

## ESTUDIO PALEOECOLOGICO PRELIMINAR DE LOS FORAMINIFEROS BENTONICOS DE PROBABLE EDAD PLEISTOGENICA DE SALINA GRANDE, SONORA

Socorro Celis-Gutiérrez\*

### INTRODUCCION

La antigua laguna de Salina Grande se encuentra en el Estado de Sonora (31°32' N y 114°07' W) y tiene una extensión aproximada de 3.4 km de longitud por 1.5 km de anchura.

Queda comprendida dentro de la provincia fisiográfica de Sierras Sepultadas en la subprovincia del Desierto de Sonora (Raisz, 1964), constituida principalmente por depósitos fluviales, deltaicos, eólicos y marinos pliocuaternarios, con espesor de varios cientos de metros.

El principal criterio para considerar estos depósitos como pleistocénicos es la altitud de los mismos con respecto al nivel medio del mar actual (Malpica *et al.*, 1978; Ortlieb y Malpica, 1978; Ortlieb, 1980).

En esta región se observan sedimentos fluviales alternando con marinos que podrían estar relacionados con movimientos neotectónicos regionales o con factores geodinámicos externos (variaciones de nivel del mar por glacio-eustatismo, períodos húmedos y secos, etc.).

Los depósitos cuaternarios están cortados por fallas relacionadas en gran parte con la falla San Jacinto-Cerro Prieto de desplazamiento dextral. Esta falla constituye la prolongación del sistema transformante de San Andrés hacia el Golfo de California (B. Colleta, comunicación personal).

La laguna de Salina Grande, actualmente sin agua durante la mayor parte del año debido a la intensa evaporación existente que provoca la formación de costras salinas, corresponde a una antigua laguna litoral cuya comunicación directa con el mar fue cerrada debido a los movimientos neotectónicos anteriormente citados, y a una acumulación de sedimentos en forma de barrera que han sido transportados y depositados posiblemente por las corrientes litorales.

En estudios anteriores (Celis, 1980; Celis y Malpica, 1981) se ha mencionado que los estudios geológicos en la región son relativamente abundantes. De éstos, vale la pena mencionar por su cercanía con el área del presente estudio, el de Anderson y colaboradores (1950), quienes llevaron a cabo un reconocimiento en las costas de Sonora y Baja California; el de Hertlein y Emerson (1956), que pone en evidencia los restos de una playa pleistocénica a + 6 m de altitud en la región de Puerto Peñasco; el de Merriam y Bandy (1965), que estudia los depósitos pleistocénicos y post-pleistocénicos de la región adyacente al Golfo de Santa Clara; y el de Colleta y Ortlieb (1979), quienes estudiaron la actividad neotectónica en la parte extrema meridional del sistema de fallas de San Andrés.

En esta región, los estudios que se relacionan con la paleontología y micropaleontología son inexistentes; los más cercanos al área de trabajo son: el de Bandy (1961), quien estudia la distribución de los foraminíferos, radiolarios y diatomeas en los sedimentos del Golfo de California; el de Phleger, quien en 1964 publicó una memoria sobre los foraminíferos bentónicos en el Golfo de California; el de Stump (1975), quien estudió las comunidades de moluscos en la región de Puerto Libertad, dando a conocer los diversos ambientes ecológicos en los que se desarrollan estas comunidades, así como su población y mortalidad, infiriendo una edad pleistocénica tardía para estos depósitos. Celis (1979) reportó los foraminíferos de antiguas líneas de costa en algunas regiones de Sonora y Baja California, y en 1980 realizó un estudio microfaunístico en la región de Puerto Libertad. En 1981, Celis y Malpica investigaron sobre los foraminíferos en depósitos cuaternarios en algunos puntos de la costa de Sonora.

Para la identificación e interpretación de los foraminíferos en este estudio, se consultó la siguiente bibliografía: Bradshaw (1957), Butterlin (1970), Cushman (1915, 1939, 1945), Lankford (1959), Le Calvez (1974, 1977), Loeblich y Tappan (1964), D'Orbigny (1939), Phleger (1960, 1970), Pujos (1976), Segura (1963), Randrianosolo (1972).

### SECCION ESTUDIADA

En la región de la laguna de Salina Grande, se observan depósitos marinos y lagunares a altitudes que varían entre 8 y 12 m. La sección estudiada presenta una altura de 10 m, y se pueden diferenciar cinco unidades (Figura 1).

