

80  
2e1



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**FORAMINIFEROS Y OSTRACODOS DE LA  
LOCALIDAD TIPO DE LA FORMACION TEPETATE  
EN BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO:  
IMPLICACIONES BIOESTRATIGRAFICAS  
Y PALEOAMBIENTALES.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**B I O L O G O**

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

**ROSALIA GUERRERO ARENAS**

DIRECTORA DE TESIS: DRA. ANA LUISA CARREÑO.

MEXICO, D. F.

1998

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

259257



Universidad Nacional  
Autónoma de México

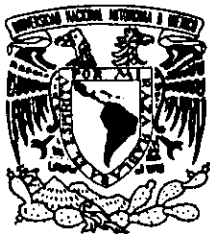


## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

3 de Noviembre de 1997.

M. en C. Virginia Abrín Batule  
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

"FORAMINIFEROS Y OSTRACODOS DE LA LOCALIDAD TIPO DE LA FORMACION  
TEPETATE EN BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO: IMPLICACIONES BIOESTRATIGRA-  
FICAS Y PALEOAMBIENTALES"

realizado por

GUERRERO ARENAS ROSALIA

con número de cuenta 8937949-3 , pasante de la carrera de BIOLOGIA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis  
Propietario

DRA. ANA LUISA CARREÑO

*Dra. Ana Luisa Carreño*

Propietario

DRA. MARISOL MONTELLANO BALLESTEROS

*Marisol Montellano Ballesteros*

Propietario

ING. DAVID JOSE ZAMUDIO ANGELES

Suplente

DR. PEDRO GARCIA BARRERA

*Pedro Garcia Barrera*  
FACULTAD DE CIENCIAS

Suplente

M. EN C. LUIS ESPINOSA ARRUBARRENAU

Consejo Departamental de Biología

M. EN C. ALEJANDRO MARTINEZ MENA



DEPARTAMENTO  
DE BIOLOGIA

## CONTENIDO

<b>Agradecimientos</b>	III
<b>Resumen</b>	4
<b>Abstract</b>	4
<b>Introducción</b>	5
<b>Antecedentes de la zona de estudio</b>	6
<b>Material y método</b>	8
<b>Descripción litológica</b>	10
<b>Estructura de la población de microfósiles</b>	11
<b>Paleontología sistemática</b>	12
<b>Edad</b>	32
<b>Ambiente de depósito</b>	37
<b>Discusión y conclusiones</b>	46
<b>Referencias bibliográficas</b>	50

## Ilustraciones

### a) Tablas

Tabla 1. Distribución de los foraminíferos en las biozonas asignadas a la localidad tipo de la Formación Tepetate, B.C.S., México.

Tabla 2. Distribución de los ostrácodos en la localidad tipo de la Formación Tepetate.

Tabla 3. Distribución en el Paleogeno (según Toumarkine y Luterbacher, 1985) de los foraminíferos planctónicos de la localidad tipo de la Formación Tepetate.

Tabla 4. Alcances estratigráficos designados por Mallory (1959) para algunos foraminíferos bentónicos de la localidad tipo de la Formación Tepetate.

Tabla 5. Distribución batimétrica inferida (Ingle, 1980; Thomas, 1991, entre otros) para algunos géneros de foraminíferos bentónicos de la localidad tipo de la Formación Tepetate.

Tabla 6. Distribución batimétrica (según Ingle, 1980) para algunas especies de foraminíferos bentónicos de la localidad tipo de la Formación Tepetate.

Tabla 7. Edad y ambiente de depósito inferidos por diversos autores para la Formación Tepetate.

## **b) Figuras**

Figura 1. Localización de la zona de estudio.

Figura 2. Columna litológica de la localidad tipo de la Formación Tepetate.

Figura 3. Paquetes de arenisca diastratificada irregular en la localidad de Arroyo Colorado.

Figura 4. Icnofósiles identificados como Thalassinoides en la localidad de Arroyo Colorado.

## **c) Láminas**

## AGRADECIMIENTOS

Para que esta tesis pudiera realizarse y convertirse en acervo cultural de una biblioteca, necesitó de la intervención de varias personas. A todas ellas les agradezco por la ayuda que me brindaron durante el desarrollo de este trabajo.

En primer lugar, a la Dra. Ana Luisa Carreño, por soportarme durante todo este tiempo. Desde la asesoría académica, hasta los jalones de oreja y el apoyo moral que recibí por su parte.

Al director del Instituto de Geología, U.N.A.M., Dr. Dante Morán Zenteno, por permitirme el acceso a las instalaciones, así como a la Dra. María del Socorro Lozano-García, Jefe del Departamento de Paleontología.

A la Dra. Marisol Montellano, por sus comentarios y recomendaciones para mejorar mi trabajo y facilitarme su computadora en la etapa final del escrito.

Al Dr. Pedro García Barrera y el Ing. David José Zamudio Ángeles, por sus críticas y revisiones a este escrito, al igual que el M. en C. Luis Espinosa-Arrubarrera.

Al M. en C. Jorge Ledesma por compartir información y sus sugerencias para mejorar este trabajo.

A la Dra. María del Carmen Perrilliat, por permitirme el acceso a la colección micropaleontológica del Museo del Instituto de Geología.

A Gerardo Zenteno y Rosario Flores Ramos, por ayudarme con los múltiples problemas de computación que tuve.

Al personal de la Biblioteca del Instituto de Geología; por su amabilidad y disponibilidad de ayudarme en todo lo posible.

A la M. en C. Margarita Reyes, Biól. Héctor Lara y Biól. Guillermina González Mancera por apoyarme con el trabajo de microscopía electrónica.

A Héctor Hernández, por el trabajo fotográfico y por arreglar todo lo que descomponía en mis ratos de ocio.

A Pablo Ramírez Rosas, por el trabajo sedimentológico. Y por el apoyo moral a toda hora.

Al M. en C. Mariano Elías Calles y el M. en I. Luis Antonio Flores de Dios González, por ayudarme a resolver mis múltiples dudas y por el préstamo de material bibliográfico.

A mis compañeros en el Instituto de Geología, por alegrarme la rutina y el convivio diario.

A las personas que están a mi lado y que tienen que ver con todo lo que hago y que han sido la mayor influencia en mí para ser la persona que soy: a mis padres Guillermo y Rosalba, mis hermanos Guillermo y Coral, por estar indisolublemente unida a ellos; a mi tío Eduardo y mi abuelo, por apoyarnos siempre. A mis amigos de toda la vida, especialmente Lulú, Chuy, Karla, Magda, Concepción, Erika, Dayana, Maribell, Gerardo, Edson, Rogelio y Humberto. Todos ellos imprimen la sal y la pimienta en el constante transcurrir de mi vida.

Esta tesis forma parte del proyecto No. IN102995 "Estratigrafía cenozoica del área de El Cien, Baja California Sur: implicaciones paleogeográficas", auspiciada por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico. Agradezco infinitamente el apoyo económico brindado.

A MIS PADRES, POR TODO LO QUE SE MERECEAN.

## Resumen

Se estudia un conjunto de 54 especies de foraminíferos bentónicos y planctónicos, y 13 géneros de ostrácodos provenientes de la localidad considerada como tipo de la Formación Tepetate, Baja California Sur, México. Con base en los foraminíferos planctónicos, la edad correspondiente para la sección estudiada abarca del Eoceno temprano tardío (Zona de *Acarinina pentacamerata*) al Eoceno medio (Zona de *Hantkenina nuttalli*), es decir, de los 51.2 a los 48.4 Ma. El ambiente de depósito se interpretó como una cuenca de aguas marinas someras, cuya profundidad osciló entre los 150 a 500 m, de acuerdo a las estructuras litológicas, y con la microfauna e icnofósiles; hacia la cima de la columna se encuentran estructuras sedimentarias (*hummocky cross stratification*) que evidencian eventos de tormenta. Este depósito probablemente ocurrió dentro de un ciclo transgresivo-regresivo.

## Abstract

At arroyo Colorado, B.C.S., México, an assemblage formed by 54 species of benthic and planktonic Foraminifera and 13 genera of Ostracoda was studied in what is known as the type locality of the Tepetate Formation. According to current age assignments, the formation ranges from the late early Eocene (Zone of *Acarinina pentacamerata*) to the *Hantkenina nuttalli* Zone of the middle Eocene, between 51.2 to 48.4 million years before present. The depositional environment, interpreted as a shallow water deposits with depths between 150 to 500 m, agrees with the litological analysis, as well as with other paleontological evidence (microfauna and ichnofossils). Towards the upper part of the section sedimentary evidence (e.g. hummocky cross stratification) indicates some storm events within a deposit that probably occurred in a transgressive-regressive cycle.



## Resumen

Se estudia un conjunto de 54 especies de foraminíferos bentónicos y planctónicos, y 13 géneros de ostrácodos provenientes de la localidad considerada como tipo de la Formación Tepetate, Baja California Sur, México. Con base en los foraminíferos planctónicos, la edad correspondiente para la sección estudiada abarca del Eoceno temprano tardío (Zona de *Acarinina pentacamerata*) al Eoceno medio (Zona de *Hantkenina nuttalli*), es decir, de los 51.2 a los 48.4 Ma. El ambiente de depósito se interpretó como una cuenca de aguas marinas someras, cuya profundidad osciló entre los 150 a 500 m, de acuerdo a las estructuras litológicas, y con la microfauna e icnofósiles; hacia la cima de la columna se encuentran estructuras sedimentarias (*hummocky cross stratification*) que evidencian eventos de tormenta. Este depósito probablemente ocurrió dentro de un ciclo transgresivo-regresivo.

## Abstract

At arroyo Colorado, B.C.S., México, an assemblage formed by 54 species of benthic and planktonic Foraminifera and 13 genera of Ostracoda was studied in what is known as the type locality of the Tepetate Formation. According to current age assignments, the formation ranges from the late early Eocene (Zone of *Acarinina pentacamerata*) to the *Hantkenina nuttalli* Zone of the middle Eocene, between 51.2 to 48.4 million years before present. The depositional environment, interpreted as a shallow water deposits with depths between 150 to 500 m, agrees with the litological analysis, as well as with other paleontological evidence (microfauna and ichnofossils). Towards the upper part of the section sedimentary evidence (*e.g.* hummocky cross stratification) indicates some storm events within a deposit that probably occurred in a transgressive-regressive cycle.

## Introducción

La península de Baja California representa actualmente un área de interés científico para las Ciencias de la Tierra, ya que constituye un modelo de estudio para algunos fenómenos como la tectónica de placas, procesos de sedimentación y formación de márgenes pasivos continentales. Asimismo, la riqueza de su flora y fauna fósiles la hacen atractiva para estudios paleontológicos. Sin embargo, el interés generado por la península no es reciente. Los primeros estudios se remontan a los tiempos posteriores a la Colonia: Miguel del Barco (1770) en "Historia Natural y Crónica de la Antigua California" se ocupó de documentar aspectos etnológicos y lingüísticos, así como la descripción de animales, plantas, fósiles y recursos minerales; otro destacado trabajo es el realizado por Francisco Xavier Clavijero en su "Historia de la Antigua o Baja California" (1789) en el que abarca la historia natural de la península, así como el desarrollo de sus antiguos pobladores. A partir de este tiempo y hasta el siglo XIX, los trabajos de índole científica son escasos. En el siglo XIX, se realizaron expediciones con el propósito de buscar y explotar depósitos minerales. En el siglo actual, los trabajos geológicos con fines petroleros tuvieron un gran auge; Darton (1921) describió en forma general la geología de la península. En 1922, Heim publicó un informe general del Terciario en la porción sur de la península, donde nombra y describe por primera vez a las formaciones Tepetate, Purísima Nueva, Cuesta y Salada. Un informe sobre la geología de la parte sur de la península (anónimo, 1924) y posteriormente publicado por Beal (1948) describe la historia geológica, las posibles condiciones para una adecuada explotación económica y las características de las unidades litológicas que abarcan desde el Cretácico hasta el Plioceno. En 1943, Petróleos Mexicanos, basándose en la información obtenida del análisis de informes previos, explora la parte sur con fines petroleros, siendo Mina-Uhink (1957) quien publica estos resultados; en éstos, subdivide tres regiones geológicas, describiéndolas litológica y estratigráficamente. Lozano-Romen (1975) realizó una evaluación de los hidrocarburos existentes en las rocas terciarias, proponiendo las condiciones adecuadas para una posible explotación económica. A fines de los años 60, y con la incorporación de nuevos conceptos, tales como la tectónica de placas y la extensión del fondo marino, se observó que la península representa un modelo adecuado para el desarrollo de estos

estudios. Las investigaciones no se hicieron esperar y hasta la fecha proliferan los trabajos sobre el desarrollo y las consecuencias de estos fenómenos.

Para poder desarrollar de manera adecuada estas investigaciones, es necesario conocer las características geológicas de la península, de manera que sea más fácil comprender los fenómenos que ha sufrido a lo largo del tiempo; sin embargo, son pocos los estudios referentes a las unidades litológicas y su caracterización.

Por esta razón se pensó en llevar a cabo el presente estudio en el que se describen las características bioestratigráficas de una de las formaciones más importantes de Baja California Sur: la Formación Tepetate, la cual representa a las rocas marinas terciarias más antiguas de la península (Beal, 1948).

Este trabajo se desarrolló en la localidad tipo de la formación, donde se realiza un listado taxonómico de la microfauna fósil, la cual incluye foraminíferos y ostrácodos, precisándose los alcances que tuvieron a lo largo de la columna litológica y su distribución en ésta. A partir de su identificación, y correlacionando las estructuras sedimentarias e icnofósiles, se propone la edad y el paleoambiente del depósito.

Se espera que esta información proporcione bases que se utilicen en futuros estudios de correlación de las unidades litológicas terciarias de Baja California. Este estudio forma parte de un proyecto a largo plazo cuyo objetivo principal es el de cartografiar a detalle y/o semidetalle las unidades litológicas de la península e islas adyacentes, el cual llevan a cabo en conjunto personal académico del Instituto de Geología, U.N.A.M. y de la Sociedad Geológica Peninsular.

### **Antecedentes de la zona de estudio**

Dentro de la literatura geológica y bioestratigráfica de la península de Baja California, son pocas los trabajos que se refieren a la caracterización de la Formación Tepetate. La primera referencia a esta unidad es de Heim (1922), quien la nombra debido a su cercanía al Rancho Tepetate en arroyo Colorado, en alusión al color y aspecto de sus rocas; el nombre de "tepetate" significa "pavimento de rocas". De acuerdo con Heim (*loc. cit.*), esta unidad se caracteriza por la

estudios. Las investigaciones no se hicieron esperar y hasta la fecha proliferan los trabajos sobre el desarrollo y las consecuencias de estos fenómenos.

Para poder desarrollar de manera adecuada estas investigaciones, es necesario conocer las características geológicas de la península, de manera que sea más fácil comprender los fenómenos que ha sufrido a lo largo del tiempo; sin embargo, son pocos los estudios referentes a las unidades litológicas y su caracterización.

Por esta razón se pensó en llevar a cabo el presente estudio en el que se describen las características bioestratigráficas de una de las formaciones más importantes de Baja California Sur: la Formación Tepetate, la cual representa a las rocas marinas terciarias más antiguas de la península (Beal, 1948).

Este trabajo se desarrolló en la localidad tipo de la formación, donde se realiza un listado taxonómico de la microfauna fósil, la cual incluye foraminíferos y ostrácodos, precisándose los alcances que tuvieron a lo largo de la columna litológica y su distribución en ésta. A partir de su identificación, y correlacionando las estructuras sedimentarias e icnofósiles, se propone la edad y el paleoambiente del depósito.

Se espera que esta información proporcione bases que se utilicen en futuros estudios de correlación de las unidades litológicas terciarias de Baja California. Este estudio forma parte de un proyecto a largo plazo cuyo objetivo principal es el de cartografiar a detalle y/o semidetalle las unidades litológicas de la península e islas adyacentes, el cual llevan a cabo en conjunto personal académico del Instituto de Geología, U.N.A.M. y de la Sociedad Geológica Peninsular.

#### **Antecedentes de la zona de estudio**

Dentro de la literatura geológica y bioestratigráfica de la península de Baja California, son pocas los trabajos que se refieren a la caracterización de la Formación Tepetate. La primera referencia a esta unidad es de Heim (1922), quien la nombra debido a su cercanía al Rancho Tepetate en arroyo Colorado, en alusión al color y aspecto de sus rocas; el nombre de "tepetate" significa "pavimento de rocas". De acuerdo con Heim (*loc. cit.*), esta unidad se caracteriza por la

abundancia del macroforaminífero *Orthophragmina pratti* y le asigna una edad del Eoceno tardío y la asocia a un ambiente de depósito nerítico.

Beal (1948) reconoció tres áreas donde aflora esta unidad, dos de ellas situadas al norte de la península ubicadas entre los 31° 15' Lat N, en la región entre Punta San Ysidro y el sureste de Punta Canoas, y a los 29° 20' Lat N, en las cercanías del Desierto de Santa Clara; la tercera se ubica al sur, al este y sureste de Bahía de Magdalena. También describió secciones de esta formación en los arroyos Salada, Guadalupe y El Conejo (entre los 24° Lat N y 24° 30' Lat N); de acuerdo con los fósiles recolectados en Punta San Ysidro, arroyo San Antonio, en las cercanías del Puerto de Santa Catarina, al norte de la Laguna de San Ignacio y, en arroyo Colorado, sugirió una edad que abarca del Paleoceno al Eoceno para la formación y un ambiente de depósito probablemente deltaico. Sin embargo, en trabajos posteriores (Lozano-Romen, 1975) se ha demostrado que las zonas que Beal ubica al norte de la península, corresponden en realidad a la Formación Sepultura, por lo que el área que se encuentra en la parte sur es la única que pertenece a la Formación Tepetate.

Mina-Uhink (1957) restringió la distribución de la Formación Tepetate a la parte sur, desde el área donde se encuentra el rancho de Santa Rita (Km. 157 de la carretera La Paz-La Purísima) hasta el arroyo de El Conejo (Km. 69 de la misma carretera). Este autor es el primero en considerar como el afloramiento típico la localidad descrita originalmente por Heim (1922) en arroyo Colorado. Registró que el espesor expuesto en toda el área de afloramiento de la formación es de aproximadamente 1,300 m y que la secuencia está compuesta principalmente de arenisca amarilla café, de grano fino a grueso. Basado en el estudio de la microfauna fósil de una sección de arroyo de Liebres, asignó una edad de Eoceno temprano y medio a la formación; a partir de las características de esta microfauna, concluyó que el ambiente de depósito debió ser nerítico y ocasionalmente costero.

A mediados de los años 70, se realizaron dos estudios con fines bioestratigráficos: Knappe (1974) estudió los foraminíferos de la formación en las secciones expuestas en arroyo Datilar y

Fulwider (1976) quien hizo un estudio más extenso que incluye la caracterización litológica y bioestratigráfica de la formación.

Otros trabajos importantes de mencionar realizados en la Formación Tepetate son los de carácter sedimentológico de Minch y Leslie (1979), Galli-Olivier y colaboradores (1986), López-Ferreira y colaboradores (1991), Vázquez-García y colaboradores (1995) y Vázquez-García y Schwennicke, (1996); mientras que entre los que incluyen información paleontológica sobresalen los realizados por Squires y Demetron (1991) y Perrilliat (1996).

Como se puede observar, a pesar de que los trabajos anteriores representan una importante fuente de información geológica y paleontológica, hace falta estudios que se refieran a la caracterización bioestratigráfica de la formación, ya que con excepción de Fulwider (1976), prácticamente no existen. A pesar de que Knappe (1974) y Fulwider (*op. cit.*) estudiaron los foraminíferos fósiles de la localidad, esta información no muestra la distribución de los mismos dentro de la columna estratigráfica.

