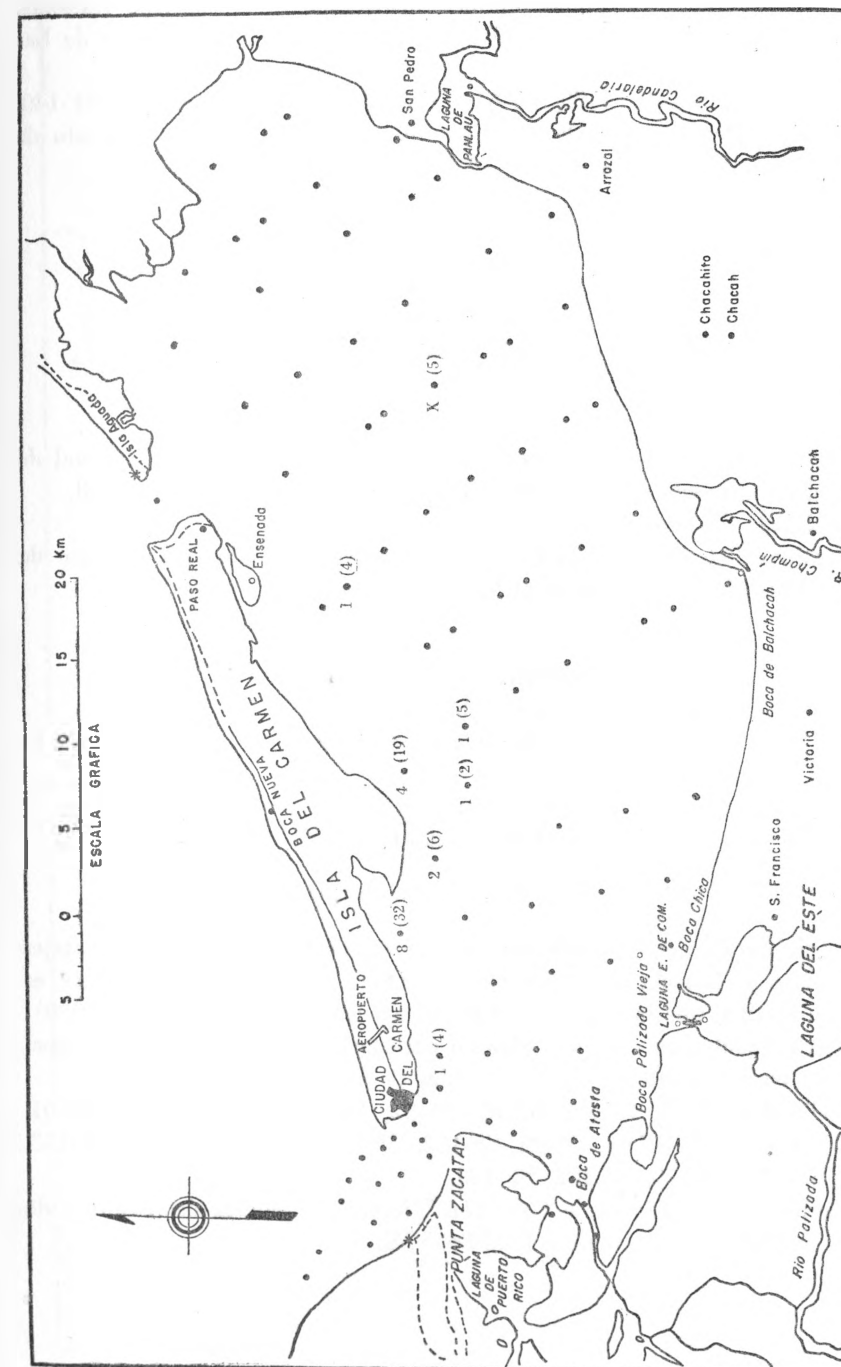


Fig. 17. Distribución de *Chione (Chione) cancellata* (Linnaeus.). Porcentajes totales fuera del paréntesis y porcentajes parciales dentro de los paréntesis.

aguas poco profundas y lagunas litorales, distribuida desde el Cabo Hatteras, Norte de Carolina, hasta Brasil, siendo uno de los bivalvos más típicos de Las Antillas.

Localidades: SF-34, SF-58, SF-61, SF-84, SF-87, SF-95, SF-107, SF-140.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2633-Mi.

Género *Anomalocardia* Schumacher, 1817

Anomalocardia brasiliana (Gmelin)

(Lám. 2, fig. 2)

Venus brasiliana Gmelin, 1792. Syst. Nat., 13 Ed., v. 1, pt. 6, p. 3289.

Sólo se hallaron dos ejemplares en una estación de la porción oriental de la laguna. Es una especie que se encuentra desde Las Antillas hasta Brasil.

Localidad: SF-163.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2634-Mi.

Superfamilia MACTROIDEA

Familia MACTRIDAE

Género *Mulinia* Gray, 1837

Mulinia lateralis (Say)

(Lám. 2, fig. 3)

Macra lateralis Say, 1822. Jour. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, v. 2, pt. 2, p. 309.

Especie ampliamente distribuida en el área, con sus mayores porcentajes en los esteros y desembocadura de los ríos (Fig. 18). Según la literatura es una forma marina, que invade lagunas litorales y esteros. Según Parker (1959), aunque se encuentra en esteros y ríos no caracteriza esos ambientes y es aparentemente poco dependiente de los cambios de salinidad.

Localidades: SF-3, SF-34, SF-45, SF-52, SF-53, SF-55, SF-57, SF-61, SF-65, SF-76, SF-87, SF-95, SF-96, SF-102, SF-140, SF-149, SF-151, SF-153, SF-160, SF-178, SF-179, SF-182, SF-188.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2635-Mi.

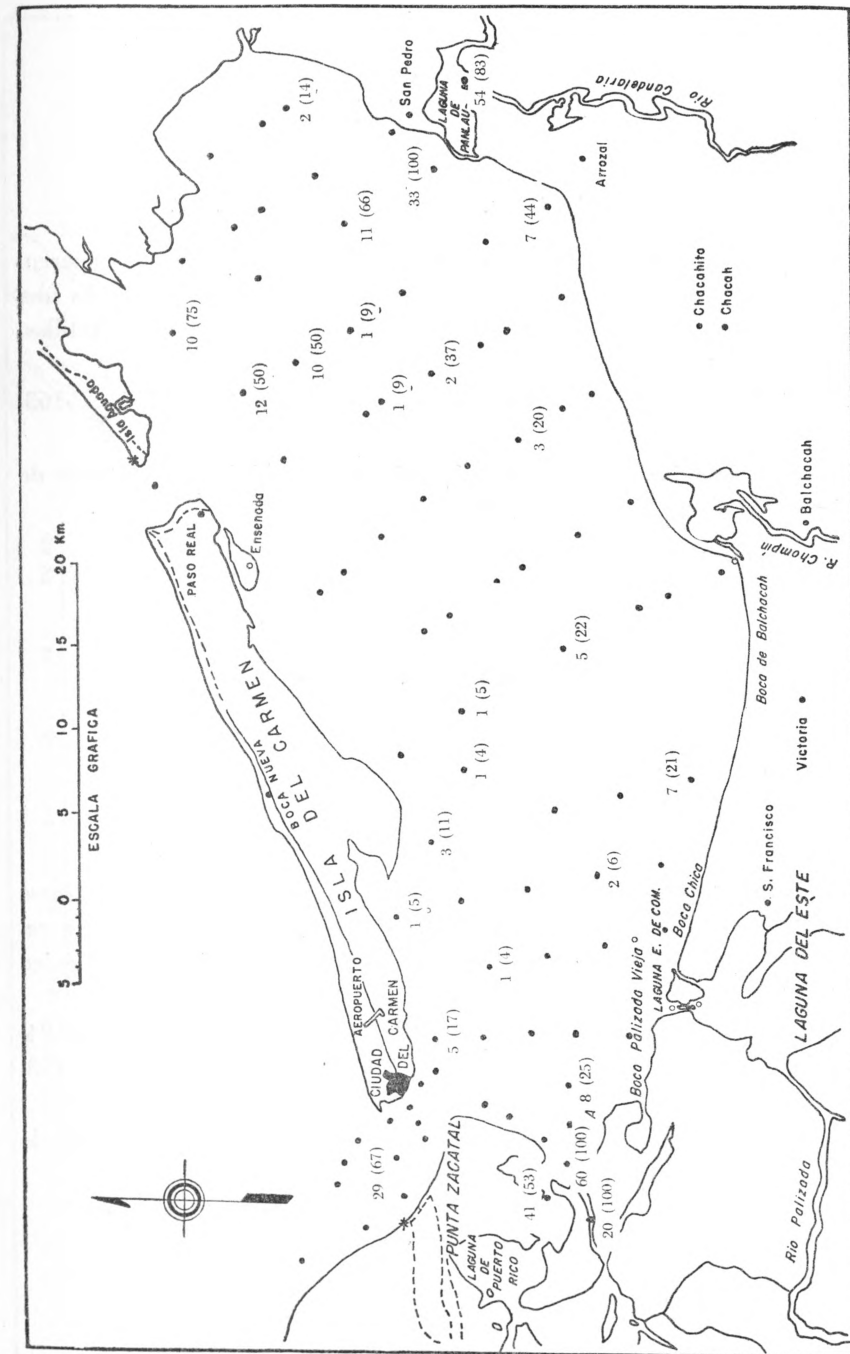


Fig. 18. Distribución de *Mulinia lateralis* (Say). Porcentajes totales fuera del paréntesis y porcentajes parciales dentro de los paréntesis.

Familia SEMELIDAE
Género *Abra* Lamarck, 1818

Abra aequalis (Say)
(Lám. 2, fig. 4)

Amphidesma aequalis Say, 1822. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, v. 2, p. 307.

Se encontró más o menos ampliamente distribuida en 13 muestras aparentemente concentradas hacia la porción central y oriental de la laguna. Es una forma común en las playas del norte de Carolina, Texas, México y Las Antillas, viviendo abundante en aguas poco profundas.

Localidades: SF-68, SF-84, SF-87, SF-96, SF-102, SF-143, SF-155, SF-163, SF-165, SF-168.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2636-Mi.

Familia CORBULIDAE
Género *Corbula* Bruguière, 1797

Corbula contracta Say
(Lám. 2, fig. 5)

Corbula contracta Say, 1822. Jour. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, v. 2, p. 312.