1.—*Unidad basal* de 4 m de espesor, constituida por arcillas de color café oscuro, con laminaciones horizontales, en la cual se tomaron las muestras SG-1 en su base y la SG-2 en su parte media superior (Figura 1). El análisis granulométrico realizado en ambas muestras dio como resultado una arcilla-limosa (Figura 2).

En la muestra SG-1 se presenta una asociación microfaunística relativamente rica y variada, con cinco géneros y 12 especies que constituyen un 15% de la fauna total de este afloramiento (Figura 3). Esta asociación indica un medio de laguna litoral poco profunda con comunicación marina por la presencia de *Ammonia beccarii* var. *tepida* y *Elphidium tumidum*, que según Phleger (1960) es abundante en estas condiciones.

Butterlin (1970) indica que la mayor abundancia de *Ammonia beccarii* var. *tepida* se presenta a una salinidad de 20‰ - 40‰ y Bradshaw (1957) da a conocer temperaturas de 20 - 30°C como óptimas en el desarrollo de esta misma especie. *Elphidium tumidum* prolifera en aguas con temperaturas de 17 - 26°C y salinidad de 34‰ a 36‰ (Phleger, 1960). Atendiendo a que éstas son las especies más abundantes en este horizonte y de las cuales se han hecho estudios ecológicos en medios actuales similares, se infiere que las condiciones ambientales fueron semejantes a las que prevalecen actualmente en los medios antes mencionados.

\* Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510 México, D. F.