Otro problema son las discrepancias entre los diferentes autores al referirse a la edad y el paleoambiente de depósito de la formación; de igual forma, son escasos los registros de estructuras sedimentarias biogénicas (icnofósiles). En el presente estudio se intentará aportar elementos que permitan una discusión y redondeo de los antecedentes aquí planteados.

## **Material y método**

### **a) Localización del área de estudio y procedencia del material**

La localidad tipo de la Formación Tepetate (IGM-2984), se localiza en el municipio de La Paz, en Baja California Sur, a 80 km aproximadamente al sur de Ciudad Constitución (Las Pocitas, Baja California Sur, México, carta número G12C79, escala 1: 50 000, CGSINEGI, 1983). La sección (Figura 1), corresponde a un afloramiento en arroyo Colorado, ubicado entre los 24° 23' 17.7" Lat N y 111° 07' 53.2" Lon W (datos obtenidos con un geoposicionador Ensign GPStm).

Fulwider (1976) quien hizo un estudio más extenso que incluye la caracterización litológica y bioestratigráfica de la formación.

Otros trabajos importantes de mencionar realizados en la Formación Tepetate son los de carácter sedimentológico de Minch y Leslie (1979), Galli-Olivier y colaboradores (1986), López-Ferreira y colaboradores (1991), Vázquez-García y colaboradores (1995) y Vázquez-García y Schwennicke, (1996); mientras que entre los que incluyen información paleontológica sobresalen los realizados por Squires y Demetron (1991) y Perrilliat (1996).

Como se puede observar, a pesar de que los trabajos anteriores representan una importante fuente de información geológica y paleontológica, hace falta estudios que se refieran a la caracterización bioestratigráfica de la formación, ya que con excepción de Fulwider (1976), prácticamente no existen. A pesar de que Knappe (1974) y Fulwider (*op. cit.*) estudiaron los foraminíferos fósiles de la localidad, esta información no muestra la distribución de los mismos dentro de la columna estratigráfica.

Otro problema son las discrepancias entre los diferentes autores al referirse a la edad y el paleoambiente de depósito de la formación; de igual forma, son escasos los registros de estructuras sedimentarias biogénicas (icnofósiles). En el presente estudio se intentará aportar elementos que permitan una discusión y redondeo de los antecedentes aquí planteados.

## **Material y método**

### **a) Localización del área de estudio y procedencia del material**

La localidad tipo de la Formación Tepetate (IGM-2984), se localiza en el municipio de La Paz, en Baja California Sur, a 80 km aproximadamente al sur de Ciudad Constitución (Las Pocitas, Baja California Sur, México, carta número G12C79, escala 1: 50 000, CGSINEGI, 1983). La sección (Figura 1), corresponde a un afloramiento en arroyo Colorado, ubicado entre los 24° 23' 17.7" Lat N y 111° 07' 53.2" Lon W (datos obtenidos con un geoposicionador Ensign GPStm).

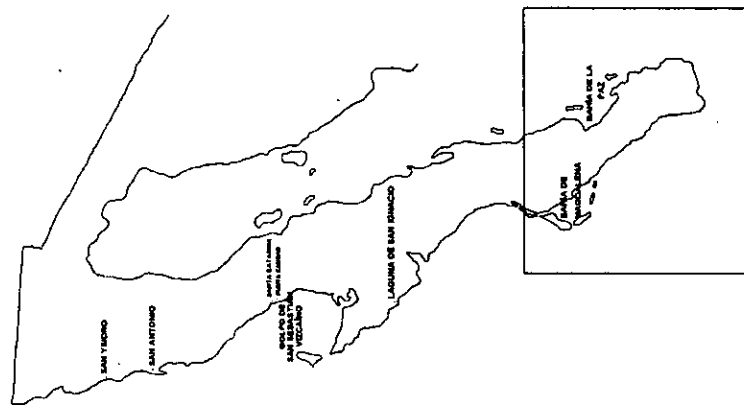
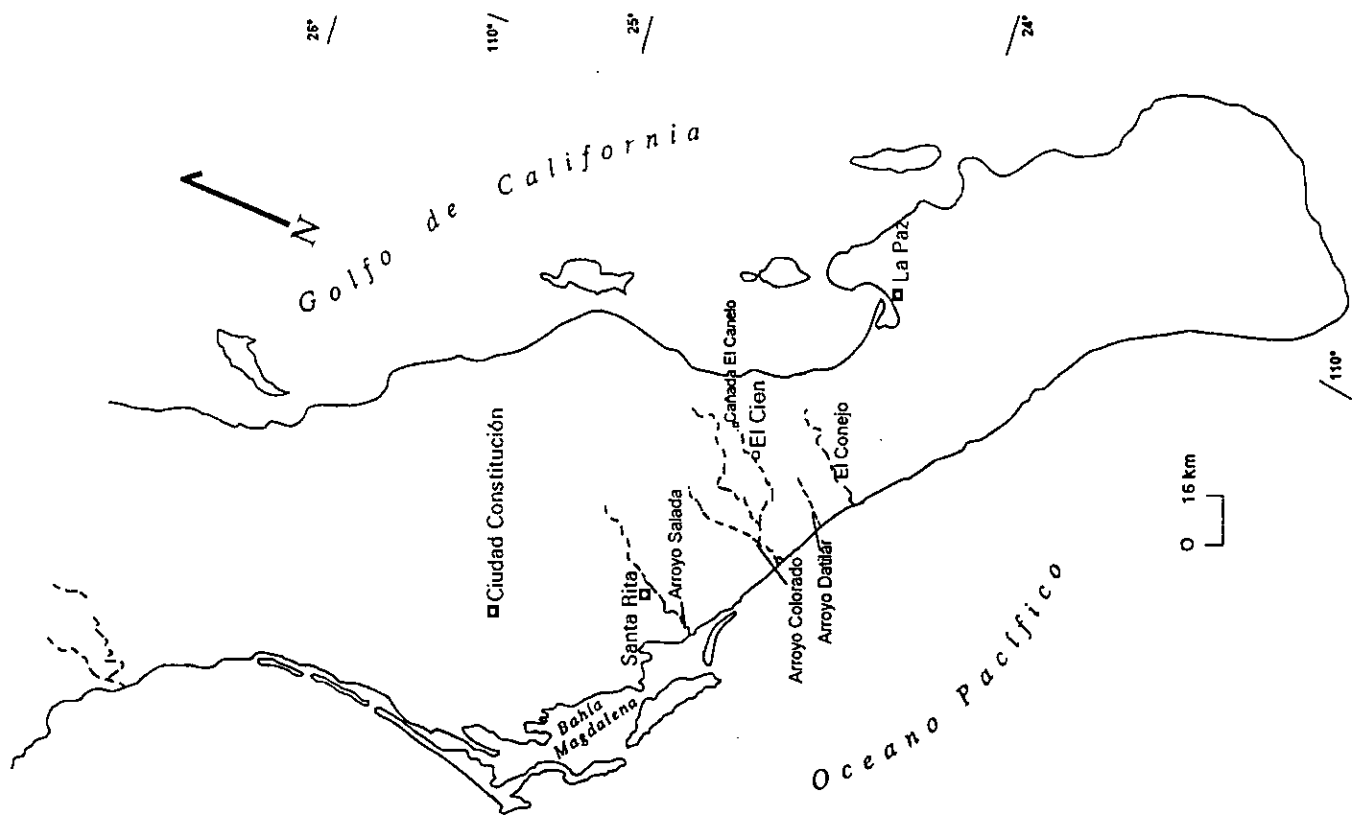


Figura 1. Localización del área de estudio.



A la localidad se accesa por la carretera Transpeninsular Núm. 1. Del lado derecho de la carretera frente a la población Las Pocitas se sigue el camino de terracería hacia el rancho Tepetate (24° 23' Lat N y 111° 08' Lon W), siguiendo el cauce del arroyo Colorado hasta los paredones que constituyen el afloramiento típico.

El material estudiado consiste de 20 muestras tomadas a lo largo de la columna estratigráfica, recolectadas durante el año de 1993 por personal académico del Instituto de Geología, U.N.A.M.

#### **b) Procesamiento para su estudio en el laboratorio.**

En el laboratorio las muestras fueron disgregadas con agua oxigenada y lavadas en el chorro de agua corriente en un tamiz con número de malla 200 y abertura de 0.074 mm., este tamaño de abertura no permite el paso de los microfósiles a través de ella y, por lo tanto, su pérdida. Se secaron en el horno a una temperatura no mayor de 70°C, para evitar el sobrecalentamiento de éstos y su rompimiento.

Una vez seca, cada muestra se pasó por una serie de tamices con número de malla 40, 60, 80 y 100, con número de abertura de 0.420, 0.250, 0.117 y 0.149 mm. respectivamente. Cada fracción de sedimento se examinó bajo el microscopio estereoscópico para elegir a los foraminíferos y ostrácodos que estuviesen en condiciones adecuadas para su identificación (completos y en estado adulto). En algunos casos se examinó el total de la muestra por no tener suficientes ejemplares. Éstos se colocaron en placas para microfósiles y se identificaron con ayuda de literatura especializada. Para la identificación de los macroforaminíferos se les realizaron secciones delgadas orientadas.

#### **c) Preparación de los especímenes para fotografiarse por microscopio electrónico de barrido (MEB).**

Los fósiles se montaron en portamuestras de aluminio o latón con una cinta adhesiva de doble pegamento. Para una mejor conducción de los electrones se recubrieron con una capa de oro y otra de carbón con un grosor total de aproximadamente 200 Å. El oro se aplicó empleando una

ionizadora para cubrimiento fino Jeol JFC-1100 y el carbón en una evaporadora Jeol JEE 4X. Los especímenes así tratados se observaron en un microscopio electrónico de barrido Jeol JSM 35 C, propiedad del Instituto de Geología, U.N.A.M., y en un microscopio Philips XL-20, propiedad del Laboratorio de Microscopía Electrónica de la Unidad de Investigación en Asistencia Técnica en Materiales, Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., con un voltaje de aceleración de 10 kV. Para la fotografía se utilizaron rollos Kodak 100 ASA, obteniéndose, en el caso de los foraminíferos, las vistas dorsal y/o ventral. En el caso de los ostrácodos, se fotografiaron las vistas externas laterales de las valvas o caparazones.

Los foraminíferos y ostrácodos se identificaron a nivel genérico bajo los criterios de Loeblich y Tappan (1988) y Morkhoven (1963), respectivamente.

Con los foraminíferos planctónicos y bentónicos identificados, se asignó una edad para la sección estudiada utilizando, para cada conjunto, diferentes biozonaciones. En el caso de los planctónicos, se aplicaron las zonas propuestas por Toumarkine y Luterbacher (1985), y en el caso de los bentónicos, la biozonación propuesta por Almgren y colaboradores (1988).

Con base en literatura especializada, se asignó el alcance batimétrico de las especies de foraminíferos bentónicos, al igual que el de los ostrácodos. Con esta información, y apoyándose en las evidencias litológicas, estructuras sedimentarias e icnofacies, se propone una reconstrucción del ambiente de depósito.

Finalmente, se elaboraron las tablas, columnas estratigráficas y mapas necesarios, así como la redacción del manuscrito presente.

### **Descripción litológica**

La columna correspondiente a la localidad tipo de la Formación Tepetate en arroyo Colorado tiene un espesor expuesto de aproximadamente 41.6 m, con una inclinación de las capas menor de 5°. No se observan los contactos inferior y superior; sin embargo, se encuentra discordante sobre rocas del basamento en el área de Bahía Magdalena (Carreño, comunicación personal, 1997); mientras que en el área ubicada entre los kilómetros 100 al 120 de la carretera

ionizadora para cubrimiento fino Jeol JFC-1100 y el carbón en una evaporadora Jeol JEE 4X. Los especímenes así tratados se observaron en un microscopio electrónico de barrido Jeol JSM 35 C, propiedad del Instituto de Geología, U.N.A.M., y en un microscopio Philips XL-20, propiedad del Laboratorio de Microscopía Electrónica de la Unidad de Investigación en Asistencia Técnica en Materiales, Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., con un voltaje de aceleración de 10 kV. Para la fotografía se utilizaron rollos Kodak 100 ASA, obteniéndose, en el caso de los foraminíferos, las vistas dorsal y/o ventral. En el caso de los ostrácodos, se fotografiaron las vistas externas laterales de las valvas o caparazones.

Los foraminíferos y ostrácodos se identificaron a nivel genérico bajo los criterios de Loeblich y Tappan (1988) y Morkhoven (1963), respectivamente.

Con los foraminíferos planctónicos y bentónicos identificados, se asignó una edad para la sección estudiada utilizando, para cada conjunto, diferentes biozonaciones. En el caso de los planctónicos, se aplicaron las zonas propuestas por Toumarkine y Luterbacher (1985), y en el caso de los bentónicos, la biozonación propuesta por Almgren y colaboradores (1988).

Con base en literatura especializada, se asignó el alcance batimétrico de las especies de foraminíferos bentónicos, al igual que el de los ostrácodos. Con esta información, y apoyándose en las evidencias litológicas, estructuras sedimentarias e icnofacies, se propone una reconstrucción del ambiente de depósito.

Finalmente, se elaboraron las tablas, columnas estratigráficas y mapas necesarios, así como la redacción del manuscrito presente.

### **Descripción litológica**

La columna correspondiente a la localidad tipo de la Formación Tepetate en arroyo Colorado tiene un espesor expuesto de aproximadamente 41.6 m, con una inclinación de las capas menor de 5°. No se observan los contactos inferior y superior; sin embargo, se encuentra discordante sobre rocas del basamento en el área de Bahía Magdalena (Carreño, comunicación personal, 1997); mientras que en el área ubicada entre los kilómetros 100 al 120 de la carretera

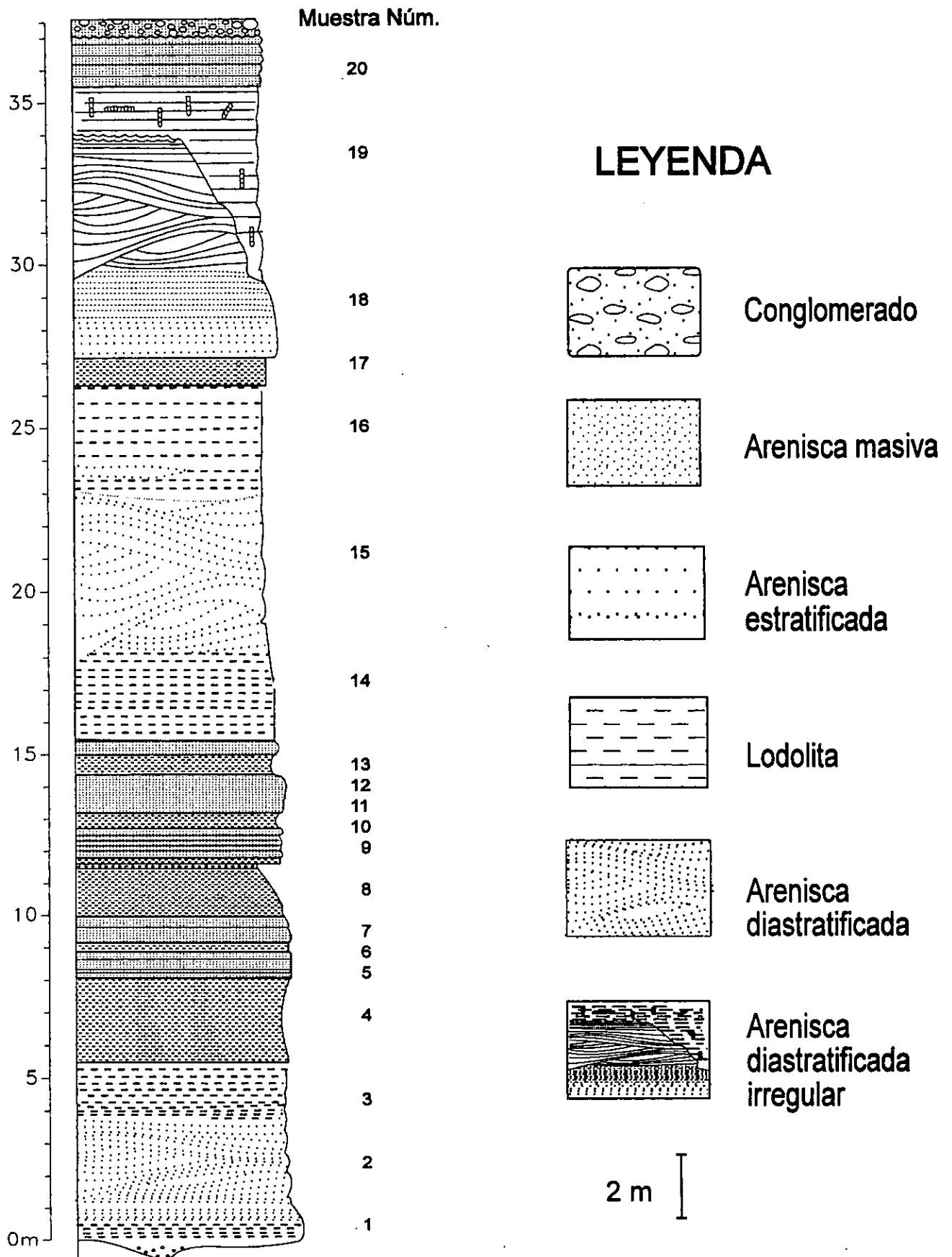


Figura 2. Columna litológica de la Localidad Tipo de la Formación Tepetate

Transpeninsular Núm. 1, a 68 km. al norte de La Paz, la formación se encuentra sobreyacida discordantemente por estratos de la Formación El Cien (Carreño, 1992).

Para poder describir la columna estratigráfica, ésta se dividió en veinte estratos de acuerdo a los cambios litológicos diferenciados. Como puede apreciarse en la Figura 2, la base se caracteriza por presentar lodolita y arenisca diastratificada, siguiendo una alternancia de capas de lodolita y arenisca masiva. La parte media, está constituida por arenisca diastratificada y capas de lodolita, mientras que en la cima se observa arenisca diastratificada irregular (*hummocky cross stratification*) asociada a icnofósiles que de acuerdo con Ledesma-Vázquez (comunicación escrita, 1996) corresponden a *Thalassinoides* sp. De acuerdo con este autor, la sección está constituida por capas de arenisca de grano fino, muy bien clasificada de color claro, identificándose como arena limpia tendiente a una ortocuarcita con biotita < 10%, que de acuerdo con Folk (1969) se clasificaría como litoarenita. También es común encontrar fragmentos de pumicita.

Los estratos 10, 13, 14 y 16 contienen abundantes macroforaminíferos. En los primeros tres intervalos (10, 13 y 14) los fósiles están distribuidos uniformemente y en posición de vida, mientras que en el estrato 16 su arreglo es caótico.

### **Estructura de la población de microfósiles**

Entre los microfósiles de la sección tipo de la Formación Tepetate, en arroyo Colorado, se encontraron foraminíferos planctónicos, foraminíferos bentónicos y ostrácodos.

Los foraminíferos presentaron, en términos generales, un buen estado de conservación, el cual permitió la identificación de la mayoría de éstos, a pesar de estar recristalizados, y algunos de ellos retrabajados, deformes y/o incompletos. La diversidad de especies bentónicas fue mayor que la de planctónicas, sin embargo, la abundancia de las primeras fue menor que la de las segundas.