Especie ampliamente distribuida en la laguna, con tendencia a concentrarse en la porción externa, pero siempre en bajos porcentajes (Fig. 19). Se ha reportado para aguas poco profundas entre el Cabo Cod, Florida, Golfo de México y Las Antillas.

Localidades: SF-34, SF-45, SF-61, SF-68, SF-76, SF-78, SF-82, SF-84, SF-87, SF-91, SF-93, SF-95, SF-96, SF-107, SF-140, SF-142, SF-143, SF-153, SF-160.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2664-Mi.

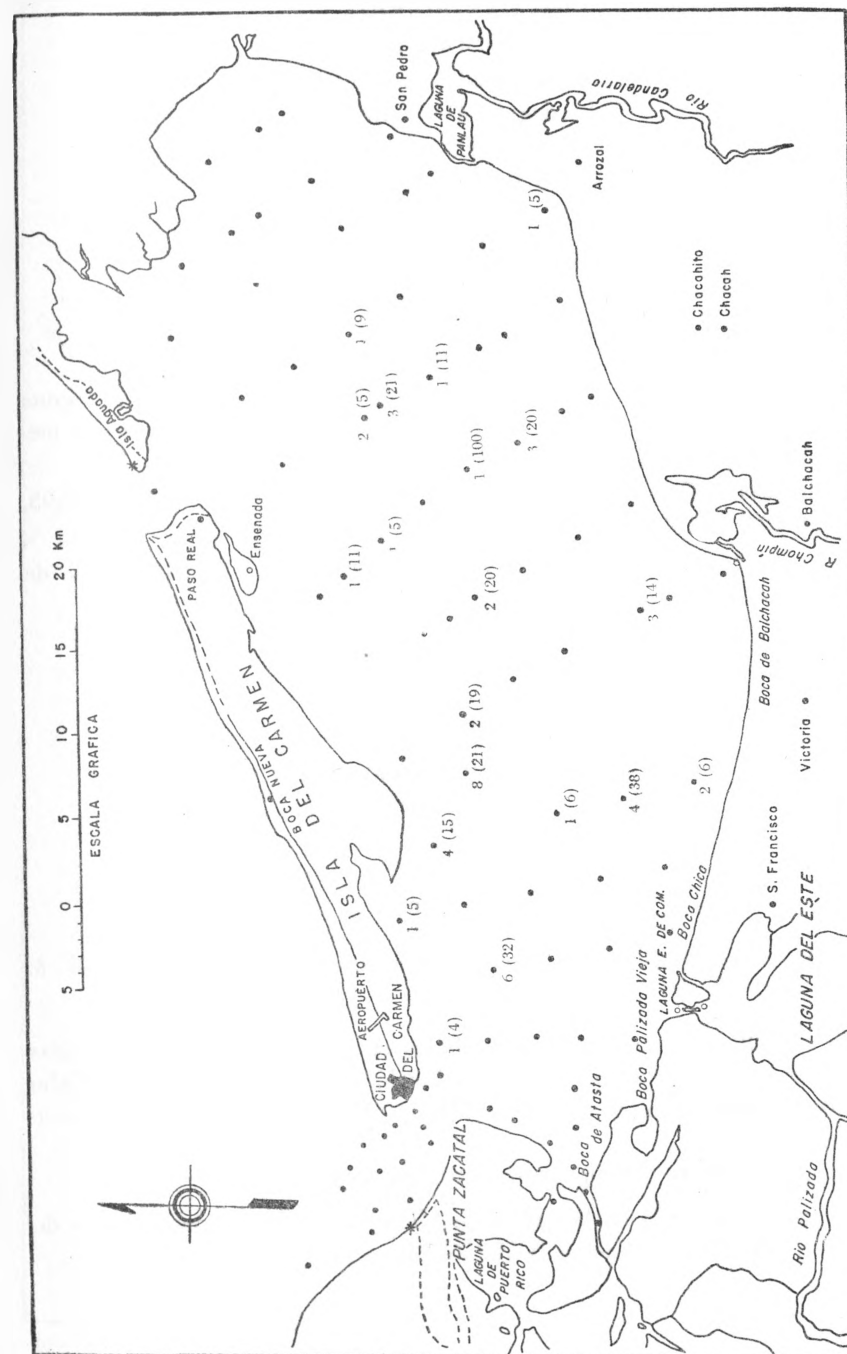


Fig. 19. Distribución de *Corbula contracta* Say. Porcentajes totales fuera del paréntesis y porcentajes parciales dentro de los paréntesis.

Clase GASTROPODA
Superorden MESOGASTROPODA
Orden CTENOBRANCHIATA
Suborden GYMNOGLOSSA
Familia EULIMIDAE
Género *Balcis* Gray, 1847

Balcis conoidea (Kurtz y Stimpson)
(Lám. 2, fig. 6)

Eulima conoidea Kurtz y Stimpson, 1851. Proc. Boston Soc. Nat. Hist., v. 4, p. 115.

Especie encontrada con cierta persistencia en la porción central de la laguna (Fig. 20). Se ha registrado desde Florida hasta Las Antillas, siendo más o menos común en aguas poco profundas.

Localidades: SF-34, SF-45, SF-61, SF-65, SF-87, SF-91, SF-93, SF-95,
SF-107, SF-124, SF-140, SF-142.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2637-Mi.

Suborden PTENOGLOSSA
 Familia EPITONIIDAE
 Género *Epitonium* Röding, 1798

Epitonium humphreysii Kiener
(Lám. 2, fig. 8)

Epitonium humphreysi Kiener, 1838. Iconographie des Coquilles Vivantes, p. 15, lám. 5, fig. 16.

Sólo se halló con porcentajes muy bajos en cinco estaciones distribuidas en diferentes partes de la laguna. Su distribución geográfica es desde el Cabo Cod, Massachussetts, Florida, Texas y México, siendo común en aguas poco profundas.

Localidades: SF-45, SF-52, SF-168, SF-179, SF-87.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2661-Mi.

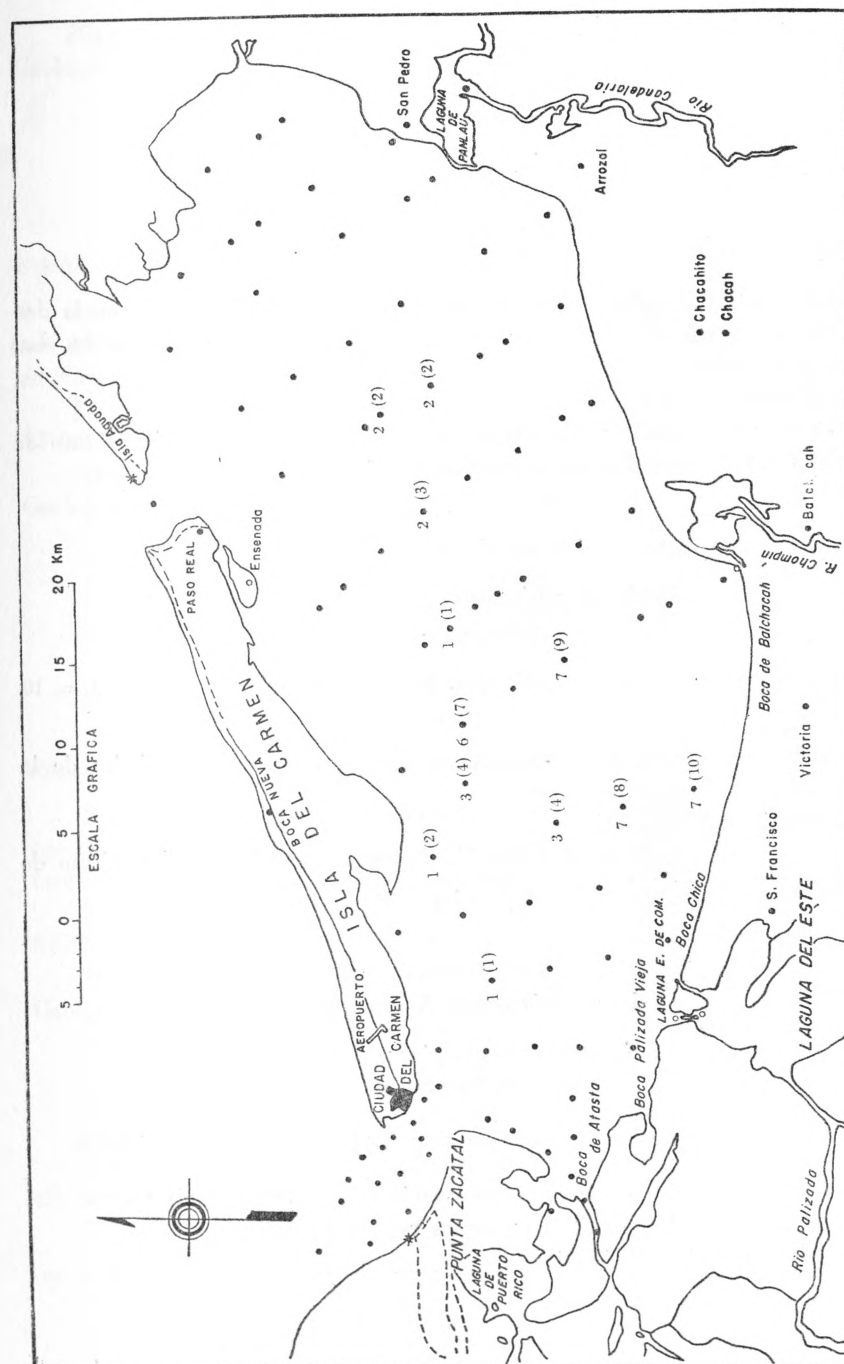


Fig. 20. Distribución de *Balcis conoidea* (Kurtz y Stimpson). Porcentajes totales fuera del paréntesis y porcentajes parciales dentro de los gasterópodos entre paréntesis.

Suborden TAEINOGLOSSA
 Superfamilia LITTORINOIDEA
 Familia LITTORINIDAE
 Género *Littorina* Férussac, 1822

Littorina ziczac (Gmelin)
 (Lám. 3, fig. 6)

Trochus ziczac Gmelin, 1792. Syst. Nat., 13 Ed., v. 1, pt. 6, p. 3587, n. 122.

Únicamente se localizó en una muestra de la Laguna de Panlau, en la desembocadura del Río Candelaria. Se distribuye desde el sur de Florida, Las Antillas y Bermuda.