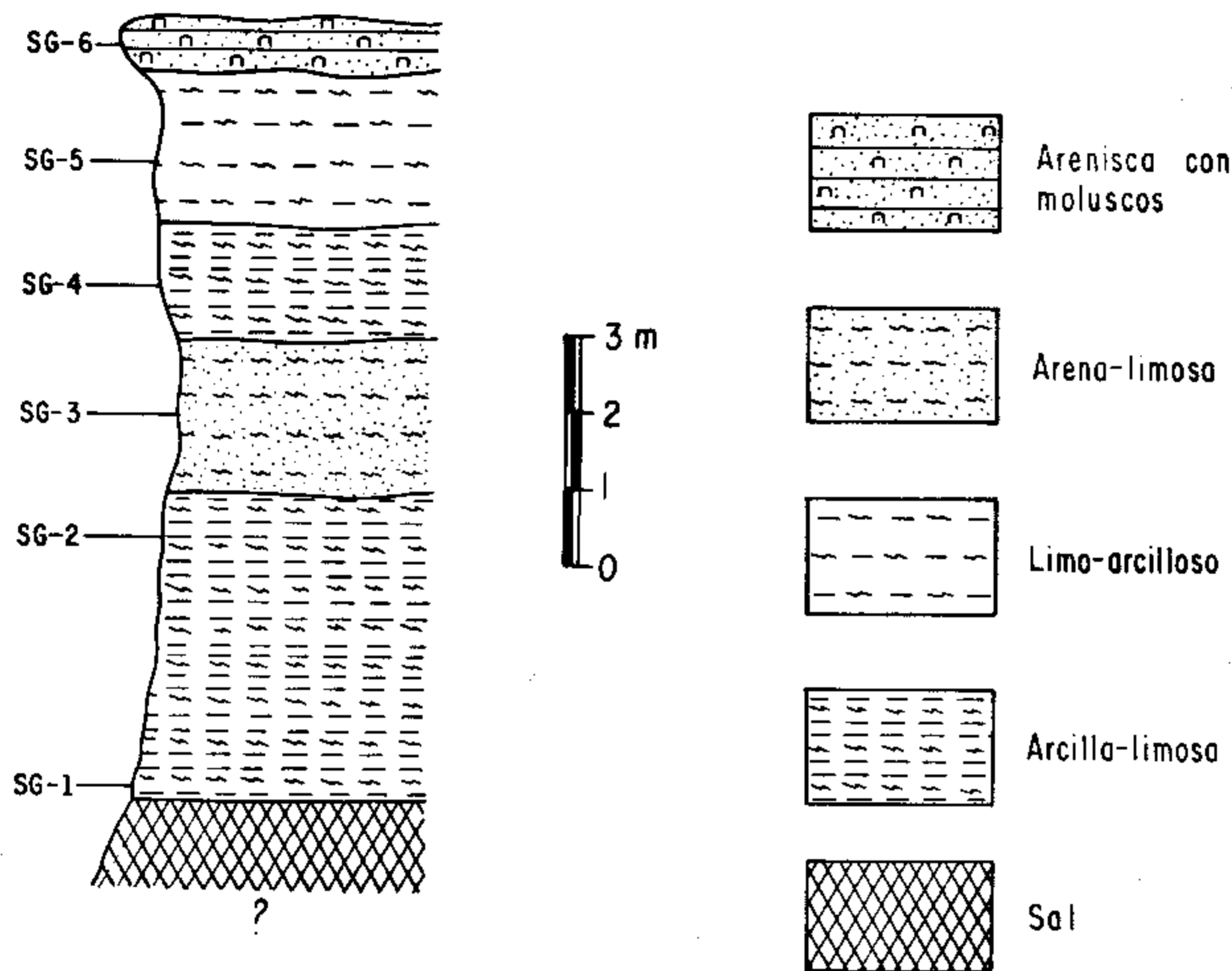


Figura 1.- Sección diagramática de la secuencia medida en Salina Grande.

En la muestra SG-2 la asociación microfaunística presenta una reducción, tanto en el número de especies (seis géneros y nueve especies, Tabla 1) como en el número de individuos de cada una y sólo constituye un 10% de la fauna total de este afloramiento (Figura 3). Al igual que en la muestra anterior, este conjunto representa un medio de laguna litoral con estrecha comunicación marina de muy poca profundidad, lo cual confirma la presencia de *Bulminella* cf. *B. bassendorffensis* y *Cellanthus gunteri*, que invaden ambientes lagunares de muy poca profundidad en sedimentos arcillo-limosos (Lankford, 1959). Sin embargo, la ausencia de *Elphidium tumidum* indica condiciones de temperatura y salinidad normales; y la presencia de *Ammonia beccarii* var. *tepida* y *Cellanthus gunteri*, que aunque su mayor abundancia es en condiciones de temperatura y salinidad normales, también pueden desarrollarse en medios hipersalinos (Phleger, 1960; Butterlin, 1970), podrían sugerir un ligero aumento en la salinidad en relación con el episodio anterior, debido probablemente al crecimiento de una barrera que cortó la comunicación con el mar, incrementándose la temperatura, la cual provocó una mayor evaporación y por consiguiente mayor salinidad.

2.—*Segunda unidad* de 2 m de espesor, está constituida por sedimentos finos de color verde-amarillento, con estratificación horizontal no muy marcada, en la cual se tomó la muestra SG-3 (Figura 1). El análisis granulométrico permitió establecer que el sedimento está formado por arena y limo (Figura 2) con 10 géneros y 13 especies de foraminíferos (Tabla 1), que constituyen el 25% del total de la fauna (Figura 3).

Este conjunto también se considera característico de un medio de laguna litoral poco profunda con comunicación marina, siendo las especies más abundantes *Ammonia beccarii* var. *tepida* y *Elphidium tumidum*, indicadoras de condiciones normales de temperatura y salinidad. Con base en estas dos especies, se infiere que las condiciones ambientales fueron semejantes a las que prevalecieron durante el depósito de la unidad de donde provino la muestra SG-1.

El aumento considerable, tanto de especies como del número de individuos en cada una de ellas, en relación con la muestra SG-2, así como la presencia de especies ya mencionadas anteriormente, conduce a pensar en un cambio en las condiciones de la laguna, por lo que se supone que la barrera fue erosionada y hubo de nuevo gran afluencia de agua marina a la laguna, permitiendo que la temperatura y salinidad volvieran a la normalidad. Lo anterior puede corroborarse con el análisis granulométrico, pues al momento de la apertura entraron arenas nuevamente a la laguna, por lo que se depositaron sedimentos de tipo arena-limoso.

3.—*Tercera unidad* de 1.5 m de espesor, en donde se tomó la muestra SG-4, está constituida por arcillas verdes y amarillas con estratificación horizontal (Figura 1). El análisis granulométrico dio como resultado un sedimento de tipo arcillo-limoso (Figura 2), donde se identificaron 10 géneros y 13 especies de foraminíferos (Tabla 1).