La distribución de los foraminíferos dentro de la columna fue irregular (Tabla 1): en el intervalo que corresponde a los estratos 1 al 3 se encontraron solamente especies bentónicas (miliólidos

Transpeninsular Núm. 1, a 68 km. al norte de La Paz, la formación se encuentra sobreyacida discordantemente por estratos de la Formación El Cien (Carreño, 1992).

Para poder describir la columna estratigráfica, ésta se dividió en veinte estratos de acuerdo a los cambios litológicos diferenciados. Como puede apreciarse en la Figura 2, la base se caracteriza por presentar lodolita y arenisca diastratificada, siguiendo una alternancia de capas de lodolita y arenisca masiva. La parte media, está constituida por arenisca diastratificada y capas de lodolita, mientras que en la cima se observa arenisca diastratificada irregular (*hummocky cross stratification*) asociada a icnofósiles que de acuerdo con Ledesma-Vázquez (comunicación escrita, 1996) corresponden a *Thalassinoides* sp. De acuerdo con este autor, la sección está constituida por capas de arenisca de grano fino, muy bien clasificada de color claro, identificándose como arena limpia tendiente a una ortocuarcita con biotita < 10%, que de acuerdo con Folk (1969) se clasificaría como litoarenita. También es común encontrar fragmentos de pumicita.

Los estratos 10, 13, 14 y 16 contienen abundantes macroforaminíferos. En los primeros tres intervalos (10, 13 y 14) los fósiles están distribuidos uniformemente y en posición de vida, mientras que en el estrato 16 su arreglo es caótico.

### **Estructura de la población de microfósiles**

Entre los microfósiles de la sección tipo de la Formación Tepetate, en arroyo Colorado, se encontraron foraminíferos planctónicos, foraminíferos bentónicos y ostrácodos.

Los foraminíferos presentaron, en términos generales, un buen estado de conservación, el cual permitió la identificación de la mayoría de éstos, a pesar de estar recristalizados, y algunos de ellos retrabajados, deformes y/o incompletos. La diversidad de especies bentónicas fue mayor que la de planctónicas, sin embargo, la abundancia de las primeras fue menor que la de las segundas.

La distribución de los foraminíferos dentro de la columna fue irregular (Tabla 1): en el intervalo que corresponde a los estratos 1 al 3 se encontraron solamente especies bentónicas (miliólidos

CENOZOICO										ERA														
TERCIARIO										PERIODO														
PALEOGENO																								
EOCENO										ÉPOCA														
temprano				medio						EDAD ( Ma)														
Acarina pertacomerata				Hantkenina nuttalli						Tomarkine y Lidachier (1985)		BIOZONACIONES												
P9				P10						(1985)														
PENULTIMO				MAGZANO						Algren y colaboradores (1985)														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Estrato no.	Foraminíferos			
																					1	Miliólidos	1	
																						2	Cibicides sp. 1	2
																						3	Cibicides sp. 2	3
																						4	Cibicidoides pseudoungerianus	4
																						5	Eponides lodaensis	5
																						6	Cibicides kernensis	6
																						7	Lenticulina pseudocultratus	7
																						8	Pyramidulina latejugata	8
																						9	Trifarina advena californica	9
																						10	Uvigerina elongata	10
																						11	Bullimina whitei	11
																						12	Acarina bullbrooki	12
																						13	Moraxovella sragonensis	13
																						14	Lenticulina pseudovortex	14
																						15	Acarina braedermanni	15
																						16	Moraxovella caucasica	16
																						17	Dorothyia sp. 1	17
																						18	Lenticulina trinitatensis	18
																						19	Globigerina inaequispira	19
																						20	Dorothyia cubana	20
																						21	Acarina pentacamerata	21
																						22	Vaginulinopsis verruculosa	22
																						23	Nodosaria sp. 2	23
																						24	Pseudonodosaria sp.	24
																						25	Vavilobina seculiterus	25
																						26	Moraxovella formosa formosa	26
																						27	Pseudocyclulina aff. P. mexicana	27
																						28	Anomalinoides sragonensis	28
																						29	Dorothyia bullata	29
																						30	Bullimina curtissima	30
																						31	Nodosarella coccaensis	31
																						32	Dentalina jachaconensis	32
																						33	Vaginulinopsis mexicana nudicostata	33
																						34	Fuflina quinqueloba	34
																						35	Vavilobina depressa	35
																						36	Dorothyia sp. 2	36
																						37	Cibicides pseudowuellerstorfi	37
																						38	Subbotina frontosa boweri	38
																						39	Globigerina lorenzi	39
																						40	Truncatuloides topiliana	40
																						41	Cibicidoides sp.	41
																						42	Eponides plummerae	42
																						43	Cyrodina girardiana	43
																						44	Levidentalina legumen	44
																						45	Nodosaria sp. 1	45
																						46	Cibicides spiropunctatus	46
																						47	Textularia sp.	47
																						48	Bullimina guayabalensis	48
																						49	Vaginulinopsis mexicana kelleyi	49
																						50	Glandulina ovata	50
																						51	Spiroplectinella richardi	51
																						52	Vuvulina sp.	52
																						53	Cibicides beatus	53
																						54	Ellipsopolymorphina velascoensis	54
																						55	Clavulinoides sp.	55
																						56	Clavulinoides trilaterus	56
																						57	Globigerinatheka subconglobata s.	57
																						58	Cibicides cederstromi	58
																						59	Acarina solidaensis	59
																						60	Discorbis midwayensis	60
																						61	Pseudophragmina advena	61
																						62	Textularia cf. T. crescentiformis	62
																						63	Cibicides cf. C. lewi	63
																						64	Gaudryna pyramidata	64
																						65	Globulina lacrima	65
																						66	Subbotina inaperta	66

Tabla 1. Distribución de los foraminíferos en las biozonas asignadas a la localidad tipo de la Formación Tepetate, B.C.S, México.

Tabla 2. Distribución de los ostrácodos en la localidad tipo de la Formación Tepetate.

Estrete no.	Ostrácodos
20	
19	
18	
17	
16	
15	
14	
13	
12	
11	<i>Ambocythere</i> sp. <i>Argilloecia</i> cf. <i>A. faba</i> <i>Bairdoppilata</i> sp. 1 <i>Bairdoppilata</i> sp. 2 <i>Bairdoppilata</i> sp. 3 <i>Buntonia</i> sp. <i>Costa</i> sp. <i>Cytherella</i> sp. 1 <i>Cytherella</i> sp. 2 <i>Cytherella</i> sp. 3 <i>Cytheropteron</i> sp. <i>Henryhowella</i> sp. <i>Jugosocythereis monrealensis</i> <i>Loxoconcha</i> cf. <i>L. perdecora</i> <i>Paracytheridea</i> sp. <i>Pokomyella</i> sp. <i>Trachyleberis</i> sp.
10	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	
2	
1	



17 se caracterizaron por una mayor diversidad de especies bentónicas, mientras que la mayoría de las especies planctónicas se hallaron en los estratos 4, 8 y 17. En los estratos 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14, 15 y 16 la mayoría de los foraminíferos tanto planctónicos como bentónicos muestran evidentes signos de transporte (retrabajo?) y disolución.

Los macroforaminíferos fueron muy abundantes en los estratos 10, 13, 14 y 16. A pesar de estar completos externamente, aparentemente en buen estado de conservación, debido probablemente a procesos diagenéticos no se conservaron sus estructuras internas.

La mayoría de los ostrácodos se caracterizaron por estar recristalizados, deformes y/o incompletos. Se encontraron solamente en los estratos 4, 8, 9, 10 y 11 (Tabla 2). En general fueron más escasos que los foraminíferos; y el promedio de valvas fue mayor que el de caparazones. Sin embargo, la diversidad de especies es relativamente grande.

### **Paleontología sistemática**

Para la identificación a nivel específico de los foraminíferos planctónicos se emplearon los trabajos de Toumarkine y Luterbacher (1985), Stainforth y colaboradores (1975) y Postuma (1971); para los macroforaminíferos se utilizaron las claves propuestas por Butterlin (1981) y para los foraminíferos bentónicos se consultaron varios de los trabajos realizados en las formaciones pertenecientes al Paleógeno de California (Cushman, 1927, 1951; Israelsky, 1951; Mallory, 1959, entre otros).

De acuerdo con la clasificación propuesta por Loeblich y Tappan (1988), se identificaron 41 géneros de foraminíferos en total, 35 de ellos son bentónicos y 6 planctónicos. Algunos de los especímenes no pudieron determinarse hasta nivel específico debido a las condiciones de conservación, por lo que se dejaron en nomenclatura abierta.

Se identificaron 41 especies bentónicas, tres se dejaron en asignación (*cf.* o *aff.*), y 10 solamente hasta nivel genérico. En cuanto a las especies planctónicas, se identificaron 13 especies.

17 se caracterizaron por una mayor diversidad de especies bentónicas, mientras que la mayoría de las especies planctónicas se hallaron en los estratos 4, 8 y 17. En los estratos 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14, 15 y 16 la mayoría de los foraminíferos tanto planctónicos como bentónicos muestran evidentes signos de transporte (retrabajo?) y disolución.

Los macroforaminíferos fueron muy abundantes en los estratos 10, 13, 14 y 16. A pesar de estar completos externamente, aparentemente en buen estado de conservación, debido probablemente a procesos diagenéticos no se conservaron sus estructuras internas.

La mayoría de los ostrácodos se caracterizaron por estar recristalizados, deformes y/o incompletos. Se encontraron solamente en los estratos 4, 8, 9, 10 y 11 (Tabla 2). En general fueron más escasos que los foraminíferos; y el promedio de valvas fue mayor que el de caparzones. Sin embargo, la diversidad de especies es relativamente grande.

### **Paleontología sistemática**

Para la identificación a nivel específico de los foraminíferos planctónicos se emplearon los trabajos de Toumarkine y Luterbacher (1985), Stainforth y colaboradores (1975) y Postuma (1971); para los macroforaminíferos se utilizaron las claves propuestas por Butterlin (1981) y para los foraminíferos bentónicos se consultaron varios de los trabajos realizados en las formaciones pertenecientes al Paleógeno de California (Cushman, 1927, 1951; Israelsky, 1951; Mallory, 1959, entre otros).

De acuerdo con la clasificación propuesta por Loeblich y Tappan (1988), se identificaron 41 géneros de foraminíferos en total, 35 de ellos son bentónicos y 6 planctónicos. Algunos de los especímenes no pudieron determinarse hasta nivel específico debido a las condiciones de conservación, por lo que se dejaron en nomenclatura abierta.

Se identificaron 41 especies bentónicas, tres se dejaron en asignación (*cf.* o *aff.*), y 10 solamente hasta nivel genérico. En cuanto a las especies planctónicas, se identificaron 13 especies.

La mayoría de estos organismos se han estudiado en trabajos referentes al Terciario de Estados Unidos y México (Bandy, 1949; Cushman, 1926; Cushman, 1927; Mallory, 1959; entre otros), por lo que solamente se adjunta la descripción de los especímenes que se dejaron en nomenclatura abierta. Las especies determinadas incluyen su referencia original y el número total de ejemplares que se encontraron. Para las especies bentónicas en particular, se menciona el ambiente de depósito del género o de la especie (según Bandy y Arnal, 1960; Phleger, 1960; Galloway, 1961; Berggren y Auburn, 1975; Ingle, Keller y Kolpack, 1980; Ingle, 1980; Murray, 1991; Thomas, 1991). Se proporciona el alcance estratigráfico de algunas especies bentónicas registrado en California (Mallory, 1959). Para las especies planctónicas se proporciona el alcance estratigráfico según Toumarkine y Louterbacher (1985) y su distribución en zonas tropicales, subtropicales o templadas.

Se identificaron 13 géneros de ostrácodos bajo los criterios de Morkhoven (1963); entre estos géneros, solamente se pudo identificar una especie, y dos se dejaron en asignación (*cf.* o *aff.*). Se presentan clasificados bajo la propuesta de Hartman y Puri (1974). Se anexa la descripción de los ejemplares determinados hasta nivel genérico, el número de microfósiles que se encontraron a lo largo de la columna, el alcance estratigráfico y el ambiente en el que se encuentran los representantes actuales de cada género de acuerdo con Morkhoven (1963). En algunos de los casos también se proporciona la referencia original de la especie o su diagnosis comparativa con otras especies.

Los especímenes que se encontraron en condiciones óptimas de conservación y completos, se depositaron como hipotipos en la colección micropaleontológica del Museo de Paleontología del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, bajo las siglas IGM--Mi. Éstos se fotografiaron de acuerdo a la metodología mencionada en capítulos anteriores.

Orden **FORAMINIFERIDA** Eichwald, 1830  
Suborden **TEXTULARIINA** Delage and Hérouard, 1986  
Superfamilia **SPIROLECTAMMINACEA** Cushman, 1927  
Familia **SPIROLECTAMMINIDAE** Cushman, 1927  
Subfamilia **SPIROLECTAMMINAE** Cushman, 1927  
Género *Spirolectinella* Kisel' man, 1972  
*Spirolectinella richardi* (Martin)

Lámina 1, figura 1.

*Spirolectamina richardi* Martin, 1943. Eocene Foraminifera from the type Lodo Formation, Fresno County California: Stanford Univ. Pub. Geol. Sci., v.3, pl.5, figs.3a-3b.

**Hipotipo.** IGM -622-Mi

Largo 0.960 mm; ancho 0.530 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California: desde el Yneziano (Paleoceno tardío) hasta el Nariziano (Eoceno medio).

**Ambiente.** La especie se encuentra presente en la biofacie nerítica inferior, de los 50 a 150 m. (Ingle, 1980).

**Material.** Nueve especímenes.

Subfamilia **VULVULININA** Saidova, 1981  
Género *Vulvulina* d'Orbigny, 1826.

*Vulvulina* sp.

**Descripción.** Concha alargada; primeras cámaras arregladas biserialmente, mientras que las últimas cuatro son uniseriales. Porción biserial más ancha que la biserial, pectiniforme. Cámaras uniseriales algo infladas. Pared arenácea muy fina. Abertura terminal y central, alargada y angosta.

**Discusión.** Estas características son comparables con las descritas para *Vulvulina pennatula* (Batsch) Cushman, 1932 (in De Sansores y Flores-Covarrubias, 1972) por lo que podría presentar afinidad. Sin embargo, el arreglo de las suturas asignado en esta especie (elevadas y concurrentes en la porción biserial y deprimidas en la parte uniserial) no pudo compararse con los ejemplares de la Formación Tepetate debido a la conservación. Además, *V. pennatula* se ha asignado con un alcance estratigráfico desde el Mioceno hasta el Reciente.

**Ambiente.** El género se encuentra principalmente en aguas someras (Galloway, 1961).

**Material.** Tres especímenes.

Superfamilia **VERNEULINACEA** Cushman, 1911  
Familia **VERNEULINIDAE** Cushman, 1911  
Subfamilia **VERNEULININAE** Cushman, 1911  
Género *Gaudryna* d'Orbigny, 1826  
*Gaudryna pyramidata* Cushman.

Lámina 1, figura 2

*Gaudryna pyramidata* Cushman, 1926. The Foraminifera of the Velasco Shale of the Tampico Embayment: Am. Assoc. Petrol. Geol., Bull., v.10, p.587, pl.16, fig.8.

**Hipotipo.** IGM-623-Mi.

Largo 0.485 mm; ancho 0.378 mm.

**Ambiente.** El género se encuentra en la biofacie nerítica inferior, de los 50 a 150 m. (Ingle, 1980).

**Material.** Diez especímenes.

Superfamilia **TEXTULARIACEA** Ehrenberg, 1838  
Familia **EGGERELLIDAE** Cushman, 1937  
Subfamilia **DOROTHIINAE** Balakhmatova, 1972  
Género *Dorothia* Plummer 1934  
*Dorothia bulleta* (Carsey)  
Lámina 1, figura 3

*Gaudryna bulleta* Carsey, 1926. Foraminifera of the Cretaceous of Central Texas: Texas Univ., Bull., n.2612, p.28, pl.4, fig.4.

**Hipotipo.** IGM-624-Mi

Largo 0.482 mm; ancho 0.294 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California: del Yneziano (Paleoceno tardío) al Nariziano (Eoceno medio).

**Ambiente.** El género se encuentra principalmente en aguas someras (Galloway, 1961).

**Material.** 16 especímenes.

*Dorothia cubana* (Cushman & Bermúdez)

Lámina 1, figura 4

*Gaudryna cubana* Cushman and Bermúdez, 1936. New Genera and Species of Foraminifera from the Eocene of Cuba: Cushman Lab. Foram. Research, Contr., v.12, p.56, pl.10, figs. 2, 10, 11.

**Hipotipo.** IGM-625-Mi

Largo 0.966 mm; diámetro 0.54 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California: del Yneziano (Paleoceno tardío) al Penutiano (Eoceno temprano).

**Ambiente.** El género se encuentra principalmente en aguas someras (Galloway, 1961).

**Material.** Cuatro especímenes.

*Dorothia* sp. 1

Lámina 1, figura 5

**Descripción.** Concha alargada, cónica; el mayor ancho se observa a la altura de las dos últimas cámaras; las primeras cuatro cámaras enrolladas trocospiralmente, posteriormente se vuelven biseriales; cámaras sobrelapadas; suturas probablemente deprimidas; pared finamente arenosa; abertura probablemente redondeada, terminal.

Largo 0.833mm.; diámetro 0.476 mm.

**Discusión.** Difiere de *Dorothia* sp. 2 en la forma cónica de la concha y plana en la parte final, así como en las cámaras que son más anchas y la pared más fina.

**Ambiente.** El género se encuentra principalmente en aguas someras (Galloway, 1961).

**Material.** Cinco especímenes.

*Dorothia* sp.2

Lámina 1, figura 6

**Descripción.** Concha alargada, cilíndrica; el mayor ancho se encuentra a la altura de las cámaras de enmedio; las primeras cuatro cámaras en arreglo trocospiral, posteriormente se reduce a un arreglo biserial, las cámaras parecen encontrarse sobrelapadas; suturas distintivas; pared finamente arenosa; la abertura no se pudo apreciar.

Largo 0.778 mm.; diámetro 0.41 mm.

**Discusión.** Difiere de *Dorothia* sp.1 en la forma de la concha, en las cámaras más angostas y en la textura de la pared que es menos fina.

**Ambiente.** El género se encuentra principalmente en aguas someras (Galloway, 1961).

Subfamilia TEXTULARIINAE Ehrenberg, 1838

Género *Textularia* DeFrance, 1824

*Textularia* aff. *T. crescentiformis* Cushman, 1911

**Discusión.** De acuerdo con Cushman (1911), *Textularia crescentiformis* tiene la concha alargada, con la parte inferior subaguda; vista lateral crescentiforme; cámaras numerosas y aumentan de tamaño conforme se van agregando, de mayor altura que ancho; suturas deprimidas. En vista lateral concha sinuosa. Pared arenosa, de material muy fino. Abertura ancha, debajo de la base del borde interior de la última cámara. Todas estas características coinciden con las presentes en los ejemplares de la Formación Tepetate. Sin embargo, la edad asignada para ésta es del Holoceno, por lo que se decidió dejar a esta especie como afin.

**Ambiente.** El género se encuentra desde la biofacie nerítica inferior hasta el batial medio inferior (142-1,800 m.) (Ingle, Keller & Kolpack, 1980)

**Material.** Tres especímenes.

*Textularia* sp.

Lámina 1, figura 7

**Descripción.** Concha alargada; cámaras arregladas biserialmente y con tendencia a aumentar de tamaño conforme se van agregando; suturas deprimidas, casi rectas; pared finamente arenosa; abertura ancha y se encuentra entre las dos últimas cámaras.