Localidad: SF-178.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2656-Mi.

Género *Littoridina* Eydoux y Souleyet, 1852

Littoridina sphinctostoma Abbott y Ladd
 (Lám. 2, fig. 9)

Littoridina sphinctostoma Abbott y Ladd, 1951. Jour. Washington Acad. Sci., v. 41, n. 10, p. 335.

Especie muy escasa, que solamente se encontró en dos localidades de la Boca de Atasta y Laguna de Panlau.

Localidades: SF-53, SF-178.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2638-Mi.

Familia VITRINELLIDAE
 Género *Teinostoma* Adams, 1854

Teinostoma cryptospira (Verrill)
 (Lám. 3, figs. 2a, b)

Rotella cryptospira Verrill, 1884. Trans. Connecticut Acad. Arts. Sci., v. 6, p. 241-242.

Forma poco común hallada en dos estaciones. Es una especie que se distribuye en Florida y Las Antillas en aguas poco profundas.

Localidades: SF-76, SF-178.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2669-Mi.

Género *Vitrinella* C. B. Adams, 1852

Vitrinella multistriata (Verrill)
 (Lám. 3, fig. 1)

Ethalia multistriata Verrill, 1884. Trans. Connecticut Acad. Arts. Sci., v. 6, p. 142-143.

Especie relativamente frecuente, que se encontró generalmente en estaciones de la porción central de la laguna, con bajos porcentajes. Ha sido hallada en Carolina del Norte, Florida, Sureste de los Estados Unidos y Las Antillas.

Localidades: SF-14, SF-34, SF-61, SF-68, SF-74, SF-91, SF-93, SF-95, SF-96, SF-107, SF-140, SF-142, SF-117, SF-160, SF-163.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2659-Mi.

Superfamilia RISSOIOIDEA
 Familia RISSOIDAE
 Género *Rissoina* d'Orbigny, 1840

Rissoina chesneli (Michaud)
 (Lám. 3, fig. 5)

Rissoa chesneli Michaud, 1832. Descr. Coq. Nouv., p. 17.

Se encontró con relativa persistencia en el centro de la laguna, casi siempre con bajos porcentajes (Fig. 21). Es una especie que se ha reportado, como forma poco común desde el sureste de los Estados Unidos a Las Antillas.

Localidades: SF-34, SF-45, SF-58, SF-61, SF-63, SF-68, SF-69, SF-91, SF-93, SF-95, SF-96, SF-124, SF-140, SF-142, SF-160, SF-168, SF-182.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2643-Mi.

Familia HYDROBIDAE
 Género *Hydrobia* Hartmann, 1840

Hydrobia sp.
 (Lám. 3, fig. 3)

Se encontraron algunos ejemplares del género en una sola localidad, que no pudieron ser identificados específicamente.

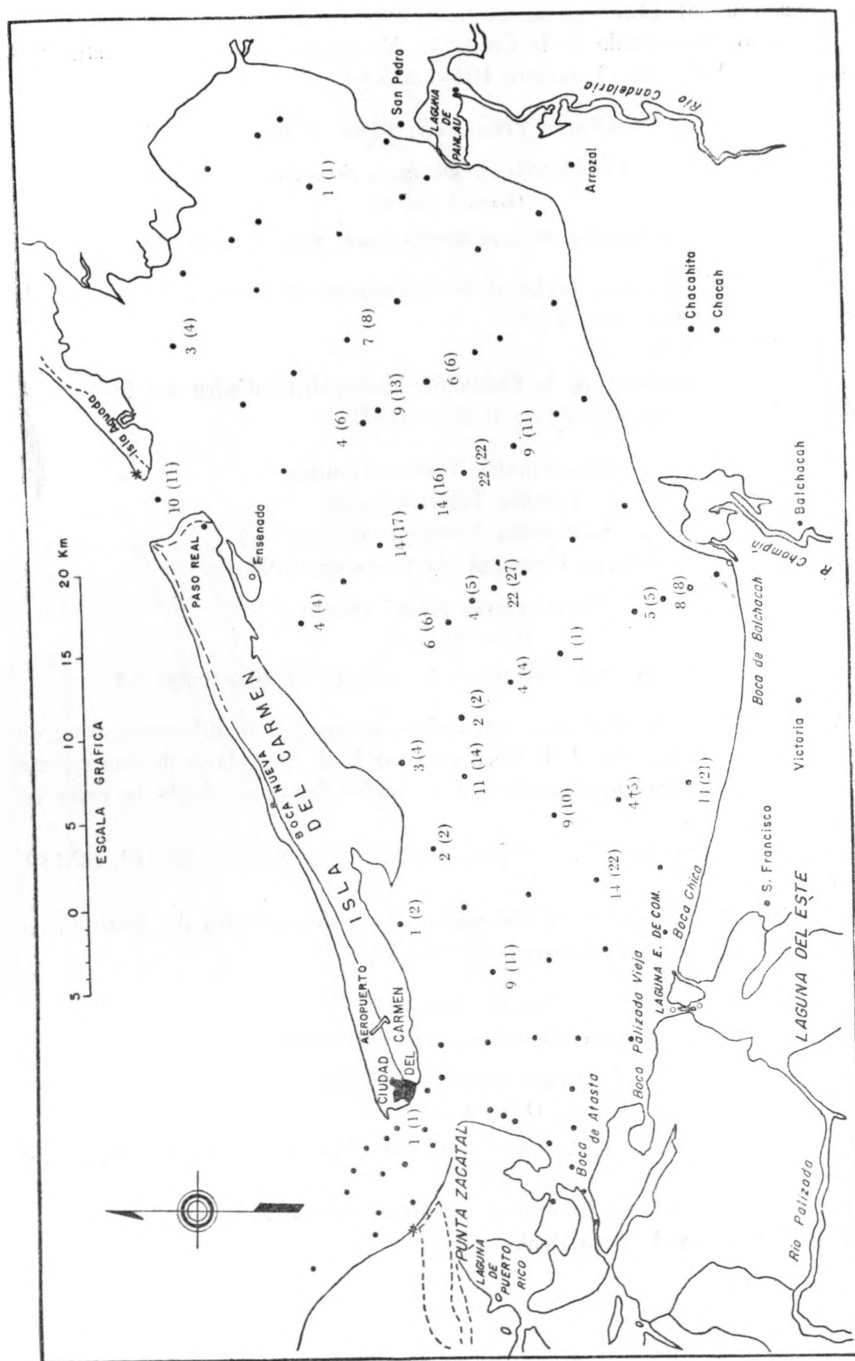


Fig. 22. Distribución de *Carcum pulchellum* Stimpson. Porcentajes totales fuera del paréntesis y porcentajes parciales dentro de los gasterópodos entre paréntesis.

Localidades: SF-34, SF-45, SF-84, SF-91, SF-93, SF-95, SF-102, SF-155, SF-190.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2667-Mi.

Género *Caecum* Fleming, 1813

Caecum pulchellum Stimpson
(Lám. 3, fig. 9)

Caecum pulchellum Stimpson, 1851. Shells of New England, p. 36, lám. 2, fig. 3.

Especie bastante común, particularmente en las muestras procedentes de la porción externa de la laguna y Boca de Ciudad del Carmen (Fig. 22). Se ha reportado para el Este de los Estados Unidos y Las Antillas, en muchos casos viviendo en aguas superficiales sobre algas.

Localidades: SF-3, SF-14, SF-34, SF-45, SF-58, SF-61, SF-63, SF-80, SF-87, SF-96, SF-107, SF-124, SF-140, SF-149, SF-168, SF-190, SF-76, SF-49, SF-93, SF-142, SF-182.

Hipotipo: Depositado en la colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2653-Mi.

Superfamilia CERITHIODEA
Familia CERITHIIDAE
Subfamilia CERITHIOPSINAE
Género *Bittium* Gray, 1847

Bittium varium (Pfeiffer)
(Lám. 3, fig. 11)

Cerithium varium Pfeiffer, 1840. Arch. F. Naturg. v. 6, n. 139, p. 256-257.

Es la especie más común y significativa. Se encontró en la mayor parte de las estaciones estudiadas, representando en muchas de ellas porcentajes muy altos dentro de las poblaciones. Su distribución muestra tendencias que posiblemente sean importantes, como son: ausencia en muchas de las estaciones de la porción occidental de la laguna, en tanto que es notoriamente frecuente en el

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2642-Mi.

Superfamilia CALYPTRAEOIDEA
Familia CALYPTRAEIDAE
Género *Crepidula* Lamarck, 1799

Crepidula plana Say
(Lám. 4, fig. 2)

Crepidula plana Say, 1822. Jour. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, v. 2, p. 226.

Poco abundante aunque más o menos ampliamente distribuida, en particular en la porción central del área. Ha sido citada para el Este de los Estados Unidos y Las Antillas.

Localidades: SF-61, SF-93, SF-102, SF-96, SF-95, SF-81, SF-65, SF-124, SF-76, SF-182, SF-168.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2652-Mi.

Superfamilia HETEROPOIDEA
Familia ATLANTIDAE
Género *Atlanta* Lesueur, 1817

Atlanta sp.

Sólo se encontró en tres estaciones, dos situadas en la Boca de Atasta y otra en la parte media del margen externo de la laguna.

Localidades: SF-53, SF-54, SF-58.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2668-Mi.

Superfamilia NATICOIDEA
Familia NATICIDAE
Género *Natica* Scopoli, 1777

Natica pusilla Say

Natica pusilla Say, 1822. Jour. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, v. 2, pt. 1, p. 257.

Nada más fue hallado un ejemplar en la desembocadura de la Laguna de Puerto Rico, en la porción suroccidental del área. Ha sido reportada por otros

autores para el Cabo Cod, Florida, los estados del Golfo y Las Antillas.
Localidad: SF-52.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2668-Mi.

Orden STENOGLOSSA
Suborden RACHIGLOSSA
Familia COLUMBELLIDAE
Género *Anachis* H. y A. Adams, 1853

Anachis sp.

Forma sumamente rara, que se encontró en una estación de la porción occidental de la laguna, cerca de la Boca de Ciudad del Carmen.

Localidad: SF-34.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2654-Mi.

Género *Mitrella* Risso, 1826

Mitrella lunata Say
(Lám. 4, fig. 4)

Mitrella lunata Say, 1826. Jour. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, v. 5, p. 213.