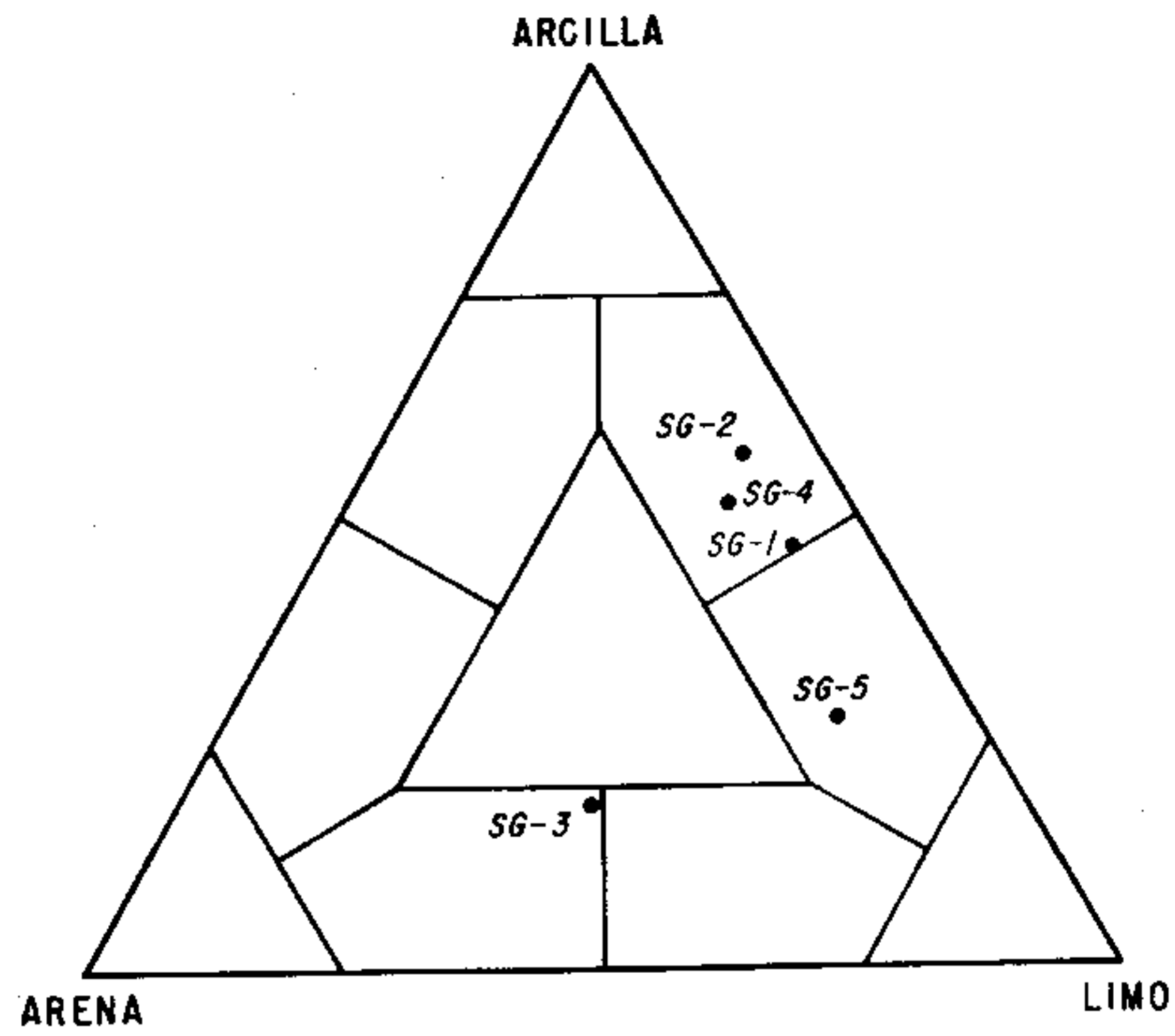


Figura 2.- Distribución del porcentaje de sedimentos según el método propuesto por Shepard (1954).