**Hipotipo.** IGM-626-Mi

Largo 0.796 mm; ancho 0.25 mm.

**Ambiente.** El género se encuentra desde la biofacie nerítica inferior hasta el batial medio inferior (142-1,800 m) (Ingle, Keller & Kolpack, 1980)

**Material.** Siete especímenes.

Familia **PSEUDOGAUDRYNIDAE** Loeblich and Tappan, 1985

Subfamilia **PSEUDOGAUDRYNINAE** Loeblich and Tappan, 1985

Género **Clavulinoides** Cushman, 1936

*Clavulinoides trilaterus* (Cushman)

Lámina 1, figura 8

*Clavulina trilatera* Cushman, 1926. The Foraminifera of the Velasco Shale of the Tampico Embayment: Am. Assoc. Petrol. Geol., Bull., v.10, p.588, pl.17, fig.2.

**Hipotipo.** IGM-627-Mi

Largo 3.29 mm; ancho 0.625 mm.

**Ambiente.** El género se encuentra principalmente en aguas neríticas, es decir, de menos de 150 m. (Galloway, 1961).

**Material.** Tres especímenes.

*Clavulinoides* sp.

**Discusión.** Concha alargada, triangular transversalmente; primeras cámaras presentan con un arreglo triserial, y posteriormente se vuelve uniserial; pared aglutinada; abertura simple, redondeada, terminal.

**Hipotipo.** IGM-628-Mi

**Ambiente.** El género se encuentra principalmente en aguas neríticas, es decir, de menos de 150 m. (Galloway, 1961).

**Material.** Tres especímenes.

Género **Pseudoclavulina** Cushman, 1936

*Pseudoclavulina* aff. *P. mexicana* (Cushman) Phleger & Parker.

Lámina 1, figura 9

**Discusión.** Los especímenes encontrados en la Formación Tepetate presentan la concha alargada; cámaras globosas de un tamaño más o menos uniforme, presenta una punta apical distintiva; suturas distintivas; pared compuesta por pequeños granos; la abertura se encuentra al final de un pequeño cuello y es redondeada. Todas estas características coinciden con la descripción de *P. mexicana* (Cushman) Phleger & Parker (*in* De Sansores y Flores-Covarrubias, 1972), pero ésta se asigna con una edad miocénica, por lo que se considera como afín.

**Hipotipo.** IGM-629-Mi

Largo 1.507 mm; ancho 0.222 mm.

**Ambiente.** El género se encuentra principalmente en aguas someras (Galloway, 1961).

**Material.** Diez especímenes.

Suborden **SPIRILLINA** Hohenegger and Piller, 1975

Superfamilia **MILIOLACEA** Ehrenberg, 1839

**Discusión.** Los especímenes que se encontraron en la Formación Tepetate no conservaron su abertura y el número total de las cámaras, características esenciales para la debida identificación. Sin embargo, la composición característica de la pared y las cámaras arregladas a lo largo de los ejes longitudinales de la concha, nos permiten identificarlos como miliólidos.

**Ambiente.** Son típicos representantes de aguas someras, de menos de 50 m. (Bandy & Arnal, 1960; Ingle, 1980; Thomas, 1991)

Suborden **LAGENINA** Delage and Hérouard, 1896

Superfamilia **NODOSARIACEA** Ehrenberg, 1838

Familia **NODOSARIIDAE** Ehrenberg, 1838

Género *Dentalina* Risso, 1826

*Dentalina jacksonensis* (Cushman and Applin)

Lámina 1, figura 10

*Nodosaria jacksonensis* Cushman and Applin, 1926. Foraminifera from the Eocene near Coalinga, California. Calif. Acad. Sci. Proc., 4th ser., v.16, n.8, p.170, pl.7, figs.14-16.

**Hipotipo.** IGM-630-Mi

Largo 1.35 mm; diámetro 0.142 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California: del Penutiano (Eoceno temprano) al Nariziano (Eoceno medio).

**Ambiente.** El género se encuentra en la biofacie batial media superior, de los 500 a los 1,500 m. (Ingle, 1980).

**Material.** Nueve especímenes.

Género *Laevidentalina* Loeblich and Tappan, 1986

*Laevidentalina legumen* (Reuss)

Lámina 1, figura 11

*Nodosaria (Dentalina) legumen* Reuss, 1845. Die Versteinerung der böhmischen Kreideformation, Erste Abtheilung. Stuttgart: Schweizerbart, p.28, pl.13, figs.23-24.

**Hipotipo.** IGM-631-Mi

Largo 0.914 mm; diámetro 0.234 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California: del Yneziano (Paleoceno tardío) a finales del Ulatisiano (Eoceno medio).

**Ambiente.** El género se encuentra en la biofacie batial media superior, de los 500 a los 1,500 m. (Ingle, 1980)

**Material.** Tres especímenes.

Género *Nodosaria* Lamarck, 1812

*Nodosaria* sp.1

**Descripción.** Concha alargada; prolóculo ovalado con una espina apical, cámaras siguientes rectas, globosas a piriformes y aumentan de tamaño conforme se van agregando. Suturas horizontales y deprimidas. Pared calcárea y hialina, superficie lisa. Abertura terminal, probablemente radiada.

**Discusión.** Estas características corresponden a las descritas para *Nodosaria consobrina* (d'Orbigny) Cushman, 1929 (in Mallory, 1959), pero los especímenes de la Formación Tepetate se encuentran incompletos y son formas menos robustas.

**Ambiente.** El género se encuentra principalmente en aguas someras y cálidas (Galloway, 1961).

**Material.** Cuatro especímenes, dos de ellos incompletos.

*Nodosaria* sp. 2

**Descripción.** Concha alargada; cámaras rectas, elípticas. Suturas horizontales, deprimidas. Pared calcárea y hialina, con pequeñas espinas en la superficie.

**Discusión.** Por estas características presentaría afinidad con *Ellipsonodosaria recta* Palmer and Bermúdez, 1936 (*in* Kleinpell, 1938) pero ésta tiene un alcance estratigráfico a partir del Mioceno. La abertura no se pudo apreciar, por lo que la descripción es incompleta para establecer una correcta identificación.

**Ambiente.** El género se encuentra principalmente en aguas someras y cálidas. (Galloway, 1961).

**Material.** Cinco especímenes incompletos.

Género *Pseudonodosaria* Boomgart, 1949

*Pseudonodosaria* sp.

Lámina 1, figura 12

**Descripción.** Concha alargada, cilíndrica; las dos o tres primeras cámaras están sobrelapadas, mientras que la última se alarga y es más robusta, globosas. Punta apical presente. Suturas horizontales, sin deprimir. Pared calcárea, superficie lisa. Abertura terminal, probablemente radiada, y se encuentra al final de un pequeño cuello.

**Discusión.** Por las características de las suturas, pared, superficie y abertura es comparable con *Pseudonodosaria manifesta* (Reuss) Cushman, 1929 (*in* Cushman, 1946). Sin embargo, *P.manifesta* presenta de cuatro a seis cámaras, mientras que los especímenes de la Formación Tepetate presentan de tres a cuatro y son más globosas.

**Hipotipo.** IGM-632-Mi

Largo 0.585 mm; diámetro 0.218 mm.

**Ambiente.** El género se encuentra en la biofacie batial superior, de los 150 a 450 m (Phleger, 1960).

**Material.** Ocho especímenes.

Género *Pyramidulina* Fornasini, 1894

*Pyramidulina latejugata* (Gümbel)

Lámina 1, figura 13

*Nodosaria latejugata* Gümbel, 1868, Abhandl. K. Bayer. Akad. Wiss., Math-physik. Kl., 10/2, p.619, pl.1, fig.32.

**Hipotipo.** IGM-633-Mi

Largo 0.868 mm; diámetro 0.247 mm.

**Ambiente.** La especie se encuentra principalmente en la biofacie nerítica, hasta los 150 m. (Berggren and Aubert, 1975).

**Alcance estratigráfico.** En California se encuentra del Yneziano (Paleoceno tardío) al Nariziano (Eoceno medio).

**Material.** Dos especímenes, uno de ellos es juvenil y el otro es un adulto incompleto.

Familia VAGINULINIDAE Reuss, 1860

Subfamilia LENTICULININAE Chapman, Parr, and Collins, 1934

Género *Lenticulina* Lamarck, 1804

*Lenticulina pseudocultratus* (Cole)

*Robulus pseudocultratus* Cole, 1927. A foraminiferal fauna from the Guayabal Formation in México: Amer. Paleont., Bull., v.14, n.51, p.19, pl.1, fig.5.

**Alcance estratigráfico.** En California: del Bultiano (Eoceno temprano) al Nariziano (Eoceno medio).

**Ambiente.** El género se encuentra desde la biofacie nerítica inferior hasta la biofacie batial superior, de los 50 a 450 m. (Phleger, 1960)

**Material.** Cinco especímenes.

*Lenticulina pseudovortex* (Cole)

Lámina 1, figura 14

*Robulus pseudovortex* Cole, 1927. A foraminiferal fauna from the Guayabal Formation in México: Amer. Paleont., Bull., v.14, n.51, p.19, pl.1, fig.12.

**Hipotipo.** IGM-634-Mi



Diámetro 0.632 a 0.688 mm.

**Ambiente.** El género se encuentra desde la biofacie nerítica inferior hasta la biofacie batial superior, de los 50 a 450 m. (Phleger, 1960).

**Alcance estratigráfico.** En California: del Yneziano (Paleoceno tardío) al Nariziano (Eoceno medio).

**Material.** 18 especímenes.

*Lenticulina trinitatis* (Cushman and Jarvis)

Lámina 1, figura 15

*Robulus trinitatis* Cushman and Jarvis, 1932. Upper Cretaceous Foraminifera from Trinidad: U.S. Nat. Mus., Proc., v.80, art.14, p.22, pl.6, figs.10a-b.

**Hipotipo.** IGM-635-Mi

Diámetro 0.446 a 0.476 mm.

**Alcance estratigráfico.** Perteneciente al Cretácico tardío (Cushman and Jarvis, 1932).

**Ambiente.** El género se encuentra desde la biofacie nerítica inferior hasta la biofacie batial superior, de los 50 a 450 m. (Phleger, 1960).

**Material.** Tres especímenes.

Subfamilia **MARGINULINAE** Wedekind, 1937

Género *Vaginulinopsis* Silvestri, 1904

*Vaginulinopsis mexicana* (Cushman) *kelleyi* Martin.

Lámina 1, figura 16

*Vaginulinopsis kelleyi* Martin, 1943. Eocene foraminifera from the Type Lodo Formation, Fresno County, California: Stanford University Publications, v.III, n.3, p.105-106, pl.5, figs.8a-8c.

**Hipotipo.** IGM-636-Mi

Largo 1.52 mm; ancho 0.76 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California se encuentra del Bulitiano (Eoceno temprano) al Penutiano (Eoceno temprano).

**Ambiente.** El género se encuentra en las biofacies neríticas superior e inferior, a profundidades de menos de 150 m. (Ingle, 1980).

**Material.** 13 especímenes.

*Vaginulinopsis mexicana* (Cushman) *nudicostata* (Cushman and Hanna)

Lámina 1, figura 17

*Cristellaria mexicana nudicostata* Cushman and Hanna, 1927. Some characteristic mexican fossil foraminifera: Paleontol., Jour., v.1, n.2, p.216, pl.14, fig.2.

**Hipotipo.** IGM-637-Mi

Largo 0.99 mm; ancho 0.795 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California se encuentra en el Ulatisiano (Eoceno temprano a medio).

**Ambiente.** El género se encuentra en las biofacies nerítica superior e inferior, en aguas de menos de 150 m. (Ingle, 1980).

**Material.** Cuatro especímenes.

*Vaginulinopsis verruculosa* Martin

Lámina 1, figura 18

*Vaginulinopsis verruculosa* Martin, 1943. Eocene foraminifera from the Type Lodo Formation, Fresno County, California: Stanford University Publications, v.III, n.3, p.16, pl.5, figs.6a-6b.

**Hipotipo.** IGM-638-Mi

Largo 1.03 mm; ancho 0.576 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California se encuentra en el Ulatisiano (Eoceno temprano a medio).

**Ambiente.** El género se encuentra en las biofacies nerítica superior e inferior, en aguas de menos de 150 m. (Ingle, 1980).

**Material.** Diez especímenes.

Familia **POLYMORPHINIDAE** d'Orbigny, 1839  
Subfamilia **POLYMORPHININAE** d'Orbigny, 1839  
Género *Globulina* d'Orbigny, 1839  
*Globulina lacrima* (Reuss)  
Lámina 1, figura 19

*Polymorphina (Globulina) lacrima* Reuss, 1845. Die Versteinerung der böhmischen Kreidformation: Stuttgart, E. Schweizerbart, Abt. 1, p.40, pl.12, fig.6, pl.13, fig. 83.

**Hipotipo.** IGM-639-Mi

Largo 0.541 mm; ancho 0.379 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California se encuentra en el Ulatisiano (Eoceno temprano a medio).

**Ambiente.** El género se encuentra en profundidades de menos de 800 m. (Galloway, 1961).

**Material.** Tres especímenes.

Familia **GLANDULINIDAE** Reuss, 1860  
Subfamilia **GLANDULININAE** Reuss, 1860  
Género *Glandulina* d'Orbigny, 1839  
*Glandulina ovata* (d'Orbigny)  
Lámina 1, figura 20

*Nodosaria (Glandulina) laevigata* d'Orbigny, 1826, p.252, pl.10, figs.1-3.

**Hipotipo.** IGM-640-Mi

Largo 0.56 mm; diámetro 0.393 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California en el Ulatisiano (Eoceno temprano a medio).

**Ambiente.** La especie se encuentra en la biofacie batial medio superior, de los 500 a 1500 m. (Ingle, 1980)

**Material.** 11 especímenes.

Suborden **GLOBIGERININA** Delage and Hérouard, 1896  
Superfamilia **GLOBOROTALIACEA** Cushman, 1927  
Familia **TRUNCOROTALOIDIDAE** Loeblich and Tappan, 1961  
Género *Acarinina* Subbotina, 1953

*Acarinina broedermanii* (Cushman and Bermúdez)

*Globorotalia (Truncorotalia) broedermanii* Cushman and Bermúdez, 1949. Some Cuban species of *Globorotalia*: Cushman Lab. Foram. Res., Contr., v.25, p.40, pl.7, figs.22-24.

**Alcance estratigráfico.** Según Toumarkine y Luterbacher (1985) aparece en la Zona *Morozovella aragonensis* (Eoceno temprano) hasta la Zona *Morozovella lehneri* (Eoceno medio).

**Distribución.** En zonas tropicales.

**Material.** Ocho especímenes.

*Acarinina bullbrooki* (Bolli)  
Lámina 1, figura 21

*Globorotalia bullbrooki* Bolli, 1957. Planktonic Foraminifera from the Eocene Navet and San Fernando formations of Trinidad, B.W.I.: U.S. Nat. Mus., Bull., n.215, p.167-168, pl.38, figs.4-5.

**Discusión.** Para la identificación de *A. bullbrooki* se utilizó el criterio de Bolli (1957) que considera a aquellos especímenes con concha umbilico-convexa; lado espiral aplanado o un poco cóncavo; periferia lobulada, redondeada a subaguda en vista lateral, sin quilla; 4 cámaras más o menos imbricadas, subangulares y con tendencia a aumentar de tamaño; ombligo angosto, estrecho y profundo; suturas deprimidas, radiales a oblicuas en el lado espiral, mientras que las del lado umbilical son radiales.

Existen especies como *Globorotalia wilcoxensis* Cushman and Ponton, las cuales presentan características muy semejantes a las descritas para *A. bullbrooki*; por ejemplo, lado umbilical convexo y lado espiral aplanado a cóncavo; 4 cámaras imbricadas, subangulares a cónicas; suturas deprimidas, oblicuas en el lado espiral y radiales en el lado umbilical; ombligo

angosto y profundo. Sin embargo, el rango estratigráfico de ambos es diferente. Es por esto que se deben de hacer más estudios morfológicos para aclarar las diferencias entre estas especies.

**Hipotipo.** IGM-641-Mi

Diámetro 0.425 a 0.527 mm.

**Alcance estratigráfico.** Desde la Zona *Acarinina pentacamerata* (Eoceno temprano) hasta la Zona *Truncorotaloides rorhi* (Eoceno medio) (Toumarkine y Luterbacher, 1985).

**Distribución.** Cosmopolita.

**Material.** 54 especímenes.

*Acarinina pentacamerata* (Subbotina)

Lámina 1, figura 22

*Globorotalia pentacamerata* Subbotina, 1947. Foraminifery datskikh i Paleógenovikh otlozhenii severnogo Kavkaza: Mikrofauna Kavkaza, Emby i sryednei Azii, Uses. Neft., Nauchno Issled. Geol. - Razved. Inst. Trudy, p.128-129, pl.7, figs. 12-17.

**Hipotipo.** IGM-642-Mi

Diámetro 0.485 a 0.49 mm.

**Alcance estratigráfico.** Desde la Zona *Morozovella aragonensis* (Eoceno temprano) hasta la Zona *Morozovella lehneri* (Eoceno medio) (Toumarkine y Luterbacher, 1985).

**Distribución.** Cosmopolita.

**Material.** 19 especímenes.

*Acarinina soldadoensis* s. l. (Brönnimann)

**Discusión.** *Acarinina soldadoensis* tiene dos subespecies: *A. soldadoensis soldadoensis* (Brönnimann, 1952) y *A. soldadoensis angulosa* (Bolli, 1957). La diferencia entre ambas es la disposición de las últimas cámaras: las de *A. soldadoensis angulosa* son más alargadas axialmente y están más imbricadas en el lado espiral. En los ejemplares de la Formación Tepetate no se pudo distinguir subespecie alguna, por lo que se dejó en *sensu lato*.

**Hipotipo.** IGM-643-Mi

**Alcance estratigráfico:** Desde la Zona *Morozovella velascoensis* (Paleoceno tardío) hasta la Zona *Acarinina pentacamerata* (Eoceno temprano) (Toumarkine y Luterbacher, 1985).

**Distribución.** Cosmopolita.

**Material.** 19 especímenes.

Género *Morozovella* Mc Gowran, 1968

*Morozovella aragonensis* (Nuttall)

Lámina 1, figura 23

*Globorotalia aragonensis* Nuttall, 1930. Eocene Foraminifera from México: Jour. Paleont., v.4, p.288, pl.24, figs.6-11.

**Hipotipo.** IGM-644-Mi

Diámetro 0.45 a 0.562 mm.

**Alcance estratigráfico.** Desde la Zona *Morozovella formosa formosa* (Eoceno temprano) hasta la Zona *Hantkenina nuttali* (Eoceno medio) (Toumarkine y Luterbacher, 1985).

**Distribución.** Cosmopolita.

**Material.** 25 especímenes.

*Morozovella caucasica* (Glaessner)

Lámina 1, figura 24

*Globorotalia aragonensis caucasica* Glaessner, 1937. Planktonforaminiferen aus der Kreide und dem Eozän und ihre stratigraphische Bedeutung: Moscow Univ. Lab. Paleont., Studies Micropaleont., v.1, pl.1, p.31, pl.1, fig.6.

**Hipotipo.** IGM-645-Mi

Diámetro 0.55 a 0.675 mm.

**Alcance estratigráfico.** Desde la Zona *Morozovella aragonensis* (Eoceno temprano) hasta la Zona *Hantkenina nuttali* (Eoceno medio) (Toumarkine y Luterbacher, 1985).