Se encontró ampliamente distribuida dentro de la laguna, casi siempre con porcentajes menores del 5%, salvo una estación cercana a la Boca de Ciudad del Carmen, donde representa el 25%. Es una especie reportada para Massachusetts, Florida, Texas y Las Antillas, en muchos casos viviendo sobre algas en la zona de mareas.

Localidades: SF-36, SF-61, SF-84, SF-87, SF-91, SF-93, SF-95, SF-102, SF-122, SF-124, SF-153, SF-160, SF-163, SF-182, SF-188.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2645-Mi.

Familia BUCCINIDAE
Género *Antillophos* Woodring, 1928

Antillophos sp.
(Lám. 4, fig. 3)

Forma muy rara, únicamente identificada, con porcentajes muy bajos, en 2 estaciones del interior de la laguna.

Localidades: SF-45, SF-102.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2655-Mi.

Familia FASCIOLARIIDAE

Género *Latirus* Montfort, 1810

Latirus brevicaudatus (Reeve)

(Lám. 4, fig. 6)

Turbinella brevicaudata Reeve, 1847. Conchologia Iconica, v. 4, sp. n. 50, (august) lám. 10, fig. 50.

Sólo se halló en una estación de la porción oriental de la laguna. Ejemplares pertenecientes a esta especie han sido citados para los Cayos bajos de Florida hasta Las Antillas y Brasil, siendo moderadamente común en aguas poco profundas.

Localidad: SF-182.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2650-Mi.

Familia MARGINELLIDAE

Género *Persicula* Schumacher, 1817

Persicula lavalleana (d'Orbigny)

(Lám. 4, fig. 8)

Marginella lavalleana d'Orbigny, 1846. in De la Sagra. Hist. Fis. Pol. Nat. Isla de Cuba, p. 211, lám. 20, figs. 36-38.

Especie muy rara, encontrada en una sola estación cercana a la Isla del Carmen. Es una especie reportada desde la mitad sur de Florida a Las Antillas en aguas poco profundas.

Localidad: SF-107.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2648-Mi.

Subclase EUTHYNEURA

Orden OPISTHOBRANCHIATA

Suborden TECTIBRANCHIATA

Familia ACTAEONIDAE

Género *Actaeon* Montfort, 1810

Actaeon punctostriatus (C. B. Adams)

(Lám. 4, fig. 7)

Tornatella punctostriata C. B. Adams, 1840. Boston Jour. Nat. Hist., v. 3, p. 323, lám. 3, fig. 9.

Sólo se halló un ejemplar cerca de la Isla del Carmen. Según la literatura es una especie poco común, que se distribuye desde el Cabo Cod, Golfo de México y Las Antillas, en aguas generalmente poco profundas.

Localidad: SF-107.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2662-Mi.

Familia RETUSIDAE

Género *Retusa* Brown, 1827

Retusa candei (d'Orbigny)

(Lám. 4, fig. 5)

Bulla candei d'Orbigny, 1945. in De la Sagra. Hist. Fis. Pol. Nat., Isla de Cuba, p. 65, lám. 4 bis, figs. 1-4.

Especie ausente en la porción occidental, pero notoriamente persistente en la parte oriental de la laguna. Es una forma típica de Las Antillas.

Localidades: SF-45, SF-93, SF-69, SF-61, SF-58, SF-84, SF-140, SF-142, SF-160, SF-153, SF-149, SF-179, SF-182, SF-188, SF-168, SF-175.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2651-Mi.

Familia PYRAMIDELLIDAE

Género *Pyramidella* Lamarck, 1799

Pyramidella engonia teres K. J. Bush

(Lám. 4, fig. 9)

Pyramidella engonia teres K. J. Bush, 1885. Trans. Connecticut, Acad. Arts, Sci., v. 6, p. 467, lám. 45, fig. 19.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2640-Mi.

Turbonilla interrupta (Totten)
(Lám. 4, fig. 12)

Turritella interrupta Totten, 1835. American Jour. Sci., v. 28, p. 352, fig. 7.

Sólo presente en dos localidades del interior de la laguna, con porcentajes bajos. Se ha reportado desde Mayne hasta Las Antillas.

Localidades: SF-102, SF-124.

Hipotipo: Depositado en la Colección Micropaleontológica del Instituto de Geología, UNAM., con el número IGM-2641-Mi.

CONCLUSIONES

1) En las poblaciones de micromoluscos de la Laguna de Términos se observó una notoria predominancia de gasterópodos sobre los pelecípodos tanto en lo referente a mayor número de especies como a cantidad de ejemplares por muestra.

2) Las especies de micromoluscos encontradas, corresponden a conjuntos faunísticos típicos de la región Caribe-Antillana, aun cuando se presentan algunas especies características de la Costa del Golfo de México.

3) Ese conjunto de micromoluscos está formado en su gran mayoría por especies de hábitos marinos adaptados a un medio salobre polihalino, con mayor tendencia a condiciones marinas.

4) Por no haberse estudiado cuantitativamente ejemplares vivos, es difícil determinar si todos los ejemplares de cada estación están "in situ" o bien si han sido removidos por las corrientes, o por movimientos del sedimento y depositados en un *habitat* distinto debido a una "contaminación natural".

5) Las especies encontradas dentro de la laguna, corresponden a lo que Parker (1960), considera como fauna típica de bahías cerradas, o a las que Ladd (1951), cita para un ambiente polihalino.

6) Las poblaciones de pelecípodos son bajas, aunque algo más numerosas en las lagunas interiores y desembocaduras de ríos, donde la salinidad es menor.

7) Las mayores poblaciones de gasterópodos se encuentran en el ambiente lagunar, notándose que en la porción occidental el número disminuye notablemente lo mismo que en el margen interno de la laguna.

8) Entre los pelecípodos destacan por su relativa abundancia *Mulinia lateralis* (Say) y *Nuculana acuta* (Conrad).

9) Dentro de los gasterópodos sobresale notoriamente *Bittium varium* (Pfeiffer), que representa aproximadamente el 65% de las poblaciones totales y su distribución parece estar condicionada a la de la vegetación sumergida de monocotiledóneas. También es significativa cuantitativamente *Turbonilla abrupta* K. J. Bush.

10) La única especie exclusiva de aguas salobres que se identificó es *Littoridina sphinctostoma* Abbott y Ladd. No se encontró ninguna especie de hábitos exclusivamente dulceacuícolas.

11) Las asociaciones de las especies encontradas sugieren que toda el área, salvo los esteros, poseen, condiciones relativamente uniformes, constituyendo una *biofacies lagunar*, aun cuando ciertas especies como *Bittium varium* (Pfeiffer) parecen indicar una diferencia entre la parte occidental y oriental de la laguna, probablemente debido a la notable influencia que ejerce la vegetación sumergida, pues algo semejante fue observado por Ayala-Castañares (1963), respecto a las poblaciones de foraminíferos.

12) Las cantidades totales de micromoluscos son mayores en las áreas con altos porcentajes de carbonato de calcio, coincidiendo con la distribución de la vegetación sumergida, es decir en las porciones central y oriental del área, disminuyendo notablemente hacia la región interna y occidental.

13) No es posible sacar mayores conclusiones respecto a los conjuntos faunísticos de las bocas y su significado sedimentológico, debido a que las muestras procedentes de esas áreas fueron las menos adecuadas para el estudio de los micromoluscos.

14) Los factores ecológicos que parecen influir más notablemente en la distribución de los micromoluscos en el sedimento, son la salinidad, la vegetación sumergida y el porcentaje de carbonato de calcio en el sedimento, todo ello como consecuencia de la dinámica controlada fundamentalmente por las corrientes marinas que penetran por la Boca de Paso Real y el aporte de terrígenos finos por el Río Palizada (véase Ayala-Castañares, 1963).

RECOMENDACIONES

Con el fin de obtener mayor información referente a la ecología de los micromoluscos de la Laguna de Términos, se recomienda hacer en el futuro los siguientes estudios:

1) Estudiar las poblaciones vivientes en diferentes áreas de la laguna, para conocer su distribución.

2) Valorizar la productividad relativa de las distintas especies en muestras realizadas en diferentes épocas del año, comparando los datos de las poblaciones vivientes con los factores ecológicos que se determinen en cada época de muestreo.

3) Sería particularmente interesante estudiar en concreto los arrecifes de ostiones y definir su papel en la Sedimentación de la laguna.

4) Es conveniente también estudiar las poblaciones de micromoluscos de los manglares y su significado sedimentológico.