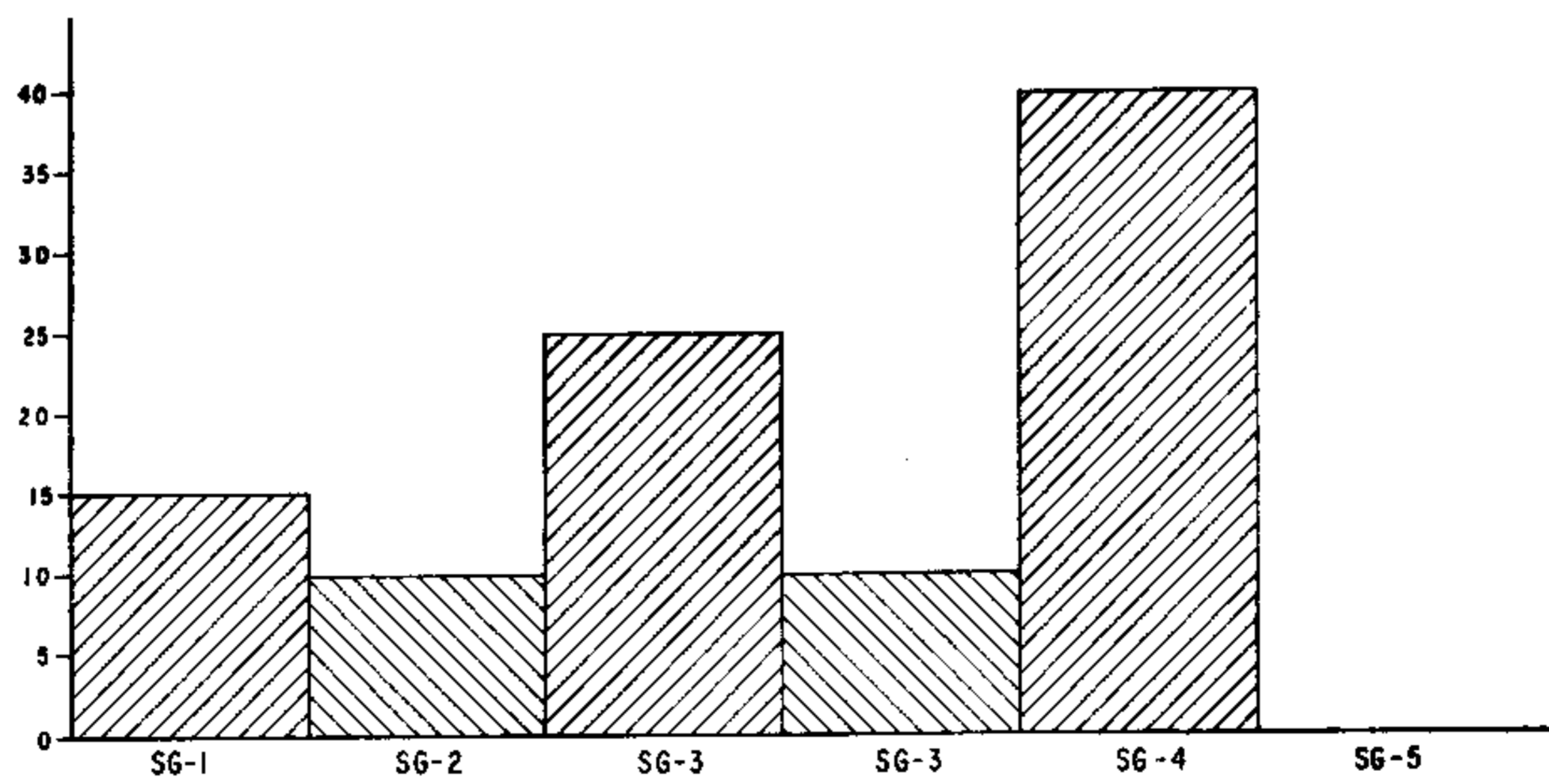


Figura 3.- Distribución relativa de los foraminíferos de las muestras correspondientes a la sección medida en Salina Grande.

Tabla 1.- Distribución de las especies de foraminíferos y su porcentaje en la sección estudiada.

ESPECIES	MUESTRAS				
	SG-1	SG-2	SG-3	SG-4	SG-5
<i>Ammonia beccarii</i> var. <i>tepida</i>	25	18	25	20	10
<i>Bolivina punctata</i>				3	
<i>Bolivina</i> sp. A			--		
<i>Bulimina marginata</i>			5	3	
<i>Buliminella</i> cf. <i>B.</i> <i>bassendorfsensis</i>		8		10	
<i>Buliminella elegantissima</i>				7	5
<i>Cellanthus gunteri</i>	8	14	10	10	8
<i>Criboelphidium spinatum</i> var. <i>translucens</i>		10		10	8
<i>Elphidium articulatum</i>	8	10			8
<i>Elphidium excavatum</i>	8	10	10		8
<i>Elphidium gerthi</i>				10	
<i>Elphidium incertum</i> <i>mexicanum</i>	8	12			10
<i>Elphidium macellum</i>			10		8
<i>Elphidium spinatum</i>	5	10			
<i>Elphidium tumidum</i>	12		12	10	10
<i>Elphidium</i> sp. A	--				
<i>Elphidium</i> sp. B			--		
<i>Elphidium</i> sp. C					--
<i>Eponides antillarum</i>	8				
<i>Eponides tumidulus</i>	8		10	10	10
<i>Glabratella globosa</i>			5		
<i>Globigerina bulloides</i>				1	
<i>Nonion elongatum</i>	5	8	5	3	5
<i>Nonionella danvillensis</i>				3	5
<i>Nonionella opima</i>	5		5		
<i>Quinqueloculina</i> sp. A					
<i>Virgulina pontoni</i>			3		5