**Distribución.** Cosmopolita.

**Material.** 53 especímenes.

*Morozovella formosa formosa* (Bolli)

*Globorotalia formosa formosa* Bolli, 1957. The genera *Globigerina* and *Globorotalia* in the Paleocene-Lower Eocene Lizard Springs Formation of Trinidad, B.W.I.: U.S. Nat. Museum, Bull., n.215, p.76, pl.18, figs.1-3.

**Alcance estratigráfico.** Desde la Zona *Morozovella subbotinae* (Eoceno temprano) hasta la Zona *Morozovella aragonensis* (Eoceno temprano) (Toumarkine y Luterbacher, 1985).

**Distribución.** Cosmopolita.

**Material.** 13 especímenes.

Género *Truncorotaloides* Brönnimann and Bermúdez, 1953

*Truncorotaloides topilensis* (Cushman)

Lámina 1, figura 25

*Globigerina topilensis* Cushman, 1925. New foraminifera from the Upper Eocene of México: Cushman Lab. Foram. Res., Contr., v.1, p.7, pl.1, fig.9.

**Hipotipo.** IGM-646-Mi

Diámetro 0.318 mm.

**Alcance estratigráfico.** Desde la Zona *Acarinina pentacamerata* (Eoceno temprano) hasta la Zona *Morozovella lehneri* (Eoceno medio) (Toumarkine y Luterbacher, 1985).

**Distribución.** En zonas tropicales principalmente.

**Material.** 12 especímenes.

Familia **CATAPSYDRACEA** Bolli, Loeblich and Tappan, 1957

Género *Subbotina* Brotzen and Pozaryska, 1961

*Subbotina frontosa boweri* (Bolli)

*Globigerina boweri* Bolli, 1957. The genera *Globigerina* and *Globorotalia* in the Paleocene-Lower Eocene Lizard Springs Formation in Trinidad, B.W.I.: U.S. Nat. Museum. Bull., n.215, p.163, pl.36, figs.1a-c.

**Alcance estratigráfico.** Desde la Zona *Acarinina pentacamerata* (Eoceno temprano) hasta la Zona *Globigerinatheka subconglobata* (Eoceno medio) (Postuma, 1971).

**Distribución.** Principalmente en zonas tropicales.

**Material.** 13 especímenes.

*Subbotina linaperta* (Finlay)

Lámina 1, figura 26

*Globigerina linaperta* Finlay, 1939. New Zealand foraminifera: key species in stratigraphy: Roy. Soc. New Zealand, Trans. Proc., v. 69, n.2, pt.1, p.125, pl.13, fig.56.

Diámetro 0.31 a 0.425 mm.

**Alcance estratigráfico.** Desde la Zona *Planorotalites pseudomenardii* (Paleoceno tardío) hasta la Zona *Turborotalia cerroazulensis* (Eoceno tardío) (Toumarkine y Luterbacher, 1985).

**Distribución.** Cosmopolita.

**Material.** Cinco especímenes.

Superfamilia **GLOBIGERINACEA** Carpenter, Parker and Jones, 1862

Familia **GLOBIGERINIDAE** Carpenter, Parker and Jones, 1862

Subfamilia **GLOBIGERININAE** Carpenter, Parker and Jones, 1862

Género *Globigerina* d'Orbigny, 1826

*Globigerina lozanoi* Colom

Lámina 1, figura 27

*Globigerina lozanoi* Colom, 1954. Estudio de las biozonas con foraminíferos del Terciario de Alicante: Bol. Esp. Inst. Geol. y Minero, 66, p.149, pl.2, figs.1-48.

**Hipotipo.** IGM-647-Mi

Diámetro 0.3625 a 0.404 mm.

**Alcance estratigráfico.** Desde la Zona *Morozovella aragonensis* (Eoceno temprano) hasta la Zona *Hantkenina nuttalli* (Eoceno medio) (Toumarkine y Luterbacher, 1985).

**Distribución.** Cosmopolita.

**Material.** 11 especímenes.

Subfamilia **PORTICULASPHAERINAE** Banner, 1982

Género *Globigerinatheka* Brönnimann, 1952

*Globigerinatheka subconglobata subconglobata* (Shutsaya)

*Globigerinoides subconglobatus subconglobata* Shutskaya, 1958. Variations of some lower Paleogene planktonic foraminifers of the northern Caucasus: Akad. Nauk. SSSR Voprosy Mikropaleontologii, n.2, p. 86-87, pl.1, fig.4-11.

**Hipotipo.** IGM-648-Mi

Diámetro 0.560 mm. a 0.60 mm.

**Alcance estratigráfico.** Desde la Zona *Hantkenina nuttalli* (Eoceno medio) hasta la Zona *Truncorotaloides rorhi* (Eoceno medio) (Toumarkine y Luterbacher, 1985).

**Distribución.** Se encuentra ampliamente distribuida en regiones templadas.

**Material.** Nueve especímenes.

Suborden **ROTALIINA** Delage and Hérouard, 1896

Superfamilia **BULIMINACEA** Jones, 1875

Familia **BULIMINIDAE** Jones, 1875

Género *Bulimina* d'Orbigny, 1826

*Bulimina curtissima* Cushman and Siegfus

*Bulimina curtissima* Cushman and Siegfus, 1935. New species of Foraminifera from the Kreyenhagen Shales of California: Cushman Lab. Foram. Res., Contr., v.11, n.4, p. 93, pl.14, fig.9a-b.

**Hipotipo.** IGM-649-Mi

**Alcance estratigráfico.** En California: desde el Ulatisiano (Eoceno temprano) hasta el Nariziano (Eoceno medio).

**Ambiente.** El género se encuentra distribuido desde la biofacie nerítica superior hasta la parte de la biofacie batial medio superior (Murray, 1991).

**Material.** Cuatro especímenes.

*Bulimina guayabalensis* Cole

Lámina 2, figura 1

*Bulimina guayabalensis* Cole, 1927. A foraminiferal fauna from the Guayabal Formation in México: Bull. Am. Paleo., v.14, n.51, p.24, pl.1, figs. 1, 2.

**Hipotipo.** IGM-650-Mi

Largo 0.333 mm; diámetro 0.241 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California se encuentra desde el Ulatisiano (Eoceno temprano) hasta el Nariziano (Eoceno medio).

**Ambiente.** El género se encuentra desde la biofacie nerítica superior hasta la biofacie batial medio inferior, es decir, de los 50 a los 2000 m. (Murray, 1991).

**Material.** Nueve especímenes.

*Bulimina whitei* Martin

*Bulimina whitei* Martin, 1943. Eocene Foraminifera from the Type Lodo Formation, Fresno County, California: Stanford Univ. Publ. Geol. Sci., v.3, n.3, p.20, pl.6, fig.5a-b.

**Alcance estratigráfico.** En California se encuentra desde el Ulatisiano (Eoceno temprano) hasta el Nariziano (Eoceno medio).

**Ambiente.** El género se encuentra desde la biofacie nerítica superior hasta el batial medio inferior, de los 50 a los 1500 m. (Murray, 1991).

**Material.** Tres especímenes.

Familia **UVIGERINIDAE** Haeckel, 1894  
Subfamilia **UVIGERININAE** Haeckel, 1894  
Género *Uvigerina* d'Orbigny, 1826  
*Uvigerina elongata* Cole

*Uvigerina elongata* Cole, 1927. A foraminiferal fauna from the Guayabal Formation in México: Bull. Am. Paleont., v.14, n.51, p.26, pl.4, figs. 2,3.

**Alcance estratigráfico.** En California del Ulatisiano (Eoceno temprano) al Nariziano (Eoceno medio).

**Ambiente.** El género se encuentra desde la biofacie del batial superior hasta el batial inferior, de los 150 a los 2000 m. (Ingle, 1980).

**Material.** Tres especímenes.

Subfamilia **ANGULOGERININAE** Galloway, 1933  
Género *Trifarina* Cushman, 1923  
*Trifarina advena californica* Mallory  
Lámina 2, figura 2

*Trifarina advena californica* Mallory, 1959. Lower Tertiary biostratigraphy of the California Coast Ranges: Tulsa, American Assoc. Petrol. Geol., p.210-211, pl.17, figs.14a-14d; pl.29, figs.6a-6c, pl.40, figs.11a-11b

**Hipotipo.** IGM-651-Mi

Largo 0.281 mm; diámetro 0.171 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California en el Bultiano (Eoceno temprano) al Penutiano (Eoceno temprano).

**Ambiente.** El género se encuentra desde la biofacie nerítica inferior hasta la biofacie del batial inferior, de los 50 a los 1500 m. (Murray, 1991).

**Material.** Cuatro especímenes.

Superfamilia **PLEUROSOMELLACEA** Reuss, 1860  
Familia **PLEUROSOMELLIDAE** Reuss, 1860  
Subfamilia **PLEUROSOMELLINAE** Reuss, 1860  
Género *Ellipsopolymorphina* Silvestri, 1901  
*Ellipsopolymorphina velascoensis* (Cushman)

*Ellipsoglandulina velascoensis* Cushman, 1926. The foraminifera of the Velasco Shale of the Tampico Embayment: Am. Assoc. Petrol. Geol., Bull., v.10, p.590, pl.16, fig.7.

**Alcance estratigráfico.** Perteneciente al Cretácico tardío (Cushman, 1926).

**Ambiente.** El género se encuentra en aguas someras y templadas (Galloway, 1961).

**Material.** Tres especímenes.

Género *Nodosarella* Rzehak, 1895  
*Nodosarella cocoaensis* (Cushman)

*Nodosaria cocoaensis* Cushman, 1927. Some characteristic Mexican fossil Foraminifera, Jour. Paleont., v.10, n.6, p.153, pl.24, fig.1.

**Alcance estratigráfico.** En California del Penutiano (Eoceno temprano) al Nariziano (Eoceno medio)

**Ambiente.** El género se encuentra distribuido principalmente en aguas someras (Galloway, 1961).

**Material.** 15 especímenes.

Superfamilia **DISCORBACEA** Ehrenberg, 1838  
Familia **EPONIDIDAE** Hofker, 1951  
Subfamilia **EPONIDINAE** Hofker, 1951  
Género *Eponides* de Montfort, 1808  
*Eponides lodoensis* Martin

*Eponides lodoensis* Martin, 1943. Eocene foraminifera from the type Lodo Formation, Fresno County California: Stanford Univ. Pub. Geol. Sci., v.3, p.23, pl.VI, figs. 8a-8c.

**Hipotipo.** IGM-652 Mi

Diámetro 0.275 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California en el Ulatisiano (Eoceno temprano a medio)

**Ambiente.** La especie se encuentra en la biofacie batial media superior, de los 500 a los 1500 m. según Ingle (1980)

**Material.** Diez especímenes.

*Eponides plummerae* Cushman

Lámina 2, figura 3

*Eponides plummerae* Cushman, 1948. Additional new foraminifera from the American Paleocene: Cushman Lab. Foram. Res., Contr., v.24, p.44, pl.8, fig.9.

**Hipotipo.** IGM-653-Mi

Diámetro 0.425 a 0.46 mm.

**Ambiente.** El género puede encontrarse en la biofacie media superior, desde los 500 hasta los 1500 m. (Ingle, 1980).

**Material.** Tres especímenes.

Familia **DISCORBIDAE** Ehrenberg, 1838

Género *Discorbis* Lamarck, 1804

*Discorbis midwayensis* Cushman

Lámina 2, figura 4

*Discorbis midwayensis* Cushman, 1940. Midway Foraminifera from Alabama: Cushman Lab. Foram. Res., Contr., v.16, p.70, pl.12, figs.6a-6b.

**Hipotipo.** IGM-654-Mi

Diámetro 0.469 a 0.593 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California se encuentra del Yneziano (Paleoceno tardío) a finales del Ulatisiano (Eoceno medio).

**Ambiente.** El género se encuentra en la biofacie nerítica superior, hasta los 50 m. (Murray, 1991).

**Material.** 14 especímenes.

Superfamilia **DISCORBINELLACEA** Sigal, 1952

Familia **PARRELLOIDIDAE** Hofker, 1956

Género *Cibicoides* Thalmann, 1939

*Cibicoides cederstromi* Mc Lean

*Cibicoides cederstromi* Mc Lean, 1951. Paleocene foraminifera from the Atlantic Coastal Plain: Cushman Lab. Foram. Res., Contr., v.2, p.28, pl.28.

**Discusión.** Los especímenes incluidos en *C. cederstromi* probablemente pertenecen a una nueva variedad de la especie ya que no coinciden totalmente con la descripción original; en ésta se describen con 11 cámaras en la última espira, suturas oscurecidas por tejido secundario y curvas en el lado ventral, además de tener la pared toscamente perforada. En los especímenes encontrados en la Formación Tepetate, se observan de 11 a 13 cámaras en el último giro, las suturas sin oscurecer y no tan curvas en el lado ventral, además de que la pared no está perforada, sino que tiende a ser lisa.

**Hipotipo.** IGM-655-Mi

Diámetro 0.556 a 0.580 mm.

**Ambiente.** El género tiene una distribución que abarca desde la biofacie nerítica hasta el batial, a través de toda la columna de agua (Murray, 1991).

**Material.** Nueve especímenes

*Cibicoides pseudoungerianus* (Cushman)

Lámina 2, figura 5

*Truncatulina pseudoungeriana* Cushman, 1922. The Byram calcareous marl of Mississippi and its foraminifera: U.S. Geol. Surv., Prof. pap. n.129-E, p.97, pl.20, fig.9.

Diámetro 0.469 a 0.593 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California durante el Ulatisiano (Eoceno temprano a medio).

**Ambiente.** El género tiene una distribución que abarca desde la biofacie nerítica hasta el batial (Murray, 1991).

**Material.** Cuatro especímenes.

*Cibicoides* sp.

**Discusión.** Los especímenes tenían alrededor de 15 a 17 cámaras, biumbonados y la abertura no se pudo apreciar debido a que se encontraron retrabajados y recubiertos de sedimento, por lo que no se pudo hacer su debida identificación.

**Ambiente.** El género tiene una distribución que abarca desde la biofacie nerítica hasta el batial (Murray, 1991).

**Material.** Seis especímenes.

Familia **CIBICIDIDAE** Cushman, 1927  
Subfamilia **CIBICIDINAE** Cushman, 1927  
Género *Cibicides* de Montfort, 1808  
*Cibicides beatus* Martin  
Lámina 2, figura 6

*Cibicides beatus* Martin, 1943. Eocene Foraminifera from the Type Lodo Formation, Fresno County, California. Stanford Univ. Pub. Geol. Sci., v.3, p.30, pl.VIII, figs.6a-6c.

**Hipotipo.** IGM-656-Mi

Diámetro 0.46 a 0.58 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California del Yneziano (Paleoceno tardío) al Penutiano (Eoceno temprano).

**Ambiente.** El género abarca desde la biofacie nerítica inferior hasta el batial inferior (Murray, 1991).

**Material.** Ocho especímenes.

*Cibicides kernensis* Mallory  
Lámina 2, figura 7

*Cibicides kernensis* Mallory, 1959. Lower Tertiary biostratigraphy of the California Coast Range: Tulsa, Amer. Assoc. Petrol. Geol., p.266, pl.24, figs.2a-2c; pl.35, figs.6a-6c.

**Hipotipo.** IGM-657-Mi

Diámetro 0.28 a 0.446 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California se encuentra del Penutiano (Eoceno temprano) a fines del Ulatisiano (Eoceno medio).

**Ambiente.** El género abarca desde la biofacie nerítica inferior hasta el batial inferior (Murray, 1991).

**Material.** 23 especímenes incompletos.

*Cibicides pseudowuellerstorfi* Cole

*Cibicides pseudowuellerstorfi* Cole, 1927. A foraminiferal fauna from the Guayabal Formation in México: Amer. Paleont., Bull., v.14, n.15, p.36, pl.1, figs.13-14.

**Alcance estratigráfico.** En California se encuentra del Penutiano (Eoceno temprano) al Nariziano (Eoceno medio).

**Ambiente.** La especie se encuentra en la biofacie batial superior, de los 150 a los 500 m. (Ingle, 1980).

**Material.** Ocho especímenes.

*Cibicides spiropunctatus* Galloway and Morrey  
Lámina 2, figura 8

*Cibicides spiropunctatus* Galloway and Morrey, 1931. Late Cretaceous foraminifera from Tabasco, México: Jour. Paleont., v.5, n.4, p.346, pl.39, fig.7.

Diámetro 0.48 a 0.556 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California del Penutiano (Eoceno temprano) al Nariziano (Eoceno medio).



**Ambiente.** La especie se encuentra en la biofacie batial superior, de los 150 a los 500 m. (Ingle, 1980).

**Material.** Tres especímenes.

*Cibicides cf. C. lawi* Howe

**Descripción.** Concha biconvexa, circular; lado ventral ligeramente más convexo con un botón central; periferia ligeramente lobulada; 8 a 9 cámaras en la última vuelta que van incrementando de tamaño. Pared lisa, perforada. La abertura es arqueada y probablemente se extiende desde el lado dorsal hasta el lado ventral.

**Discusión.** Estas características corresponden a las que se encuentran para *Cibicides lawi* Howe, 1949 (*in* Bandy, 1949). Los especímenes de la Formación Tepetate difieren en que no presentan el botón central en el lado ventral y el número de cámaras es de siete.

**Ambiente.** La especie se encuentra en la biofacie batial superior, de los 150 a los 500 m. (Ingle, 1980).

**Material.** Cuatro especímenes.

*Cibicides* sp.1

**Descripción.** Concha biconvexa; de 8 a 9 cámaras. La abertura no se pudo apreciar debido a que la mayoría se encuentran recubiertos de sedimento e incompletos.

**Ambiente.** La especie se encuentra en la biofacie batial superior, de los 150 a los 500 m. (Ingle, 1980).

**Material.** 23 especímenes.

*Cibicides* sp.2

**Descripción.** Concha biconvexa; 9 o 10 cámaras. Pared lisa. No se pudieron apreciar otras características debido a que los microfósiles se encontraban recubiertos de sedimento y la mayoría de ellos incompletos.

**Ambiente.** La especie se encuentra en la biofacie batial superior, de los 150 a los 500 m. (Ingle, 1980).

**Material.** 14 especímenes.

Superfamilia **NONIONACEA** Schultze, 1854

Familia **NONIONIDAE** Schultze, 1854

Subfamilia **PULLENIINAE** Schwager, 1877

Género **Pullenia** Parker and Jones, 1862

*Pullenia quinqueloba* (Reuss)

Lámina 2, figura 9

*Nonionina quinqueloba* Reuss, 1851. Ueber die fossilen Foraminiferen und Entomostracen der Septarienthone der Umgegend von Berlin: Deutsch. Geol. Ges., Zeitschr., Berlin, Deutschland, Bd.3, p.71, pl.5, figs.31a-31c.

**Hipotipo.** IGM-658-Mi

Diámetro 0.39 a 0.415 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California desde el Ulatisiano (Eoceno temprano) hasta el Nariziano (Eoceno medio).

**Ambiente.** La especie se encuentra en la biofacie nerítica inferior, desde los 50 hasta los 150 m. (Ingle, 1980).

**Material.** Cinco especímenes.

Superfamilia **CHILOSTOMELLACEA** Brady, 1881

Familia **ALABAMINIDAE** Hofker, 1951

Género **Valvalabamina** Reiss, 1963

*Valvalabamina aequilaterus* (Plummer) Cushman

Lámina 2, figura 10

*Rotalina aequilaterus* Cushman, 1926. Foraminifera of the Midway Formation in Texas: Texas Univ., Bull., n.2644, p.155, pl.12, fig.3.