5) Finalmente, es preciso estudiar los micromoluscos del litoral e Isla del Carmen.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ABBOTT, R. T. (1954). *American Seashells*. D. Van Nostrand Co., 517 p.
- ABBOTT, R. T. and LADD, H. S. (1951). *A New brackish-water gastropod from Texas*. (Amnicolidae: Littoridina). Jour. Washington Acad. Sci., v. 41, n. 10, p. 335-338, 12 figs.
- ADAMS, C. B. (1839). *Observations on some species of the marine shells of Massachusetts, with descriptions of five new species*. Boston Jour. Nat. Hist. v. 2, p. 262-268.
- ADAMS, C. B. (1840). *Descriptions of thirteen new species of New England shells*. Boston Jour. Nat. Hist. v. 3, n. 3, p. 318-332.
- AYALA-CASTAÑARES, A. (1963). *Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México*. Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol. n. 67, pt. 3, 130 p., 60 figs., 11 láms.
- BUSH, K. F. (1897). *Revision of the marine gastropods referred to Cyclostrema, Adeorbis, Vitrinella and related genera; with descriptions of some new genera and species belonging to the Atlantic fauna of America*. Trans. Connecticut Acad. Arts. Sci., v. 10, p. 97-144, láms. 22-23, 10 figs.
- BUSH, K. J. (1885a). *Additions to the Shallow-water Mollusca of Cape Hatteras, N. C., dredged by the U.S. Fish. Commission steamer "Albatros" in 1883 and 1884*. Trans. Connecticut Acad. Arts. Sci. v. 6, p. 453-480, lám. 45.
- (1885b). *List of the shallow-water Mollusca dredged off Cape Hatteras by the Albatross in 1883*. Rep. United States Fish. Comm., v. 11, p. 579-595.
- (1885c). *List of deep-water Mollusca dredged by the United States Fish Commission steamer Fish Hawk, in 1880, 1881 and 1882*. Rep. United States Fish Comm., v. 11, p. 701-727.
- (1899). *Descriptions of new species of Turbonilla of the Western Atlantic fauna, with notes on those previously known*. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia for 1899, p. 145-177, láms. 1-8.
- CONRAD, T. A. (1832). *American Mar. Conch.* Philadelphia, 1831-32, 72 p., 17 láms.
- (1838). *Fossils of the Tertiary Formations of the United States*. Philadelphia, p. 1-89, 49 láms.
- (1846). *Catalogue of shells inhabiting Tampa Bay and other parts of the Florida coast*. American Jour. Sci., v. 52, pt. 6, p. 393-398.
- DALL, W. H. (1890). *Contributions to the Tertiary Fauna of Florida*. Trans. Wagner Free Inst. Sci. Philadelphia. v. 31, pt. 1, p. 1-200, láms. 1-12.
- (1892). *Contributions to the Tertiary Fauna of Florida*. Trans. Wagner Free Inst. Sci. Philadelphia, v. 3, pt. 2, p. 201-473, láms. 13-22.
- (1895). *Contributions of the Tertiary Fauna of Florida*. Trans. Wagner Free Inst. Sci. Philadelphia, v. 3, pt. 3, p. 483-570, láms.
- (1898). *Contributions to the Tertiary Fauna of Florida*. Trans. Wagner Free Inst. Sci. Philadelphia, v. 3, pt. 4, p. 571-847, láms. 23-35.
- (1900). *Contributions to the Tertiary Fauna of Florida*. Trans. Wagner Free Inst. Sci. Philadelphia, v. 3, pt. 5, p. 949-1218, láms. 36-47.
- (1903). *Contributions to the Tertiary Fauna of Florida*. Trans. Wagner Free Inst. Sci. Philadelphia, v. 3, pt. 6, p. 1219-1654, láms. 48-60.
- EMERY, K. O. and STEVENSON, R. E. (1957). *Estuaries and Lagoons. III. Sedimentation in Estuaries, Tidal Flats and Marshes*. in *Treatise of Marine Ecology and Paleoecology*. Geol. Soc. America, Mem. 67, v. 1 Ecology, p. 729-749.
- FRANC, A. (1960). *Classe des Bivalves*. in Grassé, P. *Traité de Zoologie*. Masson et Cie. Ed., t. 5, fasc. 2, p. 1885-2133, figs. 1605-1802.
- GARDNER, J. (1926). *The Molluscan fauna of the Alum Bluff Group of Florida*. United States Geol. Surv. Prof. Paper, 142, 656 p., 62 láms.
- GMELIN, J. F. (1791). *Caroli a Linné Systema naturae per regna tria naturae*. 13 Ed. London, v. 1, pt. 6, cl. 6, Vermes, p. 2021-3910.
- HEDGPETH, J. W. (1948). *The Laguna Madre of Texas*. Proc. 12th. North American Wildlife Conf., p. 364-380, 6 figs., 2 tablas.
- (1953). *An introduction to the Zoogeography of the North-western Gulf of Mexico with reference to the invertebrate fauna*. Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Texas, v. 3, n. 1, p. 107-224.
- (1957). *Classification of Marine Environments*. in *Treatise on Marine Ecology and Paleoecology*. Geol. Soc. America, Mem. 67, v. 1 Ecology, p. 17-27, 5 figs.
- IHERING, H. von. (1907). *Les Mollusques Fossiles du Tertiaire et du Crétacé Supérieur de l'Argentine*. An. Mus. Nal. Buenos Aires, Ser. 3, t. 7, 611 p., 18 láms., 16 figs.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON ZOOLOGICAL NOMENCLATURE (1961). *International Code of Zoological Nomenclature adopted by the XV International Congress of Zoology*, 176 p. (en inglés y francés).
- JOHNSON, C. W. (1934). *List of Marine Mollusca of the Atlantic Coast from Labrador to Texas*. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. v. 40, p. 1-204.
- KEEN, M. A. (1958). *Sea Shells of Tropical West America*. Stanford Univ. Press., 624 p., 10 láms.
- KIENER, L. C. (1873). *Spécies général et Iconographie des Coquilles Vivantes, Comprenant la Collection du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris*, v. 10, Fam. des Turbinées, p. 1-22. láms. 1-7.
- KURTZ, J. D. and STIMPSON, W. M. (1851). *Descriptions of several new species of shells from the southern coast*. Proc. Boston Soc. Nat. Hist., v. 4 (1851-54), p. 114-115.

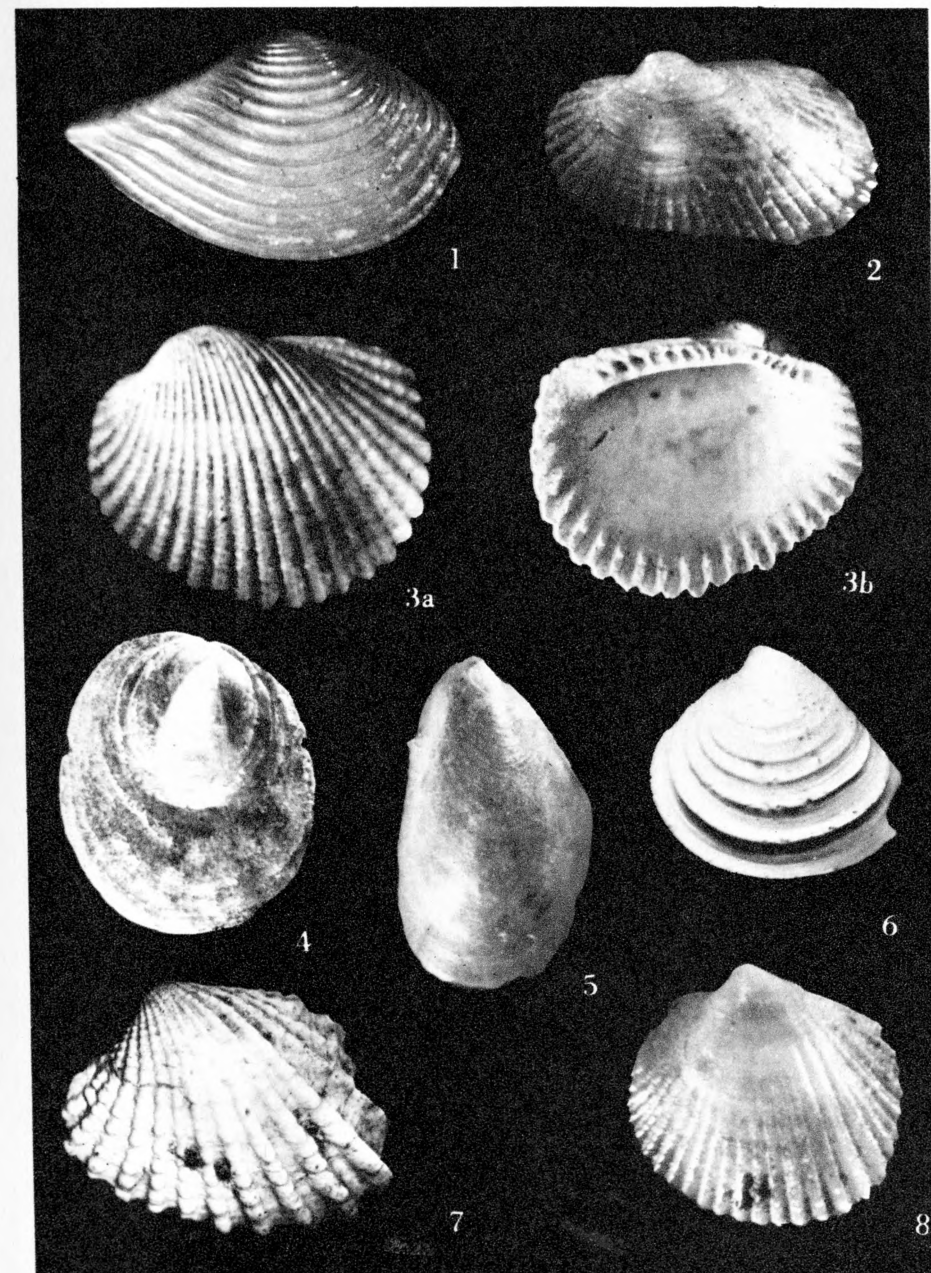
- LADD, H. S. (1951). *Brackish-water and Marine Assemblages of the Texas coast, with special reference to Mollusks*. Publ. Inst. Mar. Sci., v. 2, n. 1, p. 125-164, 2 figs.
- LEA, H. C. (1845). *Description of some new fossil shells from the Tertiary of Petersburg, Virginia*. Trans. American Philos. Soc. 2d. ser., v. 9, extras p.1-48, 105 figs.
- LINNAEUS, C. (1758). *Systema Naturae per regna tria naturae*. 10 Ed. Stockholm, v. 1, Regnum Animale, 824 p.
- (1766). *Systema naturae per regna tria naturae*. 12 Ed. Stockholm, v. 1 Regnum animale. pt. 1, p. 1-532.
- (1767). *Systema naturae per regna tria naturae*. 12 Ed. Stockholm, v. 1, Regnum animale. pt. 2, p. 533-1327.
- MAURY, C. J. (1920). *Recent Mollusca of the Gulf of Mexico and Pleistocene Species from the Gulf States. Part I Pelecypoda*. Bull. American Paleont., v. 18, n. 34, p. 1-116, 1 lám.
- (1922). *Recent Mollusca of the Gulf of Mexico and Pleistocene and Pliocene. Species from the Gulf States. Part II: Scaphopoda, Amphyneura, Gastropoda, Cephalopoda*. Bull. American Paleont., v. 9, n. 38, p. 32-172.
- (1925). *A further contribution to the Paleontology of Trinidad (Miocene Horizons)*. Bull. American Paleont., v. 10, n. 42, 250 p., 43 láms.
- (1934). *Fossil Invertebrate from Northeastern Brasil*. Bull. American Mus. Nat. Hist., v. 67, art. 14, p. 126-179, láms. 9-19.
- MICHAUD, A. G. L. (1832). *Descriptions des Coquilles de genre Rissoa* v. 3, Lyon.
- MOORE, D. R. (1961). *The marine and Brackish Water Mollusca of the State of Mississippi*. Gulf Res. Repts., v. 1, n. 1, p. 3-58.
- MCLEAN, R. A. (1951). *The Pelecypoda or Bivalve Mollusks of Porto Rico and the Virgin Islands*. New York Acad. Sci. Surv. Porto Rico and Virgin Islands, v. 17, pt. 1, p. 1-183.
- OLSSON, A. A. (1951). *New Floridan Species of Ostrea and Vermicularia*. Nautilus, v. 65, n. 1, p. 6-8, lám. 1.
- ORBIGNY, A. d' (1845). *Molluscos*. in *De la Sagra*, R. A. Bertrand Ed. Paris, Hist. Fis. Política y Nat. Isla de Cuba. t. 5, p. 1-376, Atlas anexo, láms. 1-28.
- PARKER, R. H. (1959). *Macro-invertebrate Assemblages of Central Texas Coastal Bays and Laguna Madre*. Bull. American Assoc. Petrol. Geol., v. 43, n. 9, p. 2101-2166, láms. 1-6, figs. 1-32.
- (1960). *Ecology and Distributional Patterns of Marine Macro-invertebrates, Northern Gulf of Mexico in Recent Sediments, Northwest Gulf of Mexico*. American Assoc. Petrol. Geol., Tulsa, Okla., p. 302-381.
- PFEIFFER, (1840). *Uebersicht der in Januar, Februar und März auf Cuba gesammelten Mollusken*. Archiv für Naturgeschichte. v. 6, n. 1, p. 250-261.
- PULLEY, T. E. (1952). *An annotated check list of the marine mollusks of Texas*. Texas Jour. Sci., v. 4, n. 2, p. 167-199, 13 láms.