En esta unidad el número de especies es abundante, pero el número de individuos es muy pobre y sólo representa un 10% de la fauna total encontrada en la sección estudiada (Figura 3).

Esta asociación microfaunística corresponde a un medio ambiente de laguna litoral, apoyándose con la presencia de especies como *Buliminella* cf. *B. bassendorfsensis* y *Cellanthus gunteri*, que invaden ambientes lagunares de poca profundidad en sedimentos muy finos de tipo limoso o arcilloso (Lankford, 1959).

El número de organismos por especie se reduce en la laguna, debido tal vez a un cambio en las condiciones de temperatura y salinidad, provocado probablemente por el cierre de la comunicación con el mar, quedando una zona lagunar más o menos cerrada, en donde predominan los depósitos de materiales finos, como lo indican el análisis granulométrico y la presencia de *Elphidium gerthi* que habita en este tipo de sedimentos (Pujos, 1976).

4.— *Cuarta unidad*, de 2.25 m de espesor, en donde se tomó la muestra SG-5, caracterizada por sedimentos finos de color verde-amarillento, con estratificación horizontal (Figura 1). El análisis granulométrico permitió clasificarla como un sedimento de tipo limo-arcilloso (Figura 2), en donde se identificaron nueve géneros y 14 especies de foraminíferos (Tabla 1).

Observando el contenido de foraminíferos en las muestras anteriores, se puede constatar un aumento tanto en el número de especies (Tabla 1), como en el número de individuos de cada una, ya que esta muestra representa el 40% de la fauna contenida en el total de muestras (Figura 3).

Este conjunto representa un medio de laguna litoral de poca profundidad con comunicación marina.

La abundancia de especies como *Ammonia beccarii* var. *tepida* y *Elphidium tumidum* indica condiciones normales de temperatura y salinidad. La presencia de *Criboelphidium spinatum* var. *translucens* sugiere un medio ambiente de aguas claras (Phleger, 1970). Tomando en cuenta todas las características anteriormente expuestas, se puede suponer que la barrera fue erosionada nuevamente y hubo gran afluencia de agua marina a la laguna.

5.— *Quinta unidad* de 0.5 m de espesor, de donde se tomó la muestra SG-6 (Figura 1), constituida por una arenisca de grano fino de color amarillento con algunos crustáceos (*Balanus*) y fragmentos y moldes de moluscos (*Tajelus* sp., *Trachicardium* sp.), presentando estratificación horizontal. El estudio petrográfico la define como una arenisca calcárea con matriz esparítica, estando constituido el cementante por carbonato de calcio (V. M. Malpica C., comunicación personal).

En esta muestra únicamente se encontraron dos especies de foraminíferos (Tabla 1); un individuo del género *Quinqueloculina* que se dejó en nomenclatura abierta, debido a sus malas condiciones de conservación y dos individuos del género *Eponides* que se encuentran muy recristalizados.

La macrofauna de moluscos aunada al tipo de granulometría y cementante que une a los granos, nos hace pensar en un ambiente con gran afluencia marina.

#### CONCLUSIONES

Se identificaron 12 géneros y 22 especies de foraminíferos, dejando en nomenclatura abierta cinco especies debido al mal estado de conservación, que no permitió una determinación exacta.

Algunas de las especies de foraminíferos que se identificaron en estas muestras, como *Bulimina elegantissima*, *Elphidium macellum*, *Nonion elongatum*, *Nonionella danvillensis*, son señaladas a partir del Eoceno. La mayoría de ellas se conoce a partir del Mioceno: *Ammonia beccarii* var. *tepida*, *Bulimina marginata*, *Elphidium incertum mexicanum*, *Eponides antillarum*; mientras que *Cellanthus gunteri* es conocida a partir del Plioceno y sólo *Elphidium tumidum* se reporta a partir del Pleistoceno inferior.