**Hipotipo.** IGM-659-Mi

Largo 0.48 mm; ancho 0.4 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California desde el Ulatiano (Eoceno temprano) hasta el Nariziano (Eoceno medio).

**Ambiente.** El género se encuentra a cualquier profundidad (Galloway, 1961).

**Material.** 12 especímenes.

*Valvalabamina depressus* (Alth)

Lámina 2, figura 11

*Rotalina depressa* Alth, 1850. Geognostisch-paläontologische Beschreibung der nächsten Umgebung von Lemberg. Haidingers naturwiss. Abhandl., Vienna, 3, p.266, pl.13, pl.13, fig.21.

**Hipotipo.** IGM-660-Mi

Diámetro 0.43 a 0.504 mm.

**Ambiente.** El género se encuentra a cualquier profundidad (Galloway, 1961).

**Material.** Nueve especímenes.

Familia **HETEROLEPIDAE** Gonzáles-Donoso, 1969

Género *Anomalinoidea* Brotzen, 1942

*Anomalinoidea aragonensis* (Nuttall)

Lámina 2, figura 12

*Anomalina dorri aragonensis* Nuttall, 1930. Eocene Foraminifera from México: Jour. Paleont., v.4, p.291, pl.24, fig.18, pl.24, fig.1.

**Hipotipo.** IGM-661-Mi

Diámetro 0.384 a 0.4 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California se encuentra desde el Penutiano (Eoceno temprano) hasta el Nariziano (Eoceno medio).

**Ambiente.** La especie se encuentra en la biofacie batial inferior, de los 2000 m. en adelante. (Ingle, 1980).

**Material.** 20 especímenes.

Familia **GAVELINELLIDAE** Hofker, 1956.

Subfamilia **GYROIDINOIDINAE** Saidova, 1981.

Género *Gyroidinoidea* Brotzen, 1942.

*Gyroidinoidea girardanus* (Reuss)

Lámina 2, figura 11

*Rotalina girardana* Reuss, 1851, Zeitschr. deutsch. geol. Ges., 3, p.73, pl.5, fig.34.

**Hipotipo.** IGM-662-Mi

Diámetro de 0.416 a 0.516 mm.

**Alcance estratigráfico.** En California desde el Penutiano (Eoceno temprano) hasta el Nariziano (Eoceno medio).

**Ambiente.** El género está presente de la biofacie del batial superior al batial inferior, de los 150 a los 2000 m. (Ingle, 1980)

**Material.** Cinco especímenes.

Superfamilia **NUMMULITACEA** de Blainville, 1827

Familia **ASTEROCYCLINIDAE** Brönnimann, 1951

Género *Pseudophragmina* Douvillé, 1923

*Pseudophragmina advena* Cushman

*Pseudophragmina* (*Pseudophragmina*) *advena* Cushman, 1921. American species of *Operculina* and *Heterostegina* and their faunal relations and a new species of *Ortophragmina* from Louisiana: U.S. Geol. Surv. Prof. Pap., n.128-E., p.39-108.

**Alcance estratigráfico.** Eoceno medio al tardío (Butterlin, 1981).

**Ambiente.** En aguas someras principalmente (Vaughan, 1945).

**Material.** Se encontró un gran número de especímenes en los estratos 10, 13, 14 y 16.

Subclase **OSTRACODA** Latreille, 1806.

Orden **PODOCOPIDA** Müller, 1894.

Suborden **PLATYCOPA** Sars, 1866.

Familia **CYTHERELLIDAE** Sars, 1866.

Género **Cytherella** Jones, 1849.

*Cytherella* spp.

**Descripción.** Caparazón ovalado a subcuadrado en vista lateral. Bordes casi rectos. Margen ventral ligeramente cóncavo. Superficie de la pared lisa. Charnela simple.

**Discusión.** Se distinguieron tres grupos dentro de este género, basándose principalmente en la forma: *Cytherella* sp. 1 son especímenes ovalados y alargados; *Cytherella* sp. 2 tienen forma subcuadrada y *Cytherella* sp. 3 tiene esta forma, con los bordes más redondos.

**Hipotipo.** IGM- 663-Mi *Cytherella* sp. 1

Lámina 2, figura 14. Valva izquierda: altura 0.4 mm; ancho 0.835 mm.

IGM-664-Mi *Cytherella* sp. 2

Lámina 2, figura 15. Valva derecha: altura 0.35 mm; ancho 0.55 mm.

IGM-665-Mi *Cytherella* sp. 3 Valva izquierda: altura 0.119 mm; ancho 0.166 mm.

**Alcance estratigráfico.** Jurásico hasta el Reciente.

**Ambiente:** Marino, se encuentra en cualquier profundidad

**Material:** *Cytherella* sp. 1: siete valvas derechas y dos valvas izquierdas.

*Cytherella* sp. 2: tres valvas derechas, cuatro valvas izquierdas y un caparazón incompleto.

*Cytherella* sp. 3: dos valvas derechas y una izquierda. Dos pertenecen a formas juveniles.

Suborden **PODOCOPA** Sars, 1866

Superfamilia **BAIRDIACEA** Sars, 1866

Familia **BAIRDIIDAE** Sars, 1866

Género **Bairdoppilata** Coryell, Sample and Fields, 1935

*Bairdoppilata* spp.

**Descripción.** Caparazón subtrapezoide, típicamente "bairdioide". Pared lisa. Charnela compuesta por series cortas de dientes y alveolos en las posiciones antero y posterodorsal.

**Discusión.** Se reconocieron tres grupos basándose en la forma: *Bairdoppilata* sp.1 son especímenes alargados, subpiriformes e inflados, con el margen anteroventral casi recto; los pertenecientes a *Bairdoppilata* sp. 2 son semejantes a *Bairdoppilata* sp. 1, pero el proceso caudal es más afilado y el margen anteroventral es un poco más redondeado; mientras que los clasificados como *Bairdoppilata* sp. 3 son especímenes de mayor talla y se distinguen por tener el margen ventral más sinuoso y ser más alargados.

**Hipotipo.** IGM-666-Mi *Bairdoppilata* sp.1

Lámina 2, figura 16. Valva derecha: altura 0.47 mm; ancho 0.78 mm.

IGM-667-Mi *Bairdoppilata* sp. 2

Lámina 2, figura 17. Valva derecha: altura 0.595 mm; ancho 0.936 mm.

IGM-668-Mi *Bairdoppilata* sp. 3

Lámina 2, figura 18. Valva derecha: altura 1.234 mm; ancho 0.657 mm.

**Alcance estratigráfico.** Cretácico Tardío al Terciario.

**Ambiente.** Marino, se encuentra desde aguas someras hasta más profundas.

**Material.** *Bairdoppilata* sp. 1: siete valvas derechas y dos valvas izquierdas.

*Bairdoppilata* sp. 2: cuatro valvas derechas y una valva izquierda incompleta.

*Bairdoppilata* sp. 3: Se encontraron dos valvas derechas, una de ellas incompleta.

Familia **TRACHYLEBERIDAE** Sylvester-Bradley, 1948  
Subfamilia **TRACHYLEBERIDINAE** Sylvester-Bradley, 1948  
Tribu **TRACHYLEBERIDINI** Sylvester-Bradley, 1948  
Género *Trachyleberis* Brady, 1898  
*Trachyleberis* sp.

**Descripción.** Valva subrectangular en vista lateral externa. Márgenes dorsal y ventral casi rectos, convergiendo en el borde posterior, el cual se agudiza hacia el centro; borde anterior redondeado con denticulos; borde posteroventral con espinas. Ornamentado con numerosos tubérculos, los cuales están dispuestos irregularmente. Tubérculo ocular presente, prominente y transparente. Charnela heterodonta.

**Alcance estratigráfico.** Eoceno al Reciente.

**Ambiente.** Nerítico principalmente

**Material.** Una valva derecha y una valva izquierda, ambas incompletas.

Tribu **COSTAINI** Hartman & Puri, 1974  
Género *Costa* Neviani, 1928  
*Costa* sp.

Lámina 2, figura 19

**Descripción.** Valva subrectangular en vista lateral. Márgenes dorsal y ventral casi rectos, que convergen en un proceso caudal no muy agudo. Denticulos presentes en los bordes anterior y posterior. Ornamentado con reticulaciones. Tubérculo subcentral presente. Tubérculo ocular presente, prominente y transparente. Debido al mal estado de preservación, no se pudo distinguir el tipo de charnela, impresiones musculares o alguna otra estructura interna.

**Hipotipo.** IGM-669-Mi Valva izquierda: altura 0.34 mm; ancho 0.65 mm.

**Alcance estratigráfico.** Senoniano al Reciente.

**Ambiente.** Nerítico.

**Material.** Dos valvas derechas.

Tribu **ECHINOCYHEREIDINI** Hazel, 1961  
Género *Henryhowella* Puri, 1957  
*Henryhowella* sp.

Lámina 2, figura 21

**Descripción.** Valva subrectangular en vista lateral. Márgenes dorsal y ventral casi rectos, que convergen en el borde posterior en forma obtusa. Ornamentado con numerosos tubérculos dispuestos irregularmente. Tubérculo subcentral presente. Tubérculo ocular grande y transparente. Como solo se tuvieron caparazones, no fue posible distinguir el tipo de charnela, impresiones musculares o estructuras internas.

**Hipotipo.** IGM-670-Mi Valva izquierda: altura 0.5 mm; ancho 0.985 mm.

**Alcance estratigráfico.** Eoceno al Reciente.

**Ambiente.** Marino, principalmente en aguas de más de 100 m.

**Material.** Cuatro caparazones, uno de ellos deformado.

Subfamilia **BUNTONIINAE** Apostelescu, 1961  
Género *Ambocythere* van den Bold, 1957  
*Ambocythere* sp.

Lámina 2, figura 22

**Descripción.** Caparazón alargado en vista lateral, ovalado desigualmente; el largo es aproximadamente dos veces el ancho, la altura mayor se encuentra en el primer tercio anterior; borde anterior redondeado y el posterior termina en un proceso caudal distintivo. Superficie lisa, con dos costillas subparalelas a lo largo de cada valva, que comienzan después del primer tercio anterior y terminan justo antes de que el borde posterior empiece a formar el proceso caudal. Borde ventralposterior con cuatro denticulos distintivos.

**Hipotipo.** IGM-671-Mi Valva derecha: altura 0.255 mm; ancho 0.502 mm.

**Alcance estratigráfico.** Eoceno al Reciente.

**Ambiente.** Epinerítico, en aguas cálidas.

**Material.** Una valva derecha, una valva izquierda deformada y diez caparazones.

Género *Buntonia* Howe, 1935

*Buntonia* sp.

Lámina 2, figura 23

**Descripción.** Caparazón en forma de almendra en vista lateral; la mayor altura se encuentra en el primer tercio anterior. Margen anterior redondeado, mientras que el ventral es casi recto. Presenta restos de reticulaciones.

Valva izquierda: altura 0.335 mm; ancho 0.48 mm

**Alcance estratigráfico.** Senoniano al Reciente.

**Ambiente.** Marino, en todas las profundidades

**Material.** Cinco caparazones.

Familia **HEMICYOTHERIDAE** Puri, 1953

Subfamilia **THAEROCYTHERINAE** Hazel, 1967

Tribu **BRADLEYINI** Benson, 1972

Género *Jugosocythereis* Puri, 1957

*Jugosocythereis monrealensis* Carreño & Cronin.

Lámina 2, figura 24

*Jugosocythereis monrealensis* Carreño & Cronin, 1993. Middle Eocene Ostracoda from Baja California Sur, México: Jour. Micropalaeontol., v.12, n.2, p.150, pl.2, fig.9-12.

Valva derecha: altura 0.418 mm; ancho 0.767 mm.

**Alcance estratigráfico.** Eoceno al Reciente.

**Ambiente.** Nerítico.

**Material.** Cuatro valvas derechas, una valva izquierda y ocho caparazones.

Tribu **POKORNYELLINI** Puri, 1974

Género *Pokornyella* Oertli, 1956

*Pokornyella* sp.

**Descripción.** Valva subcuadrada en vista lateral. Margen dorsal fuertemente arqueado mientras que el ventral es casi recto. Borde anterior redondeado y ancho, mientras que el posterior es oblicuo y termina en un proceso caudal distintivo ligeramente cóncavo. Ornamentado con numerosas reticulaciones. Tubérculo ocular pequeño.

**Alcance estratigráfico.** Eoceno al Oligoceno.

**Ambiente.** Epinerítico.

**Material.** Una valva izquierda incompleta y un caparazón parcialmente destruido.

Familia **LOXOCONCHIDAE** Sars, 1861

Género *Loxoconcha* Sars, 1866

*Loxoconcha* aff. *L. perdecora* Alexander, 1934

**Descripción.** Caparazón subcuadrado en vista lateral. Margen dorsal recto. Margen ventral ligeramente sinuoso. Proceso caudal distintivo. Borde anterior redondeado, comprimido. Superficie de las valvas reticulada.

**Discusión.** Estas características coinciden con *Loxoconcha perdecora* Alexander. Sin embargo, debido a la preservación, no se apreciaron las pequeñas depresiones localizadas cercanas al centro de las valvas que Alexander encuentra para esta especie.

**Alcance estratigráfico.** Paleoceno al Reciente.

**Ambiente.** Mesohalino a litoral

**Material.** Seis caparazones, tres de ellos deformados.

Familia **PARACYTHERIDEIDAE** Puri, 1957.

Género *Paracytheridea* Müller, 1894.

*Paracytheridea* sp.

**Descripción.** Valva subrectangular en vista lateral con una proyección alar externa que se proyecta desde la zona medioventral. Margen dorsal casi recto, mientras que el ventral presenta es ligeramente convexo; borde anterior redondeado y el posterior termina en un proceso caudal distintivo. Superficie probablemente reticulada.

**Alcance estratigráfico.** Cenomaniano al Reciente.

**Ambiente.** Epinerfítico.

**Material.** Once valvas derechas y una valva izquierda incompleta.

Familia **CYTHERURIDAE** G.W. Müller, 1894.

Subfamilia **CYTHEROPTERINAE** Hanai, 1957.

Género *Cytheropteron* Sars, 1866.

*Cytheropteron* sp.

Lámina 2, figura 25

**Descripción.** Valva subromboidal en vista lateral, más o menos infladas, con una proyección alar. Margen dorsal arqueado, mientras que el ventral termina en un proceso caudal distintivo. Superficie lisa.

Valva izquierda: altura 0.25 mm; ancho 0.35 mm.

**Alcance estratigráfico.** Liásico al Reciente.

**Ambiente.** Marino, se encuentra en todas las profundidades.

**Material.** Una valva izquierda incompleta y un caparazón completamente deformado.

Familia **PONTOCYPRIDIDAE** Müller, 1894

Género *Argilloecia* Sars, 1866

*Argilloecia* aff. *A. faba* Alexander, 1934

Lámina 2, figura 24

**Descripción.** Caparazón alargado en vista lateral. Margen dorsal arqueado, margen ventral casi derecho. Borde anterior redondeado, borde posterior terminado en un ángulo posteroventral. Superficie de las valvas lisa.

**Discusión.** Debido a estas características, los ejemplares de arroyo Colorado son similares a *A. faba*, pero los primeros no presentan el marcado solapamiento de la valva derecha sobre la izquierda, a lo largo de la primera mitad de los márgenes dorsal y ventral tiene *A. faba*.

**Hipotipo.** IGM-672-Mi Valva derecha: altura: 0.219 mm; ancho 0.456 mm.

**Alcance estratigráfico.** Del Cenomaniano al Reciente.

**Ambiente.** Marino, asociado comúnmente con foraminíferos pelágicos.

**Material.** Nueve caparazones, once valvas izquierdas y catorce valvas derechas.

## **Edad**

Algunos foraminíferos planctónicos, por ser fósiles Índice -caracterizados por presentar una evolución rápida, un área de dispersión extensa y ser abundantes-, se han utilizado para resolver problemas estratigráficos. Las zonaciones que se han hecho con base en éstos, se establecen de acuerdo a las primeras y últimas apariciones de determinadas especies (*FAD -First Appearance Datum-* y *LAD -Last Appearance Datum-*). Estas unidades bioestratigráficas, pueden clasificarse como acrozonas -cuando en un conjunto de estratos aparece totalmente un determinado taxón

Familia **PARACYTHERIDEIDAE** Puri, 1957.

Género *Paracytheridea* Müller, 1894.

*Paracytheridea* sp.

**Descripción.** Valva subrectangular en vista lateral con una proyección alar externa que se proyecta desde la zona medioventral. Margen dorsal casi recto, mientras que el ventral presenta es ligeramente convexo; borde anterior redondeado y el posterior termina en un proceso caudal distintivo. Superficie probablemente reticulada.

**Alcance estratigráfico.** Cenomaniano al Reciente.

**Ambiente.** Epinerítico.

**Material.** Once valvas derechas y una valva izquierda incompleta.

Familia **CYTHERURIDAE** G.W. Müller, 1894.

Subfamilia **CYTHEROPTERINAE** Hanai, 1957.

Género *Cytheropteron* Sars, 1866.

*Cytheropteron* sp.

Lámina 2, figura 25

**Descripción.** Valva subromboidal en vista lateral, más o menos infladas, con una proyección alar. Margen dorsal arqueado, mientras que el ventral termina en un proceso caudal distintivo. Superficie lisa.

Valva izquierda: altura 0.25 mm; ancho 0.35 mm.

**Alcance estratigráfico.** Liásico al Reciente.

**Ambiente.** Marino, se encuentra en todas las profundidades.

**Material.** Una valva izquierda incompleta y un caparazón completamente deformado.

Familia **PONTOCYPRIDIDAE** Müller, 1894

Género *Argilloecia* Sars, 1866

*Argilloecia* aff. *A. faba* Alexander, 1934

Lámina 2, figura 24

**Descripción.** Caparazón alargado en vista lateral. Margen dorsal arqueado, margen ventral casi derecho. Borde anterior redondeado, borde posterior terminado en un ángulo posteroventral. Superficie de las valvas lisa.

**Discusión.** Debido a estas características, los ejemplares de arroyo Colorado son similares a *A. faba*, pero los primeros no presentan el marcado sobrelapamiento de la valva derecha sobre la izquierda, a lo largo de la primera mitad de los márgenes dorsal y ventral tiene *A. faba*.

**Hipotipo.** IGM-672-Mi Valva derecha: altura: 0.219 mm; ancho 0.456 mm.

**Alcance estratigráfico.** Del Cenomaniano al Reciente.

**Ambiente.** Marino, asociado comúnmente con foraminíferos pelágicos.

**Material.** Nueve caparazones, once valvas izquierdas y catorce valvas derechas.

## Edad

Algunos foraminíferos planctónicos, por ser fósiles índice -caracterizados por presentar una evolución rápida, un área de dispersión extensa y ser abundantes-, se han utilizado para resolver problemas estratigráficos. Las zonaciones que se han hecho con base en éstos, se establecen de acuerdo a las primeras y últimas apariciones de determinadas especies (*FAD -First Appearance Datum-* y *LAD -Last Appearance Datum-*). Estas unidades bioestratigráficas, pueden clasificarse como acrozonas -cuando en un conjunto de estratos aparece totalmente un determinado taxón





tanto lateral y verticalmente-, acrozonas concurrentes -cuando en un conjunto de estratos se encuentran imbricados dos o más taxones- o zonas de intervalo -son aquellos estratos que se caracterizan por la asociación de los fósiles que contienen y que los distingue de los estratos adyacentes- (Código Estratigráfico Norteamericano 1983, 1984). -

Para el Cenozoico, los estudios en regiones tropicales y templadas indican zonaciones distintas para cada tipo. Uno de los trabajos más importantes y que representa la base para estudios de zonas tropicales es el de Bolli (1957), debido a que puede aplicarse en distintos lugares del mundo. La zonación que aquí se emplea es la propuesta por Toumarkine y Luterbacher (1985), en la cual conjuntan y revisan distintos estudios de diferentes zonas geográficas tropicales y subtropicales (Bolli, 1957; Luterbacher and Premoli Silva, 1964; Krasheninnikov, 1965, entre otros).