- PERRY, L. M. (1940). *Marine Shells of Southwest Coast of Florida*. Bull. American Paleont., v. 26, n. 95, p. 7-178, láms. 1-39.
- RAFINESQUE, C. S. (1820). *Monographie des coquilles bivalves et fluviatiles de la rivière Ohio*. Ann. Gen. Sci. Phys. (Bruxelles). v. 5, p. 287-322.
- RAVENEL, E. (1861). *Descriptions of new recent shells from the coast of South Carolina*. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia. 1861, p. 41-44.
- REEVE, L. S. (1842a). *Descriptions of new species of shells, principally from the collection of Hugh Cuming*. Proc. Zool. Soc. London, p. 49-50.
- (1842b). *Conchologia systematica, or complete system of Conchology*. London, v. 2, p. 1-337, láms. 130-300.
- REHDER, H. A. (1857). *New Marine Mollusks from the Antillean Region*. Proc. United States Nat. Mus., v. 93, n. 3161, p. 183-203, láms. 19-20, fig. 8.
- SAY, T. (1822). *An account of some of the marine shells of the United States*. Jour. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, v. 2, p. 221-248, 257-276.
- (1926). *Descriptions of Marine Shells recently discovered on the Coast of the United States*. Jour. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, v. 5, p. 207-221.
- SHELDON, P. G. (1916). *The Atlantic Slopes Areas*. Paleontographica Americana, v. 1, n. 1, p. 1-101, 16 láms.
- SILVA-BÁRCENAS, A. (1963). *Sistemática y distribución de los géneros de diatomeas de la Laguna de Términos, Campeche, México*. Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol. n. 67, pt. 2, 31 p., 12 figs.
- STEARNS, R. E. C. (1873). *Descriptions of marine Shells from the West coast of Florida*. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, p. 244-347, figs. 1-4.
- SMITH, M. (1951). *East Coast Marine Shells*. Edwards Brothers Inc. Ann Arbor, Michigan, 314 p., 77 láms.
- STIMPSON, (1851). *Monograph of the genus Caecum in the United States*. Proc. Boston Soc. Nat. Hist., v. 4 (1851-54), p. 112-113.
- TOTTEN, (1835). *Description of some shells belonging to the coast of New England*. American Jour. Sci., v. 28, n. 2, p. 347-353.
- VERRILL, A. E. (1884). *Second catalogue of mollusca recently added to the fauna of the New England coast and the adjacent parts of the Atlantic*. Trans. Connecticut Acad. Arts Sci., v. 6, p. 139-194, láms. 28-32.
- WARMKE, M. S. and ABBOTT, R. T. (1961). *Caribbean Seashells*, Livingston Publ. Co., 346 p. 44 láms., 19 mapas.
- YÁÑEZ, A. (1963). *Batimetría, salinidad, temperatura y distribución de los sedimentos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México*. Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol. n. 67, pt. 1, 47 p., 17 figs.
- ZARUR MENEZ, A. (1961). *Estudio Biológico Preliminar de la Laguna de Términos, Campeche*. Tesis Prof. Univ. Nal. Autón. México, Fac. Ciencias. 69 p., 4 figs., 1 mapa.

LAMINAS 1-4

LAMINA 1

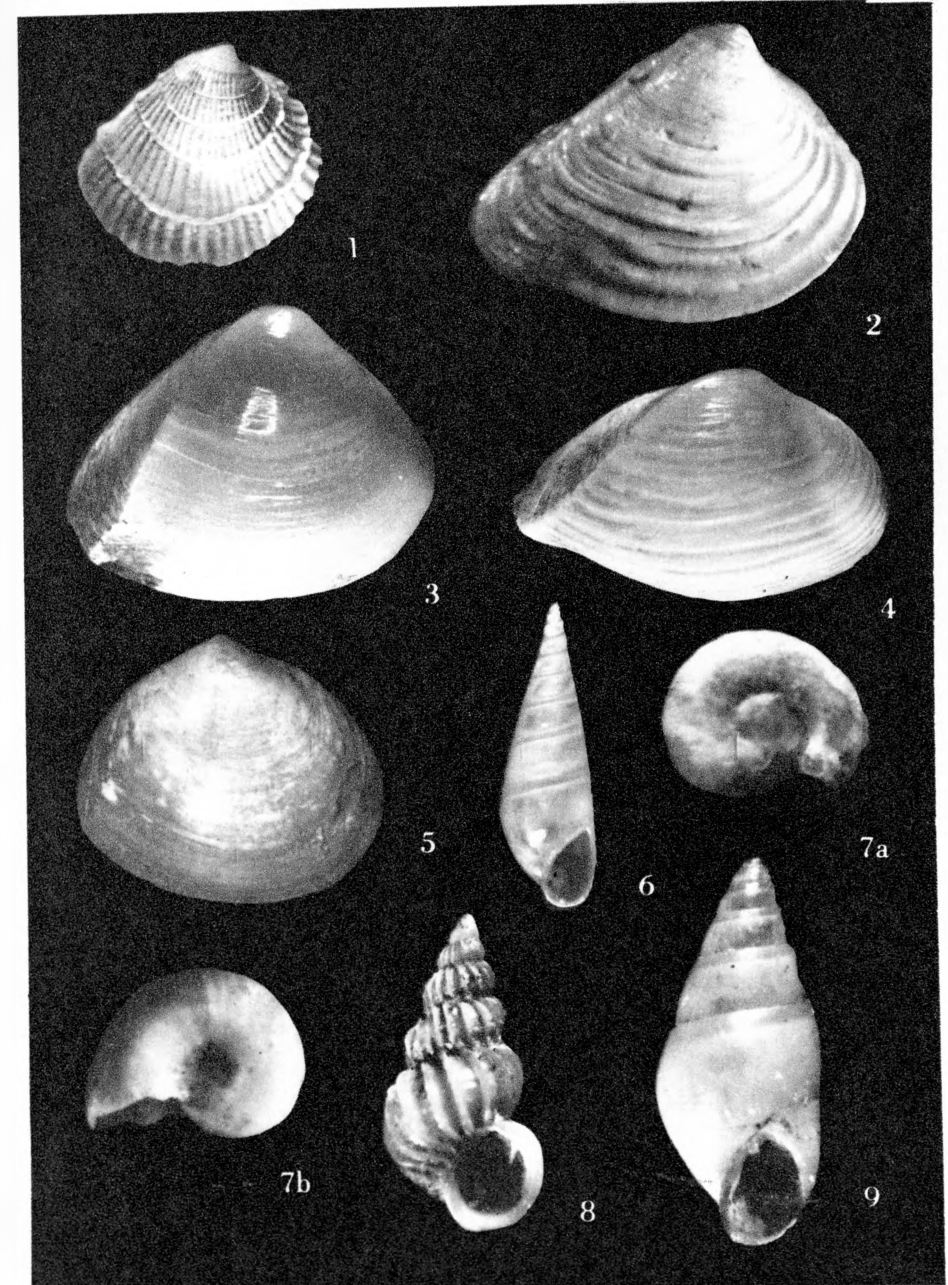
- Fig. 1. *Nuculana acuta* (Conrad), vista exterior de una valva derecha. Muestra SF-87. Hipotipo IGM-2627-Mi. Aprox. $\times 16$.
- Fig. 2. *Anadara (Scapharca) transversa* (Say), vista exterior de una valva izquierda. Muestra SF-95. Hipotipo IGM-2628-Mi. Aprox. $\times 14$.
- Fig. 3a,-b *Anadara (Argina) campechensis* (Gmelin), valva izquierda. Muestra SF-95. Hipotipo IGM-2629-Mi. Aprox. $\times 14$. (a vista exterior; (b vista interior).
- Fig. 4. *Anomia simplex* (d'Orbigny), vista exterior de una valva derecha. Muestra SF-27. Hipotipo IGM-2630-Mi. Aprox. $\times 16$.
- Fig. 5. *Brachidontes (Ischadium) recurvus* (Rafinesque), vista exterior de una valva derecha. Muestra SF-178. Hipotipo IGM-2666-Mi. Aprox. $\times 17$.
- Fig. 6. *Crassinella guadalupensis* (d'Orbigny), vista exterior de una valva izquierda. Muestra SF-57. Hipotipo IGM-2631-Mi. Aprox. $\times 31$.
- Fig. 7. *Cardita floridana* (Conrad), vista exterior de una valva izquierda. Muestra SF-107. Hipotipo IGM-2667-Mi. Aprox. $\times 10$.
- Fig. 8. *Cardium (Trachicardium) muricatum* (Linnaeus), vista exterior de una valva derecha. Muestra SF-34. Hipotipo IGM-2632-Mi. Aprox. $\times 22$.