De acuerdo con el estudio sedimentológico y microfaunístico de esta localidad, se puede considerar que dentro de la historia reciente de la laguna se han registrado los siguientes cambios ambientales: Para la primera unidad, el estudio micropaleontológico de la muestra SG-1 revela una asociación de foraminíferos relativamente rica y variada, y su análisis granulométrico indica condiciones ambientales de una laguna de agua somera, con comunicación marina de temperatura y salinidad normales. El estudio de la muestra SG-2, tomada en la parte superior de esta unidad, indica una disminución tanto en la asociación microfaunística como en la comunicación marina con un ligero aumento en temperatura y salinidad.

En la segunda unidad, el estudio de la muestra SG-3 manifiesta un incremento considerable en la microfauna, por lo que las condiciones ambientales que prevalecen corresponden a una laguna de agua somera, con considerable afluencia de aguas marinas y con temperatura y salinidad normales.

Para la tercera unidad, el estudio de la muestra SG-4 denota una reducción considerable en la microfauna debido a un cambio en las condiciones ambientales. En la cuarta unidad, el estudio de la muestra SG-5 indica una asociación microfaunística rica y variada, por lo que las condiciones ambientales que prevalecieron corresponden a una laguna de agua somera con gran afluencia de agua marina, y con temperatura y salinidad normales.

En la cima de la sección, que corresponde a la quinta unidad, el estudio de la muestra SG-6 revela que la microfauna es muy raquítica y sólo se reportan dos especies de foraminíferos. La macrofauna, granulometría y tipo de cementante indican un ambiente de alta energía con gran afluencia marina.

#### AGRADECIMIENTOS

La autora agradece cumplidamente a los Dres. V. M. Malpica y L. R. Segura, por sus discusiones, sugerencias y revisión del manuscrito, y a los Sres. P. Ramírez, J. Osorio y E. Gutiérrez, por el procesamiento de las muestras y la elaboración de los dibujos.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anderson, C. A. *et al.*, 1950, 1940 E. W. Scripps cruise to the Gulf of California; Part I; Geology of the islands and neighbouring land areas: Geol. Soc. America, Mem. 43, 53 p.
- Bandy, O. L., 1961, Distribution of foraminifera, radiolaria and diatoms in sediments of the Gulf of California: *Micropaleontology*, v. 7, p. 1-26, 5 láms.
- Bradshaw, J. S., 1957, Laboratory studies on the rate of growth of the foraminifer *Streblus beccarii* (Linné) var. *tepida* Cushman: *Jour. Paleontology*, v. 31, p. 1138-1147.
- Butterlin, Jacques, 1970, Ecologie et paléocologie des foraminifères, application des données correspondentes: Cours D.E.A., *Paléontologie*, Orsay 68-69, 63 p.
- Celis-Gutiérrez, Socorro, 1979, Les foraminifères quaternaires des anciennes lignes de rivage de la côte de Sonora et de Basse Californie (Mexique): París, Univ. Pierre et Marie Curie, tesis doctoral (3er. ciclo), 110 p., 37 fig., 3 tablas (inédita).
- - - 1980, Estudio microfaunístico de una sección del Pleistoceno superior en la región de Puerto Libertad, Sonora: Univ. Nal. Autón. México, *Inst. Geología, Revista*, v. 4, p. 76-81.
- Celis-Gutiérrez, Socorro, y Malpica-Cruz, V. M., 1981, Foraminíferos cuaternarios de la costa de Sonora: Sevilla, Reunión Grupo Español de Trabajo del Cuaternario, 5, p. 137-150, 3 fig., 2 tablas.
- Colleta, B., y Ortlieb, Luc, 1979, La actividad tectónica cuaternaria en la extremidad meridional del sistema de San Andrés: Tijuana, Simposio sobre la falla de San Andrés en los asentamientos humanos, SAHOP, p. 75-90.
- Cushman, J. A., 1915, A monograph of the foraminifera of the North Pacific Ocean; Miliolidae: U. S. Nat. Mus., Bull. 71, pte. 6, 100 p., 39 lám.
- - - 1939, A monograph of the foraminiferal family Nonionidae: U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 191, p. 1-100, 20 láms.
- - - 1945, The species of foraminifera recorded by d'Orbigny in 1826 from the Pliocene of Castel Arquato, Italy: *Cush. Lab. Foramin. Res.*, Spec. Publ. 13, 27 p., 6 láms.
- Hertlein, L. G., y Emerson, W. K., 1956, Marine Pleistocene invertebrates from near Pto. Peñasco, Sonora, Mexico: *Trans. San Diego Soc. Nat. History*, v. 12, p. 154-176.
- Lankford, R. R., 1959, Distribution and ecology of foraminifera from east Mississippi delta margin: *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, v. 43, p. 2068-2099.
- Le Calvez, Yolande, 1974, Révision des foraminifères de la Collection d'Orbigny; I, Foraminifères des Iles Canaries: *Cahiers Micropal. C.N.R.S. (Francia)*, t. II, 106 p., 28 láms.
- - - 1977, Révision des foraminifères de la Collection d'Orbigny; II, Foraminifères de l'île de Cuba: *Cahiers Micropal. C.N.R.S. (Francia)*, t. I, 127 p., 23 láms.
- Loeblich, A. R., y Tappan, Helen, 1964, Protista 2: in Moore, R. C. (ed.), *Treatise on invertebrate paleontology*. Geol. Soc. America and Univ. Kansas Press, pte. C, v. 1, 510 p., 399 fig.
- - - 1964, Protista 2: in Moore, R. C. (ed.), *Treatise on invertebrate paleontology*. Geol. Soc. America and Univ. Kansas Press, pte. C, v. 2, p. 511-900, fig. 400-652.