Debido a que la sección en arroyo Colorado representa un intervalo de tiempo relativamente corto, no fue posible establecer los *data* de primeras (*FAD*) y últimas (*LAD*) apariciones estratigráficas de las especies existentes. Sin embargo, con excepción de *Subbotina linaperta*, el conjunto de foraminíferos planctónicos tienen un alcance estratigráfico restringido al Paleoceno tardío-Eoceno medio. (Tabla 3). Dentro de este conjunto, la especie más antigua que se encontró en arroyo Colorado fue *Subbotina linaperta*, la cual aparece por primera vez en la zona P4 (zona de *Planorotalites pseudomenardii*), durante el Paleoceno tardío. La especie más joven fue *Globigerinatheka subconglobata subconglobata*, la cual aparece a la mitad de la zona P10 (Zona de *Hantkenina nuttali*), en el Eoceno medio.

De acuerdo a la distribución de los microfósiles (Tabla 1), no se encontraron foraminíferos planctónicos dentro de los tres primeros estratos de la columna. El cuarto estrato está caracterizado por la presencia de *Morozovella aragonensis* cuyo *FAD* se sitúa en la base de la Zona P7 (Zona de *Morozovella formosa formosa*); *Acarinina pentacamerata*, *Acarinina broedermanni*, *Globigerina inaequispira* y *Morozovella caucasica* cuyos *FADs* han sido establecidos en la base de la Zona P8 (Zona de *Morozovella aragonensis*) para las dos primeras y en la cima de la misma zona para las dos últimas, mientras que *Subbotina frontosa boweri* y *Acarinina bullbrookii* tienen su primer registro estratigráfico en la base de la Zona P9 (Zona de *Acarinina pentacamerata*). Por esto, se considera

que la edad mínima para este nivel es correspondiente a la Zona P9, esto es, 51.2 Ma aproximadamente, en el Eoceno temprano.

La Zona P9 (Zona de *Acarinina pentacamerata*) está definida por el intervalo que comprende el primer registro de *Turborotalia cerroazulensis frontosa* al primer registro del género *Hantkenina* (Toumarkine y Luterbacher, 1985). Si bien ninguno de estos marcadores se encuentra en la localidad estudiada, se asignó esta zona debido a la co-ocurrencia de las especies presentes.

En los estratos cinco y seis se encontraron algunos ejemplares de *Globigerina lozanoi*, *Morozovella aragonensis*, *Acarinina broedermanni* y *Acarinina bullbrooki*, los cuales se encontraban mal conservados, al menos con respecto al estrato inferior. Estas especies siguen registrando su alcance para el Eoceno temprano, y por tanto, se considera que estos estratos pueden pertenecer a la Zona P9.

En el estrato siete aparece *Truncorotaloides topilensis* cuyo FAD se registra en la parte superior de la Zona P9 (*Acarinina pentacamerata*), lo cual sugiere una edad ligeramente más joven para este intervalo. Este es el único nivel donde aparece esta especie.

A partir del estrato ocho se suspende el registro de *Globigerina lozanoi* en la columna, y aparece por última vez *Globigerina inaequispira*.

El estrato nueve se caracteriza porque *Globigerinatheka subconglobata subconglobata* aparece por primera vez. Esta especie tiene registrado su FAD en la parte media de la Zona P10 (*Hantkenina nuttalli*), en el Eoceno temprano tardío. De acuerdo a esto, se esperaría que en este nivel de la columna ya estuviese representada la Zona P10. Es por esto que al límite entre las zonas P9 y P10 pudiese designarse tentativamente entre los estratos siete y ocho (Tabla 1).

La Zona P10 (Zona de *Hantkenina nuttalli*) se encuentra definida como el intervalo correspondiente desde el primer registro de representantes del género *Hantkenina* hasta el primer registro de *Globigerinatheka mexicana mexicana* (Toumarkine y Luterbacher, 1985). Como en el caso de la Zona P9, a pesar de no tener estos marcadores en la localidad estudiada, la co-ocurrencia de las especies es la que definió esta zona.

En los estratos uno al tres y 18 al 20, no se encontraron especies planctónicas que indicaran la edad de ambos intervalos (Tabla 1). Sin embargo, al no documentarse alguna discordancia, se asume que éstos correspondan a la Zona P9 y a la P10, respectivamente.

Una especie que se registró en forma discontinua a lo largo de la columna fue *Morozovella formosa formosa*, cuyo alcance estratigráfico abarca desde la parte media de la Zona P6 (*Morozovella subbotinae*) hasta la parte media de la Zona P8 (*Morozovella aragonensis*), zonas que no están representadas en la columna estudiada por lo que su presencia se atribuye a un retrabajo producido por las condiciones que imperaban en la cuenca de depósito.

Por lo tanto, las zonas representadas en la sección de arroyo Colorado son la Zona P9 y la Zona P10, y la edad abarcaría desde los 51.2 a los 50.3 Ma, es decir, desde el Eoceno temprano tardío al Eoceno medio (Tabla 1).

Algunas de las especies de los foraminíferos bentónicos de la Formación Tepetate han sido ya descritas y estudiadas en diversos trabajos de las formaciones terciarias en Estados Unidos, por ejemplo, la Formación Lodo (Israelsky, 1951), las pertenecientes al grupo Jackson (Cushman y Applin, 1926) o la Formación Midway (Plummer, 1926), entre otras.

Las biozonaciones basadas en foraminíferos bentónicos no tienen la aplicación que las de las especies planctónicas, debido a que dependen de la combinación de factores bioestratigráficos, paleoecológicos y sedimentológicos, lo que hace difícil la comparación entre una zona y otra. En California, con el fin de establecer una biozonación aplicable a los estratos del Terciario, Mallory (1959) propuso una definiendo cinco pisos, cada uno compuesto por dos zonas. Éstas se definieron con base en la distribución y coexistencia de conjuntos específicos de foraminíferos bentónicos. Sin embargo, al tratar de aplicarla a otras zonas, se presentaron problemas de correlación. En 1988 Almgren, Filewicz y Heitman, la modificaron calibrándola con base en zonaciones de nannoplancton calcáreo (Okada y Bukry, 1980) con el fin de establecer precisión en su edad y correlación.

Los alcances estratigráficos designados por Mallory en California (1959) para algunas de las especies encontradas en arroyo Colorado se incluyen dentro de la paleontología sistemática. Como se observa en la Tabla 4, los foraminíferos bentónicos tienen una coexistencia dentro del

Tabla 4. Alcances estratigráficos designados por Mallory (1959) para algunos foraminíferos bentónicos de la localidad tipo de la Formación Tepetate.

EDAD (m.a.)	PERIODO	ZONACIÓN PROPUESTA POR ALMGREN & COLABORADORES (1968)		ÉPOCA	
		PALEOCENO	EOCENO		
65.0	CRETÁCICO	tardío			
60.5	TERCIARIO	Yneziano	PALEOCENO	tardío	
53.6	PALEOGENO	Bullitiano	temprano	EOCENO	intermedio
60.8	PERUVIANO	Peruviano	Eoceno	intermedio	
48.7	NARIZIANO	Nariziano	Eoceno	intermedio	
					<i>Anomalinoidea aragonensis</i>
					<i>Bullimina curtissima</i>
					<i>Bullimina guayabalensis</i>
					<i>Bullimina whitei</i>
					<i>Cibicides beatus</i>
					<i>Cibicides kernensis</i>
					<i>Cibicides pseudovellerstorfi</i>
					<i>Cibicides spiro-punctatus</i>
					<i>Cibicides pseudoungerianus</i>
					<i>Dentalina jacksonensis</i>
					<i>Discorbis midwayensis</i>
					<i>Dorothy bullata</i>
					<i>Dorothy cubana</i>
					<i>Ellipsosymphorina velascoensis</i>
					<i>Eponides losobensis</i>
					<i>Glandulina ovata</i>
					<i>Globulina lacrima</i>
					<i>Gyrolina girardanus</i>
					<i>Laevidentolina tegumen</i>
					<i>Lenticulina pseudocultratus</i>
					<i>Lenticulina pseudovortex</i>
					<i>Lenticulina trinitatis</i>
					<i>Notosaralia coccaensis</i>
					<i>Pseudophragmina advena</i>
					<i>Pullenta quinqueloba</i>
					<i>Pyramidulina latejugata</i>
					<i>Spiroplectinella richardi</i>
					<i>Trifarina advena californica</i>
					<i>Uvigerina elongata</i>
					<i>Vaginulinopsis mexicana kelleyi</i>
					<i>Vaginulinopsis mexicana n.</i>
					<i>Vaginulinopsis verruculosa</i>
					<i>Vahialabamina aequilaterus</i>

tardío, y el segundo (estrato 9-17) al Eoceno medio. La presencia de *P. advena* en el segundo intervalo apoyaría esta propuesta.

En algunos casos, las edades de algunos foraminíferos bentónicos no coincidieron con la edad asignada al estrato donde se encontraron. *L. trinitatensis* y *E. velascoensis* son especies pertenecientes al Cretácico, y su presencia se atribuye a algún tipo de retrabajo sufrido, evidenciado por el estado de conservación de los ejemplares y al escaso número de éstos.

De acuerdo con los alcances estratigráficos registrados en California, *C. beatus* y *V. mexicana kellei* tienen sus últimas presencias durante el Eoceno temprano (Mallory, 1959). Sin embargo, en la sección estudiada, éstas aparecen en el Eoceno medio. Lo anterior pone de manifiesto la naturaleza transgresiva (en el tiempo) de los foraminíferos bentónicos, uno de los mayores problemas que existen para considerarlos fósiles índice. Esto es, que mientras en algunos lugares las especies parecen extinguirse por que no hay registro fósil de ellas, en otras áreas las condiciones ambientales son propicias para que las poblaciones de los organismos sobrevivan, lo que resulta en diferentes alcances estratigráficos a nivel regional. La especie planctónica *Morozovella formosa formosa*, restringida al Eoceno temprano (Toumarkine y Luterbacher, 1985) se distribuye en la columna estudiada hasta el Eoceno medio; el alcance estratigráfico de la especie está muy bien documentada en diversas áreas, por lo que su presencia es considerada como retrabajada para la parte superior de la sección. Esta interpretación se refuerza por el hecho de que la mayoría de los especímenes se encontraron fragmentados y mal conservados.

La mayoría de los ostrácodos encontrados en arroyo Colorado solamente pudieron determinarse hasta nivel genérico, debido a esto, las edades que se les asignó a cada uno corresponden a la del género, dando como resultado un amplio alcance estratigráfico. Sin embargo, como se puede apreciar, el conjunto presenta una co-ocurrencia durante el Eoceno.

### **Ambiente de depósito**

El ambiente de depósito es definido como el "lugar de la superficie terrestre en el que se realizan procesos sedimentarios, que pueden individualizarse de las zonas limítrofes por sus

tardío, y el segundo (estrato 9-17) al Eoceno medio. La presencia de *P. advena* en el segundo intervalo apoyaría esta propuesta.

En algunos casos, las edades de algunos foraminíferos bentónicos no coincidieron con la edad asignada al estrato donde se encontraron. *L. trinitatensis* y *E. velascoensis* son especies pertenecientes al Cretácico, y su presencia se atribuye a algún tipo de retrabajo sufrido, evidenciado por el estado de conservación de los ejemplares y al escaso número de éstos.

De acuerdo con los alcances estratigráficos registrados en California, *C. beatus* y *V. mexicana kelleyi* tienen sus últimas presencias durante el Eoceno temprano (Mallory, 1959). Sin embargo, en la sección estudiada, éstas aparecen en el Eoceno medio. Lo anterior pone de manifiesto la naturaleza transgresiva (en el tiempo) de los foraminíferos bentónicos, uno de los mayores problemas que existen para considerarlos fósiles índice. Esto es, que mientras en algunos lugares las especies parecen extinguirse por que no hay registro fósil de ellas, en otras áreas las condiciones ambientales son propicias para que las poblaciones de los organismos sobrevivan, lo que resulta en diferentes alcances estratigráficos a nivel regional. La especie planctónica *Morozovella formosa formosa*, restringida al Eoceno temprano (Toumarkine y Luterbacher, 1985) se distribuye en la columna estudiada hasta el Eoceno medio; el alcance estratigráfico de la especie está muy bien documentada en diversas áreas, por lo que su presencia es considerada como retrabajada para la parte superior de la sección. Esta interpretación se refuerza por el hecho de que la mayoría de los especímenes se encontraron fragmentados y mal conservados.

La mayoría de los ostrácodos encontrados en arroyo Colorado solamente pudieron determinarse hasta nivel genérico, debido a esto, las edades que se les asignó a cada uno corresponden a la del género, dando como resultado un amplio alcance estratigráfico. Sin embargo, como se puede apreciar, el conjunto presenta una co-ocurrencia durante el Eoceno.

### **Ambiente de depósito**

El ambiente de depósito es definido como el "lugar de la superficie terrestre en el que se realizan procesos sedimentarios, que pueden individualizarse de las zonas limítrofes por sus

características físicas, químicas y biológicas bajo las que se acumulan sedimentos y que en gran parte determinan sus propiedades" (Rigby, 1972 *in* Corrales *et al*, 1977). Para definir algunas de estas propiedades, son necesarios los datos que se producen a partir del estudio de estructuras litológicas. Para poder determinar las condiciones bajo las cuales existió un depósito, se utiliza la información derivada del estudio de los foraminíferos bentónicos; esto se debe a que su distribución se encuentra íntimamente relacionada con condiciones de luz, temperatura, salinidad, profundidad y sustrato, entre otros parámetros fisicoquímicos, de tal manera, que se han convertido en una importante herramienta para la interpretación de paleoambientes.

Por lo tanto, para inferir el ambiente de depósito al cual pertenece un conjunto fósil dentro de una secuencia sedimentaria, es necesario conocer los parámetros en los cuales viven especies cercanas o emparentadas con aquellas que se encuentran en estado fósil.

Al estudiar conjuntos fósiles, es frecuente tomar como elemento de referencia para interpretar la profundidad a la cual se llevó el depósito, la asociación de organismos que represente la mayor profundidad. Esta premisa tiene su justificación en el hecho de que corrientes de fondo, deslizamientos de sedimentos por acción de la pendiente de la plataforma, entre otros fenómenos, traen como consecuencia el arrastre de faunas de facies someras hacia el fondo marino, formándose una tanatocenosis que incluye una mezcla de especímenes de aguas someras y profundas, de ahí la preferencia de utilizar el límite batimétrico inferior de los conjuntos con el propósito de excluir cualquier tipo de contaminación. (Bandy, 1961, *in* Ingle, 1980).

Lo anterior, aunado al hecho de que la mayoría de los trabajos que incluyen los alcances batimétricos de foraminíferos bentónicos representan tanatocenosis más que biocenosis, obliga a utilizar con cierta cautela esta información. Por lo tanto, en este estudio se tomó en cuenta el límite batimétrico más superficial consignado en trabajos como el de Ingle (1980), Berggren y Aubert (1975) y Thomas (1991). Es importante señalar que la mayoría de los alcances batimétricos de las especies terciarias no han sido establecidos, por lo que en algunos casos (como cibicides y miliólidos) se mencionan los que presentan los representantes actuales de los géneros. Esta información se incluye dentro de la paleontología sistemática y en las tablas 5 y 6.





En los intervalos que corresponden a los estratos cuatro al 14 no se observa ninguna discordancia que permitiera inferir alguna interrupción brusca del depósito, por lo que las profundidades propuestas en este intervalo se consideran como constantes.

El conjunto de los foraminíferos bentónicos que existe en los tres primeros estratos de la columna litológica incluye a *Cibicides* spp., el cual se encuentra en profundidades de 150 m. hasta los 2000 m., *Eponides lodoensis* entre los 500 a 1500 m. y los miliólidos, típicos representantes de profundidades menores de 150 m. Lo anterior lleva a sugerir que este intervalo debe haberse depositado en una profundidad de entre 150 a 500 m; sin embargo, la presencia de arenisca de grano grueso a medio diastratificada así como la ausencia de foraminíferos planctónicos, indica un depósito cercano a la costa en un ambiente de alta energía, muy probablemente asociado a un evento transgresivo, por lo que se considera que estos estratos fueron depositados en una profundidad máxima entre los 100 y 500 m, en un mar oscilante que propició que la mayoría de los microfósiles se encuentren fragmentados y en un deficiente estado de conservación. Más aún, la ausencia de ostrácodos sugiere un fondo rocoso o de arena poco compactada, y probablemente, con una pendiente moderada y de muy alta energía, lo que no permitió el desarrollo de flora que diera lugar al desarrollo de estos microcrustáceos.

El estrato cuatro se caracteriza por una diversidad alta de foraminíferos planctónicos, bentónicos y ostrácodos, aunque su abundancia es relativamente baja; los foraminíferos bentónicos tienen representantes de aguas profundas (ambientes batial y abisal, de más de 150 m) y de aguas más someras (ambiente nerítico, de menos de 150 m). Entre los primeros se encuentra *Anomalinoidea aragonensis* que presenta como ambiente típico el batial inferior, *Bulimina curtissima*, *B. whitei* que se encuentran en el batial superior, *Valvulabamina aequilaterus* y *V. depressus* que se encuentran a partir del ambiente nerítico; dentro del segundo grupo están los nodosáridos, lenticulínidos y *Pullenia quinqueloba*. Este conjunto sugiere que el depósito se llevó a cabo a una profundidad de entre 150 a 500 m. Los sedimentos medios a finos que caracterizan esta parte de la columna sugiere menor cercanía a la costa, en un ambiente de moderada a baja energía con fondos más suaves que permitieron la instalación de una fauna bentónica con morfotipos más

ornamentados (*B. curtissima*, *B. whitei*, *Uvigerina elongata*, *Trifarina advena californica*, por ejemplo) y de ostrácodos característicos de ambientes neríticos tales como *Loxoconcha* cf. *L. perdecora* y *Buntonia* sp., y formas cosmopolitas como *Bairdoppilata* spp. y *Cytheropteron* sp.

El intervalo formado por los estratos cinco al siete y ocho al nueve, se caracterizan por un diversidad y abundancia relativamente bajas de foraminíferos planctónicos y bentónicos así como de ostrácodos, de los cuales el estado de conservación es considerado como moderado. El primer intervalo se caracteriza por la presencia de *Cibicides* spp., *Cibicidoides* spp., miliólidos y lenticulínidos. Los cibicideos son especímenes que se distribuyen a lo largo del perfil batimétrico, mientras que los miliólidos y lenticulínidos se encuentran principalmente en el ambiente nerítico. En los siguientes estratos (ocho y nueve) se encuentran *Spiroplectinella richardi*, *Clavulinoides trilaterus*, *Dorothia* sp., nodosáridos, lenticulínidos y miliólidos, todos característicos de profundidades menores de 150 m; mientras que la fauna de aguas profundas está representada por especies como *Anomalinoides aragonensis*, *Cibicides spiropunctatus* y *Bulimina guayabalensis*. Estas dos últimas especies son características del batial superior, es decir de los 150 a 500 m. Dentro del conjunto de ostrácodos, el morfotipo de algunos géneros (*Pokornyella* sp., *Trachyleberis* sp., y *Ambocythere* sp.) corresponde al de formas que habitan desde ambientes neríticos hasta el batial superior, es decir, son formas robustas, calcificadas y ornamentadas, aunque también se encuentran ejemplares de *Cytherella* spp., género que puede encontrarse a lo largo de la columna de agua. El conjunto de microfósiles bentónicos para este intervalo (estratos cinco al nueve) representan un mar oscilante con profundidades promedio entre 150 a 500 m. Este mismo fenómeno se registra en la litología que representa una alternancia de arenisca masiva y lodolitas con una tendencia, secuencia arriba, hacia los gruesos. Ambas evidencias permiten suponer el posible clímax transgresivo representado por los finos y la microfauna bentónica de ambiente batial y el inicio de un evento regresivo. Esta interpretación se refuerza con lo que se observa en el siguiente estrato.