MICROMOLUSCOS DE LA LAGUNA DE TERMINOS

LAMINA 2

- Fig. 1. *Chione (Chione) cancellata* (Linnaeus), vista exterior de una valva derecha. Muestra SF-58. Hipotipo IGM-2633-Mi. Aprox. $\times 16$.
- Fig. 2. *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin), vista exterior de una valva derecha. Muestra SF-163. Hipotipo IGM-2634-Mi. Aprox. $\times 17$.
- Fig. 3. *Mulinia lateralis* (Say), vista exterior de una valva derecha. Muestra SF-178. Hipotipo IGM-2635-Mi. Aprox. $\times 9$.
- Fig. 4. *Abra aequalis* (Say), vista exterior de una valva derecha. Muestra SF-165. Hipotipo IGM-2636-Mi. Aprox. $\times 5$.
- Fig. 5. *Corbula contracta* (Say), vista exterior de una valva izquierda. Muestra SF-107. Hipotipo IGM-2664-Mi. Aprox. $\times 8$.
- Fig. 6. *Balcis conoidea* (Kurtz y Stimpson), vista apertural. Muestra SF-93. Hipotipo IGM-2637-Mi. Aprox. $\times 8$.
- Fig. 7a-b. *Natica pusilla* Stimpson. Muestra SF-53. Hipotipo IGM-2668-Mi. Aprox. $\times 60$. a) vista espiral; b) vista umbilical.
- Fig. 8. *Epitonium humphreysii* Kiener, vista apertural. Muestra SF-107. Hipotipo IGM-2661-Mi. Aprox. $\times 16$.
- Fig. 9. *Littoridina sphinctostoma* Abbot y Ladd, vista apertural. Muestra SF-53. Hipotipo IGM-2638-Mi. Aprox. $\times 16$.



MICROMOLUSCOS DE LA LAGUNA DE TERMINOS

LAMINA 3

Fig. 1. *Vitrinella multistriata* (Verrill), vista espiral. Muestra SF-91. Hipotipo IGM-2659-Mi. Aprox. $\times 22$.

Figs. 2a, b. *Teinostoma cryptospira* (Verrill). Muestra SF-53. Hipotipo IGM-2669-Mi. Aprox. $\times 20$.
a) vista espiral; b) vista umbilical.

Fig. 3. *Hydrobia* sp., vista apertural. Muestra SF-142. Hipotipo IGM-2665-Mi. Aprox. $\times 45$.

Fig. 4. *Truncatella caribaeensis* Sowerby, vista apertural. Muestra SF-14. Hipotipo IGM-2646-Mi. Aprox. $\times 50$.

Fig. 5. *Rissoina chesneli* (Michaud), vista apertural. Muestra SF-107. Hipotipo IGM-2643-Mi. Aprox. $\times 15$.

Fig. 6. *Littorina ziczac* (Gmelin), vista apertural. Muestra SF-149. Hipotipo IGM-2656-Mi. Aprox. $\times 16$.

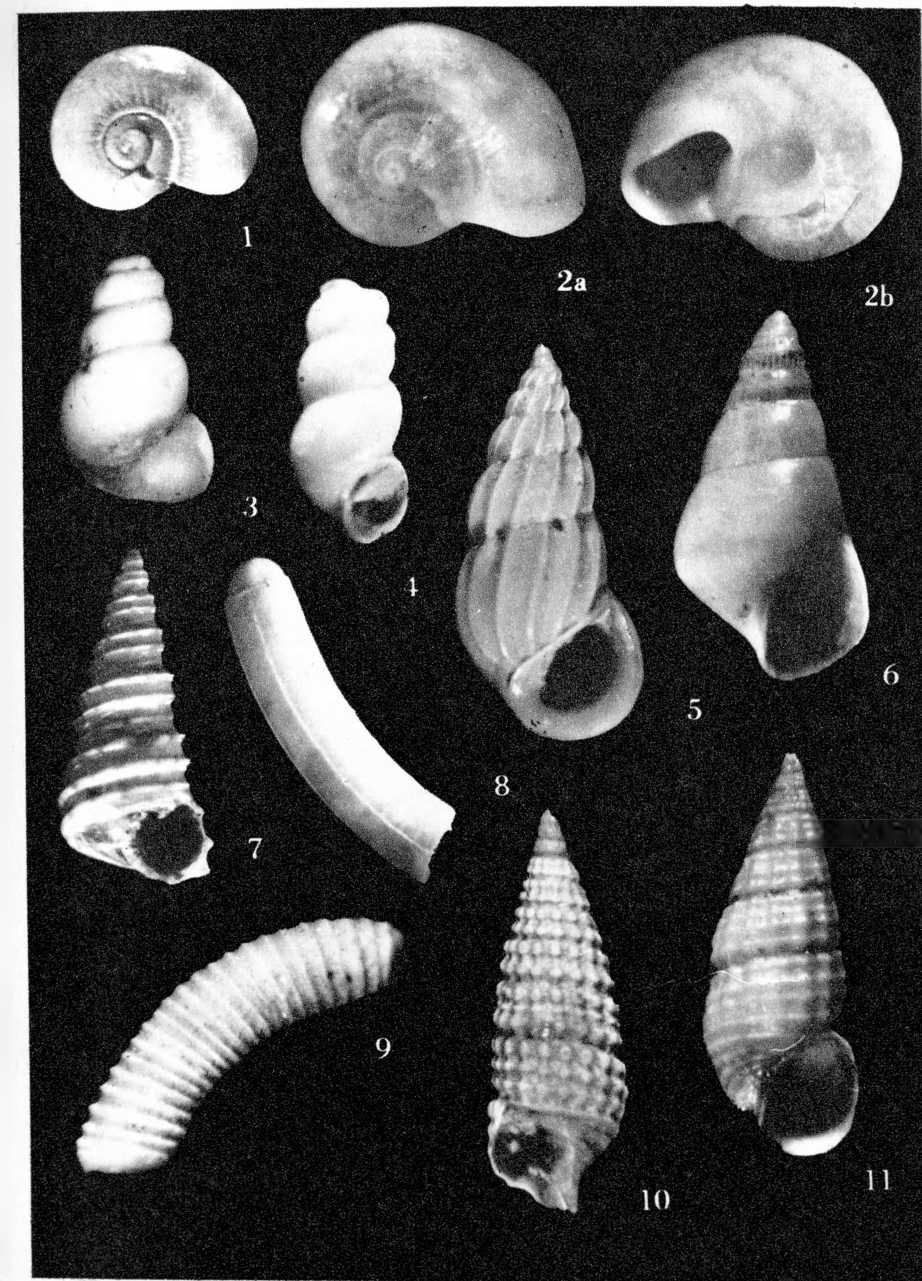
Fig. 7. *Vermicularia fargoi* Olsson, vista apertural. Muestra SF-87. Hipotipo IGM-2660-Mi. Aprox. $\times 8$.

Fig. 8. *Fartulum nebulosum* Rehder, vista lateral. Muestra SF-93. Hipotipo IGM-2657-Mi. Aprox. $\times 16$.

Fig. 9. *Caecum pulchellum* Stimpson, vista lateral. Muestra SF-93. Hipotipo IGM-2653-Mi. Aprox. $\times 26$.

Fig. 10. *Triphora nigrocincta* (C. B. Adams), vista apertural. Muestra SF-93. Hipotipo IGM-2642-Mi. Aprox. $\times 17$.

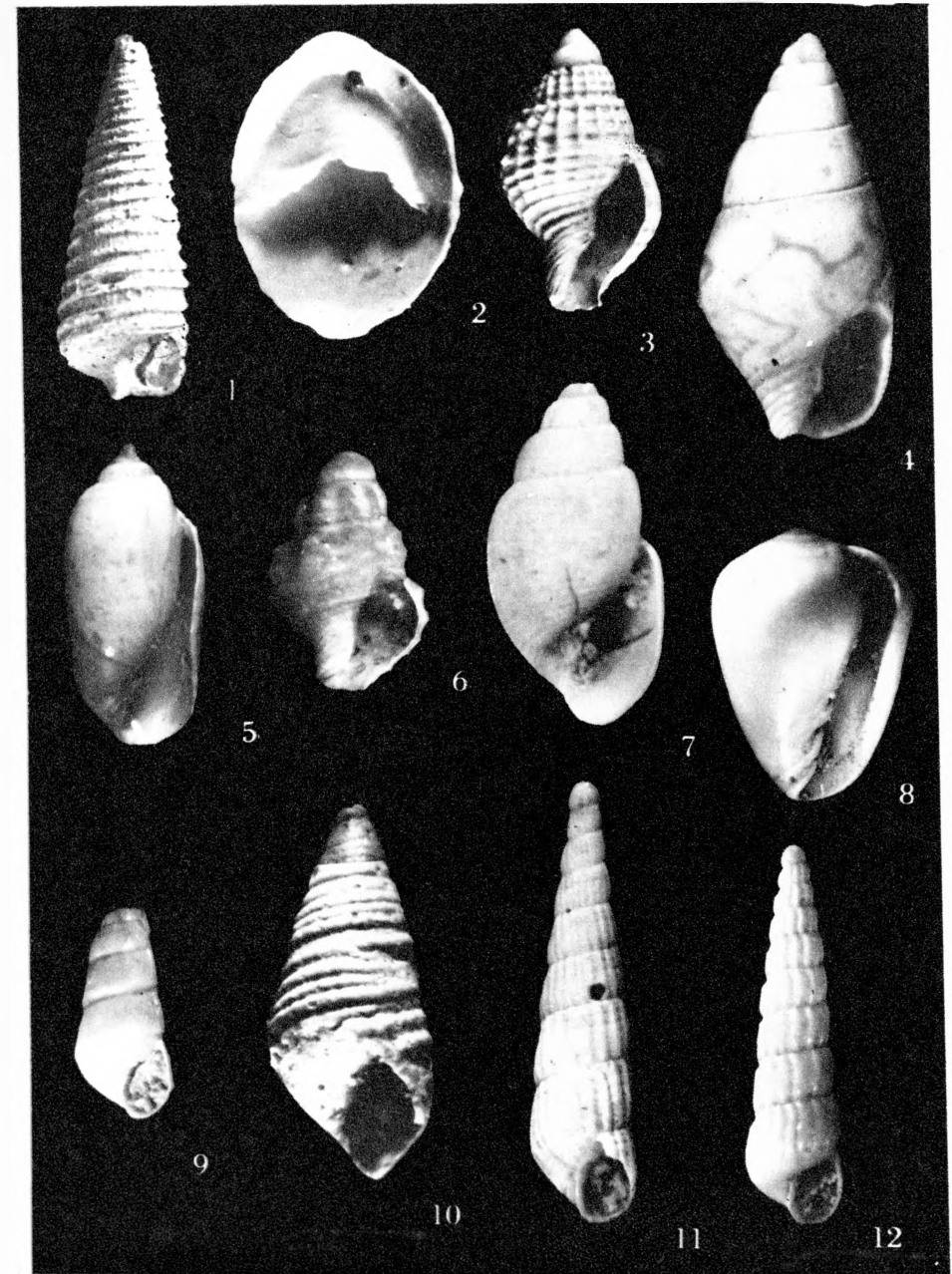
Fig. 11. *Bittium varium* (Pfeiffer), vista apertural. Muestra SF-102. Hipotipo IGM-2647-Mi. Aprox. $\times 17$.