- Malpica, V. M. et al.**, 1978, *Transgresiones cuaternarias en la costa de Sonora*: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, v. 2, p. 90-97.
- Merriam, R.**, y Bandy, O. L., 1965, *Source of upper Cenozoic sediments in Colorado delta region*: Jour. Sediment. Petrology, v. 35, p. 911-916, fig. 1-3.
- D'Orbigny, Alcide**, 1839, *Histoire physique, politique et naturelle de l'île de Cuba par M. Ramon de la Sagra*: Paris, Bertrand, A. (ed.), Foraminifera, 224 p., 12 láms.
- Ortlieb, Luc**, 1980, *Neotectonics from marine terraces along the Gulf of California: in Earth rheology; isostasy and eustasy*. Nueva York, Wiley-Interscience, p. 497-504.
- Ortlieb, Luc**, y Malpica, V. M., 1978, *Reconnaissance des dépôts pleistocènes marins autour du Golfe de Californie, Mexique*: Cahier ORSTOM, Ser. Geol., v. 10, n. 2, p. 177-190.
- Phleger, F. B.**, 1960, *Ecology and distribution of recent foraminifera*: Baltimore, The John Hopkins Press, 297 p., 83 fig., 11 láms.
- - - 1964, *Patterns of living benthonic foraminifera, Gulf of California: in Marine geology of the Gulf of California*. Scripps Inst. Oceanography, Mem. 3, v. 4, p. 377-394.
- - - 1970, *Foraminiferal populations and marine marsh processes*: Contr. Scripps Inst. Oceanography, v. 15, p. 522-534.
- Pujos, M.**, 1976, *Ecologie des foraminifères benthiques et des thencamoebiens de la Gironde et du Plateau Continental Sud-Gascogne: application a la connaissance du Quaternaire terminal de la region Ouest-Gironde*: Burdeos, Univ. Bordeaux I, tesis doctoral (de Estado), 274 p., 11 láms. (inédita).
- Raisz, Erwin**, 1964, *Physiographic provinces of Mexico*: Cambridge, Mass., mapa con texto, escala aprox. 1:3,000,000.
- Randrianosolo, Auran**, 1972, *Etude des foraminifères du Pliocène du Mont Boron et du Quaternaire de la region de Nice*: Provenza, Univ. Provence, tesis doctoral (de Estado), 180 p. (inédita).
- Segura, L. R.**, 1963, *Sistemática y distribución de los foraminíferos litorales de la Playa Washington, al sureste de Matamoros, Tamaulipas, México*: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Bol. 68, 92 p.
- Shepard, F. P.**, 1954, *Nomenclature based on sand-silt-clay ratios*: Jour. Sediment. Petrology, v. 24, p. 151-158, fig. 1-6.
- Stump, T. E.**, 1975, *Pleistocene molluscan paleoecology and community structure of the Puerto Libertad region, Sonora*: Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology, v. 17, p. 177-226.