MICROMOLUSCOS DE LA LAGUNA DE TERMINOS

LAMINA 4

- Fig. 1. *Seila adamsi* (Lea), vista apertural. Muestra SF-107. Hipotipo IGM-2644-Mi. Aprox. $\times 16$.
- Fig. 2. *Crepidula plana* Say, vista interior. Muestra SF-168. Hipotipo IGM-2652-Mi. Aprox. $\times 18$.
- Fig. 3. *Antillophos* sp., vista apertural. Muestra SF-34. Hipotipo IGM-2654-Mi. Aprox. $\times 17$.
- Fig. 4. *Mitrella lunata* Say, vista apertural. Muestra SF-93. Hipotipo IGM-2645-Mi. Aprox. $\times 17$.
- Fig. 5. *Retusa candei* (d'Orbigny), vista apertural. Muestra SF-87. Hipotipo IGM-2651-Mi. Aprox. $\times 18$.
- Fig. 6. *Latirus brevicaudatus* (Reeve), vista apertural. Muestra SF-182. Hipotipo IGM-2650-Mi. Aprox. $\times 17$.
- Fig. 7. *Actaeon punctostriatus* (C. B. Adams), vista apertural. Muestra SF-107. Hipotipo IGM-2662-Mi. Aprox. $\times 16$.
- Fig. 8. *Persicula lavalleana* (d'Orbigny), vista apertural. Muestra SF-107. Hipotipo IGM-2648-Mi. Aprox. $\times 6$.
- Fig. 9. *Pyramidella engonia teres* K. J. Bush, vista apertural. Muestra SF-107. Hipotipo IGM-2649-Mi. Aprox. $\times 30$.
- Fig. 10. *Odostomia impressa* (Say), vista apertural. Muestra SF-76. Hipotipo IGM-2639-Mi. Aprox. $\times 24$.
- Fig. 11. *Turbonilla abrupta* K. J. Bush, vista apertural. Muestra SF-84. Hipotipo IGM-2640-Mi. Aprox. $\times 16$.
- Fig. 12. *Turbonilla interrupta* (Totten), vista apertural. Muestra SF-84. Hipotipo IGM-2641-Mi. Aprox. $\times 17$.



MICROMOLUSCOS DE LA LAGUNA DE TERMINOS

Se terminó de imprimir el día 27
de diciembre de 1963 en los Ta-
lleres Gráficos de la EDITORIAL
INTERCONTINENTAL, S. A., Calle
Geranio N° 262, Col. Sta. María
Insurgentes. México 4, D. F.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE GEOLOGIA

BOLETIN

- 59.—SALAS, G. P., MOOSER, F., LEDEZMA, O., MAYER, F., PEREZ SILICEO, R. y SCHMITTER, E. (1959). *Los depósitos de bauxita en Haití y Jamaica y posibilidades de que exista bauxita en México.* 111 p. \$ 30.00 M. N. \$ 3.00 Dlls.
- SALAS, G. P. *Los depósitos de bauxita en Haití y Jamaica y posibilidades de que exista bauxita en México.* p. 9-42, 16 figs.
- MOOSER, F. y LEDEZMA, O. *Exploración en busca de bauxitas en Paso de Aculzingo, Ver. y parte del Valle de Tehuacán, Pue.* p. 43-50, 1 mapa.
- MOOSER, F., LEDEZMA, O. y MAYER, F. *Exploración en busca de bauxitas en los límites de los estados de Puebla y Veracruz.* p. 53-69.
- LEDEZMA, O. *Exploración en busca de bauxitas en la zona de Tuxtepec, Oax.* p. 71-80, 18 figs., 1 mapa.
- MAYER, F. *Exploración en busca de bauxitas en la zona de Temascal, Oax.* p. 81-93, 18 figs.
- PÉREZ SILICEO, R. *Muestreo de lateritas a lo largo de la carretera entre Tulancingo, Hgo. y Necaxa, Pue., para la investigación de bauxitas.* p. 95-104, 1 mapa, 6 cuadros.
- SCHMITTER, E. *Clasificación basada en el análisis térmico diferencial de materiales arcillosos colectados en diferentes regiones del país.* p. 105-111, 5 figs.
- 60.—FRIES JR., C. (1960). *Geología del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México.* 236 p., 22 láms., 24 figs., 3 mapas, 1 croquis. \$ 40.00 M. N. \$ 4.00 Dlls.
- 61.—BLÁSQUEZ L., L., MOOSER, F., REYES LAGOS, A. y LORENZO, J. L. (1961). *Fenómenos geológicos de algunos volcanes mexicanos.* 108 p. \$ 20.00 M. N. \$ 2.00 Dlls.
- BLÁSQUEZ L., L. *Los géiseres, solfataras y manantiales de la Sierra de San Andrés, Mich.* p. 1-37, 9 figs., 1 carta.
- BLÁSQUEZ L., L. *Las posibles fuentes de energía geotérmica en la República Mexicana.* p. 39-46.

- MOOSER, F. y REYES LAGOS, A. *El grupo volcánico de las Tres Vírgenes, Mpio. de Santa Rosalía, Territorio de Baja California*. p. 47-48, 1 fig.
- MOOSER, F. *Los volcanes de Colima*. p. 49-71, 14 figs.
- REYES LAGOS, A. *Las nuevas solfataras del Volcán de Colima*. p. 73-75.
- LORENZO, J. L. *Notas sobre Geología Glacial del Nevado de Colima*. p. 77-92, 12 figs.
- BLÁSQUEZ L., L. *Los glaciales de México*. p. 93-108, 7 figs., 4 tablas.
- 62.—DE CSERNA, Z. *Reconocimiento geológico en la Sierra Madre del Sur, entre Chilpancingo y Acapulco, Estado de Guerrero*. (en prensa) (in press)
- 63.—SCHMITTER, E. y ROJAS DE GÓMEZ, R. (1962). *Contribución al estudio de minerales y rocas*. 66 p. \$ 30.00 M. N. \$ 3.00 Dlls.
- I.—SCHMITTER, E. *Curvas de análisis térmico diferencial cualitativo obtenidas de estudios de bauxitas, arcillas bauxíticas y otros minerales*. p. 1-57, 31 figs.
- II.—ROJAS DE GÓMEZ, R. *Estudio de un nuevo método para la determinación de alúmina por titulación*. p. 59-66, 2 tablas.
- 64.—FRIES JR., C. Editor (1962). *Estudios geocronológicos de rocas mexicanas*. Partes 1-6, Apéndice. 151 p. \$ 30.00 M. N. \$ 3.00 Dlls.
- Pt. 1.—FRIES JR., C. *Reseña de los métodos principales empleados en las determinaciones isotópicas de edad*. p. 1-9.
- Pt. 2.—DAMON, P. E., LIVINGSTON, D. E., MAUGER, R. L., GILETTI, B. J. y PANTOJA-ALOR, J. *Edad del Precámbrico "Anterior" y de otras rocas del zócalo de la región de Caborca-Altar de la parte noroccidental del Estado de Sonora*. p. 11-44, 4 figs., 6 tablas.
- Pt. 3.—FRIES JR., C., SCHMITTER, E., DAMON, P. E. y LIVINGSTON, D. E. *Rocas precámbricas de edad grenvilliana de la parte central de Oaxaca en el sur de México*. p. 45-53, 3 tablas, 1 lám.
- Pt. 4.—FRIES JR., C., SCHMITTER, E., DAMON, P. E., LIVINGSTON, D. E. y ERICKSON, R. *Edad de las rocas metamórficas en los cañones de Peregrina y de Caballeros, parte centro-occidental de Tamaulipas*. p. 55-69, 1 fig., 1 lám., 1 tabla.
- Pt. 5.—DE CSERNA, Z., SCHMITTER, E., DAMON, P. E., LIVINGSTON, D. E. y KULP, L. *Edades isotópicas de rocas metamórficas del centro y sur de Guerrero y una monzonita cuarcífera del norte de Sinaloa*. p. 71-84, 1 fig., 2 lám., 3 tablas.
- Pt. 6.—FRIES JR., C. *Lista de fechas geoquímicas reportadas para minerales y rocas mexicanas con comentarios sobre su significado geológico y geotectónico*. p. 85-109, 3 figs., 1 tabla.
- Apéndice.—FRIES JR., C. *Lista de fechas de radiocarbono correspondientes a muestras mexicanas*. p. 111-151, 1 tabla.
- 65.—ENCINO DE LA VEGA, S (1963). *Estudio mineralógico y petrográfico de algunos domos salinos del Istmo de Tehuantepec*. (en prensa) (in press)
- 66.—FABREGAT, J. F. (1963). *Revisión crítica de los minerales mexicanos; I.—La Boleita*: (en prensa) (in press)
- 67, Pt. 1.—YÁÑEZ, A. (1963). *Batimetría, salinidad, temperatura y distribución de los sedimentos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México*. 47 p., 17 figs. \$ 20.00 M. N. \$ 2.00 Dlls.
- Pt. 2. SILVA-BÁRCENAS, A. (1963). *Sistemática y distribución de los géneros de diatomeas de la Laguna de Términos, Campeche, México*. 31 p., 12 figs. \$ 15.00 M. N. \$ 1.50 Dlls.
- Pt. 3. AYALA-CASTAÑARES, A. (1963). *Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México*. 130 p., 60 figs., 11 láms. \$ 50.00 M. N. \$ 4.00 Dlls.
- Pt. 4. GARCÍA-CUBAS JR., A. (1963). *Sistemática y distribución de los micromoluscos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México*. 55 p., 24 figs., 4 láms. \$ 30.00 M. N. \$ 3.00 Dlls.

Para obtener estas publicaciones o información sobre boletines anteriores y demás publicaciones del Instituto de Geología, dirigirse a:

Oficina de Publicaciones
Instituto de Geología
Ciudad Universitaria
México 20, D. F.
MEXICO.