En el estrato 10, *Pseudophragmina advena* que caracteriza ambientes someros y tropicales (Vaughan, 1945), es muy abundante. También es común la presencia de *Bulimina guayabalensis*,

*Cibicides kERNensis*, *Discorbis midwayensis*, *Vaginulinopsis verruculosa* y *Cibicoides* sp.; las tres primeras especies se encuentran desde el ambiente nerítico hasta el batial, mientras que las dos últimas son representantes del nerítico. En cuanto a los ostrácodos, la mayoría de los géneros tienen como ambiente común el nerítico (*Ambocythere* sp., *Buntonia* sp., *Costa* sp., *Jugosocythereis monrealensis* y *Pokornyella* sp.). La disposición de los macroforaminíferos en el estrato es uniforme, lo que refleja un transporte inexistente o mínimo del lugar de origen; la diversidad de foraminíferos y ostrácodos no es muy alta, al igual que la abundancia, en ambos casos los microfósiles se encontraron en buen estado de conservación; la profundidad de las aguas en este ambiente probablemente fué equivalente al nerítico, debido a la abundancia de los macroforaminíferos, la disposición de éstos y los microfósiles presentes, incluidos todos en una matriz de lodolita.

En el estrato 11 presenta una mezcla de foraminíferos bentónicos de aguas someras y aguas profundas; *Clavulinoides* sp., *Discorbis midwayensis*, *Dorothia bulleta*, *Nodosarella cocoaensis*, lenticulínidos y diferentes especies de *Vaginulinopsis* son características del ambiente nerítico, mientras que *Anomalinoidea aragonensis* y *Glandulina ovata* representan ambientes batial medio e inferior. La abundancia de las especies fue moderadamente alta, al igual que la diversidad. En este estrato también hay ostrácodos; la mayoría de éstos son escasos, aunque la diversidad de especies es alta; muchos de ellos son neríticos (*Jugosocythereis monrealensis*, *Pokornyella* sp., *Buntonia* sp., *Ambocythere* sp.) y otros se encuentran a cualquier profundidad (*Cytherella* spp.). El estado de conservación no difiere del que presentan los organismos en niveles inmediatos anteriores, por lo que la profundidad de las aguas oscilaría entre los 150 a 500 m.

El intervalo que corresponde a los estratos 12 al 17 contiene foraminíferos planctónicos y bentónicos en un estado de conservación que va de moderado a pobre y con una relativamente baja abundancia. Los foraminíferos bentónicos están representados por cibicideos (estratos 12, 13, 14, 15, 16), miliólidos (13, 14, 15, 16), *Discorbis midwayensis* (16) y lenticulínidos (16), todos indicativos de aguas someras con profundidades menores a 150 m, a excepción de los cibicideos, los cuales se encuentran desde profundidades mayores del batial. Este conjunto sugiere que el

depósito se efectuó a profundidades de 150 m y menores. La relativa baja abundancia de foraminíferos planctónicos y la ausencia de ostrácodos permite inferir que para este intervalo un ambiente semejante al de la parte basal de la columna, es decir, un ambiente de alta energía y un mar oscilante, y probablemente cercano a la costa, como lo evidencia la presencia de arenisca diastratificada. El intervalo 17 se caracteriza por la alta diversidad de foraminíferos bentónicos y planctónicos, así como la relativa abundancia de éstos. Entre las especies bentónicas, algunos organismos pertenecen a aguas neríticas, mientras que otros son propios de aguas profundas. *Clavulinoides* sp., diferentes especies de *Dorothia*, lenticulínidos y miliólidos son representantes del primer grupo, mientras que *Anomalinoidea aragonensis*, *Eponides lodoensis* y *Glandulina ovata* se encuentran a profundidades del batial medio e inferior. La profundidad sugerida para este intervalo fluctuaría entre los 150 a 500 m.

De interés particular es el estrato 16, que contiene abundantes representantes de *Pseudophragmina advena*, fragmentados y distribuidos de manera caótica, lo que constituye un caso particular de equivalencia hidráulica\*, donde los foraminíferos ocupan el rango del tamaño correspondiente al de las arcillas, probablemente por ausencia en el área de material detrítico. Esta conclusión es apoyada por la naturaleza limpia de las areniscas intercaladas. De acuerdo con lo anterior, este intervalo (estratos 12 al 17) se interpreta como un depósito con una batimetría similar como la descrita para los niveles subyacentes.

Hacia la cima de la columna (estratos 18 al 20), los microfósiles son poco abundantes, a excepción de cibicideos, miliólidos, *Discorbis midwayensis* y *Eponides lodoensis*, en un deficiente estado de conservación. Este nivel de la columna se caracteriza por presentar un paquete de arenisca con diastratificación irregular y restos del icnofósil *Thalassinoides*.

La diastratificación irregular (Figura 3) es una estructura sedimentaria que se forma durante eventos de tormenta en mares someros con fondos de sedimentos finos, las cuales reciben el

---

\* La equivalencia hidráulica se basa en un concepto conocido como esfericidad de proyección máxima, en el cual la partícula opone esta cara a la sedimentación o al flujo. Es decir, que si una esfera presenta una esfericidad de 1 como valor máximo, cualquier otra partícula tendrá valores menores de esfericidad, y por lo tanto, se modificaría la velocidad final de asentamiento de la partícula. Entonces, la velocidad final de asentamiento de una partícula no esférica es menor que la de una esfera, aunque ambas sean del mismo tamaño (Sneed y Folk, 1958).

nombre de tempestitas (Southard *et al*, 1990). De acuerdo con Harms y colaboradores (1982) ésta se forma en respuesta a corrientes de alta energía, generadas por olas con velocidades mayores de 0.5 m/s, que depositan material sobre una superficie erosionada durante una tormenta.



Figura 3. Paquetes de arenisca diastratificada irregularmente en la localidad de Arroyo Colorado.

Incluye superficies convexas con ángulos menores de 10° y echados que pueden alcanzar los 15°; las láminas sobre estas superficies erosionadas son paralelas o casi a la superficie, y pueden engrosarse sistemática y lateralmente dentro del paquete, hasta que sus trazos sobre una superficie vertical son parecidas a un abnico, donde el echado disminuye regularmente (Harms, et al, 1975).

La amplitud medida en las estructuras de diastratificación irregular (Ledesma-Vázquez, com. escrita, 1996) fue de 1.40 y de 2.20 m. De acuerdo con la metodología propuesta por Cupul-Magaña y Ledesma-Vázquez (1993) esto indicaría una altura de la ola sin romper, de 1.29 hasta 2.2 m., y con una profundidad al fondo de 35 a 65 m, lo que representaría olas desplazándose en mar abierto, sin haber sentido fondo, con periodos largos de más de 8 seg.

Se ha observado que las tempestitas generalmente están asociadas a icnofauna (Einsele y Seilacher, 1991); en el caso de la columna estudiada, con *Thalassinoides*, el cual es abundante en facies de agua marina poco profunda; se presenta característicamente como túneles interconectados de pared lisa, largos, ya sea en forma de "T" o de "Y" (Ekdale, 1992 in Maples and West, 1992) (Figura 4). Los organismos creadores de este tipo de rastros fueron probablemente crustáceos, del tipo de los anomuros, tales como *Callianassa*, *Callichirus* y *Upogebia* y que pueden representar una icnofacies de *Glossifungites* o de *Cruziana* (Bromley, 1996)

La primera se desarrolla en sustratos firmes pero sin litificar, por ejemplo, fangos deshidratados (Pemberton, Frey y Saunders, 1990) y se reconoce por ser una fase de transición de la sucesión de una comunidad bentónica, la cual pasa de un sustrato sin litificar a un sustrato de consistencia más sólida; se ha observado que se restringe a pisos de canales y cañones submarinos (Bromley y Asgaard, 1991). La icnofacies de *Cruziana* se asocia con sustratos marinos litorales someros (Pemberton, Frey y Saunders, 1990) representando una zona submareal por debajo del nivel de la base de la ola normal, pero por encima del nivel base de las olas generadas por tormentas (Bromley y Asgaard, 1991). Los icnofósiles de esta icnofacie se caracterizan ser altamente diversos y abundantes, y por presentarse como una asociación de pistas horizontales, verticales y/o inclinadas, del tipo *Fodichnia* o *Pascichnia*. (Ekdale, 1992).



Figura 4. Icnofósiles identificados como *Thalassinoides* en la localidad de Arroyo Colorado.

Según Ledesma (com. escrita, 1996) en el caso de la columna estudiada, debido a la asociación que presenta con la arenisca diastratificada irregular, la icnofacies correspondiente sería del tipo Cruziana; aunque no existe una alta diversidad de icnofósiles. La presencia exclusiva de *Thalassinoides*, observada en la parte superior de la columna, es indicadora de organismos que reinician su actividad en el área después de una tormenta. (Ledesma, com. escrita, 1996).

Por lo tanto, y de acuerdo con la interpretación litológica y sedimentológica, la secuencia correspondiente a la localidad considerada como tipo de la Formación Tepetate corresponde a un depósito en la parte interna de la plataforma y cuyas variaciones ocurrieron en un ciclo transgresivo hacia la base por contener capas ricas en arena hacia las intermedias y capas ricas en arcillas, así como una mezcla de microfauna fósil de aguas profundas y someras, y un ciclo regresivo hacia la parte superior con capas arenosas y macroforaminíferos sustituyendo a las arcillas, que incluye hacia la cima evidencia litológica y biológica de un área sujeta a eventos de tormenta.

### **Discusión y conclusiones**

La Formación Tepetate fué descrita originalmente por Heim (1922) como una secuencia de arenisca suave y verdoosa que aflora en las inmediaciones del Rancho Tepetate. Estudios posteriores en diversas áreas de afloramiento, han extendido la caracterización litoestratigráfica de esta formación: Mina-Uhink (1957) describe las secuencias expuestas en el arroyo de El Conejo y el rancho de Santa Rita, compuestas principalmente por arenisca con intercalaciones de lutita y caliza; por otra parte, Fulwider (1976) se encargó de subdividir a la formación en tres miembros: *cannonball* -compuesto por arenisca masiva-, *interbedded* - constituido por arcilla y limolita estratificadas- y *crossbedded* - caracterizado por una alternancia de arcilla y arenisca diastratificada- , de todos los estudios realizados hasta el momento, éste ha sido el que describe con mayor detalle la litología de la formación. En el presente estudio, la localidad considerada como tipo en arroyo Colorado, está caracterizada por ser una secuencia de arenisca masiva con lodolita, arenisca diastratificada y paquetes de arenisca diastratificada irregularmente, lo que corresponde al



Según Ledesma (com. escrita, 1996) en el caso de la columna estudiada, debido a la asociación que presenta con la arenisca diastratificada irregular, la icnofacies correspondiente sería del tipo Cruziana; aunque no existe una alta diversidad de icnofósiles. La presencia exclusiva de *Thalassinoides*, observada en la parte superior de la columna, es indicadora de organismos que reinician su actividad en el área después de una tormenta. (Ledesma, com. escrita, 1996).

Por lo tanto, y de acuerdo con la interpretación litológica y sedimentológica, la secuencia correspondiente a la localidad considerada como tipo de la Formación Tepetate corresponde a un depósito en la parte interna de la plataforma y cuyas variaciones ocurrieron en un ciclo transgresivo hacia la base por contener capas ricas en arena hacia las intermedias y capas ricas en arcillas, así como una mezcla de microfauna fósil de aguas profundas y someras, y un ciclo regresivo hacia la parte superior con capas arenosas y macroforaminíferos sustituyendo a las arcillas, que incluye hacia la cima evidencia litológica y biológica de un área sujeta a eventos de tormenta.

### **Discusión y conclusiones**

La Formación Tepetate fué descrita originalmente por Heim (1922) como una secuencia de arenisca suave y verdosa que aflora en las inmediaciones del Rancho Tepetate. Estudios posteriores en diversas áreas de afloramiento, han extendido la caracterización litoestratigráfica de esta formación: Mina-Uhink (1957) describe las secuencias expuestas en el arroyo de El Conejo y el rancho de Santa Rita, compuestas principalmente por arenisca con intercalaciones de lutita y caliza; por otra parte, Fulwider (1976) se encargó de subdividir a la formación en tres miembros: *cannonball* -compuesto por arenisca masiva-, *interbedded* - constituido por arcilla y limolita estratificadas- y *crossbedded* - caracterizado por una alternancia de arcilla y arenisca diastratificada- , de todos los estudios realizados hasta el momento, éste ha sido el que describe con mayor detalle la litología de la formación. En el presente estudio, la localidad considerada como tipo en arroyo Colorado, está caracterizada por ser una secuencia de arenisca masiva con lodolita, arenisca diastratificada y paquetes de arenisca diastratificada irregularmente, lo que corresponde al

miembro *crossbedded* propuesto por Fulwider (*op. cit.*), cuya edad eocénica temprana también está representada en parte de la sección aquí estudiada.

De acuerdo con el Código Estratigráfico Norteamericano 1983 (1984), la localidad tipo debe representar el patrón para definir y reconocer a una unidad geológica o un límite, es decir, debe de ser ilustrativa y representativa de las características litológicas que se toman en cuenta para realizar esta definición. Por lo tanto, considerando como localidad tipo la sugerida por Mina-Uhink (1957), de acuerdo con el estudio presente y el trabajo de Fulwider (*op. cit.*), es muy probable que esta localidad solamente represente la parte superior de la formación, por lo que se sugiere el establecimiento de una nueva sección tipo que incluya la caracterización litoestratigráfica completa. Se sugiere la secuencia de 1, 241 m descrita por Fulwider (*op. cit.*), ya que contiene los tres miembros que caracterizan esta formación. Infortunadamente, este trabajo nunca fué publicado y de acuerdo con el código arriba citado, para poder establecer, definir y/o abandonar unidades geológicas formales, es necesaria la publicación del estudio que justifique las razones de designar o modificar las unidades geológicas en un medio científico reconocido. Por lo tanto, es necesario realizar un estudio formal que argumente esta propuesta.

A partir de diversas investigaciones sedimentológicas y paleontológicas se han asignado diferentes edades y distintos ambientes de depósito a esta formación (Tabla 7). La revisión de los trabajos y el presente estudio indican que la Formación Tepetate abarca una edad del Cretácico tardío al Eoceno medio. La edad del Cretácico tardío está basada en una muestra de nanoplancton calcáreo procedente de arroyo Salada, la cual indica una edad equivalente al Maastrichtiano (Fulwider, 1976); sin embargo, esta edad nunca fué ampliamente documentada ni publicada. Por otro lado, Fulwider (*op. cit.*) señala la presencia de una discordancia angular, misma que se encuentra evidenciada por la ausencia de las zonas planctónicas pertenecientes al Paleoceno temprano (Zonas de *Globigerina eugubina*, *Globorotalia pseudobulloides* y *Globorotalia trinidadensis*). Según el mismo autor, la formación empezó a depositarse durante un evento transgresivo en el Cretácico superior, y hacia el límite Cretácico/Terciario el área experimentó una regresión que probablemente dejó expuestos estos depósitos al efecto de la erosión; sin embargo,

	HEIM (1922)	BEAL (1948)	MINA-UHINK (1957)	KNAPPE (1974) <i>in</i> MINCH Y LESLIE (1979)	FULWIDER (1976)	GALLI-OLIVIER <i>et. al.</i> (1979)	VÁZQUEZ-GARCÍA (1996)	ESTE ESTUDIO
LOCALIDAD ESTUDIADA	Arroyo Colorado	Arroyo Colorado	Arroyo de Liebres	Arroyos El Conejo y Datilar	Arroyos Colorado y Salada	Arroyo El Conejo	Arroyo El Conejo	Arroyo Colorado
EDAD ASIGNADA	Eoceno tardío	Paleoceno al Eoceno	Eoceno temprano al medio	Eoceno temprano al medio	Cretácico tardío al Eoceno temprano	Cretácico tardío al Eoceno temprano	Eoceno temprano al medio	Eoceno temprano al medio
AMBIENTE DE DEPÓSITO	Nerítico	Deltaico	Nerítico, ocasionalmente costero	Ambiente de talud continental	Complejo de abanico submarino	Canal o valle submarino	Aguas marinas someras que corresponden de la plataforma interna a la playa frontal superior, con influencia de tormentas	Cuenca de aguas marinas someras, cercana a la costa y con influencia de tormentas

Tabla 7. Edad y ambiente de depósito inferidos por diversos autores para la Formación Tepetate

cabe señalar que, con excepción de Fulwider (1976), no se ha documentado la presencia de rocas marinas de edad Cretácico en esta zona, por lo que se tendría que considerar si esta parte de la secuencia que Fulwider (*op. cit.*) señala como propia de la Formación Tepetate pertenece o no a la unidad. Posteriormente, durante el Paleoceno temprano, se inicia una nueva y extensa transgresión, durante la cual la Formación Tepetate se deposita, bajo una paleotopografía irregular, lo que origina el que se señalen distintos ambientes de depósito en las diferentes localidades.

La presencia de paquetes de arenisca diastratificada irregular y la presencia de icnofósiles del tipo *Thalassinoides* se ha descrito también en facies correspondientes al afloramiento que se encuentra en el Arroyo El Conejo (Vázquez-García, 1996), evidenciando que tal vez pudiesen relacionarse en sus ambientes de depósito. De ser esto cierto, podría señalarse que durante el Eoceno temprano al medio (edad inferida para ambas secuencias), la formación se depositó en facies marinas someras, afectadas ocasionalmente por eventos de tormenta. Incluso, la presencia de fauna de aguas someras con edad del Eoceno temprano en otras localidades -cañada de El Canelo- (Perrilliat, 1996) apoyaría esta propuesta. Sin embargo, para poder correlacionar las localidades referidas en distintos estudios (Mina-Uhink, 1957; Galli-Olivier et al, 1986, entre otros) y sus ambientes de depósito, es necesario realizar estudios basados en micro y microfósiles que permitan establecer la edad de éstas, ya que en la mayoría de los trabajos (Minch y Leslie, 1979; Galli-Olivier et al, 1986; Vázquez-García y Schwennicke, 1996) solamente se mencionan datos de algún trabajo previo, sin referirse en particular a los afloramientos estudiados en cada caso; de manera semejante, es necesaria la información que se recabe de estudios sedimentológicos y estratigráficos para establecer si se depositaron facies turbidíticas, como lo documentan algunos autores (por ejemplo, Galli-Olivier, *op. cit.*) si son contemporáneas de las facies de aguas someras, o por el contrario, son más antiguas.

Por otro lado, los icnofósiles, elementos identificados en la localidad estudiada, no han recibido la atención suficiente en su investigación, a pesar de que constituyen una importante herramienta en la identificación de biofacies. Indudablemente, su estudio aportaría datos en interpretaciones paleoambientales. De los referidos a la Formación Tepetate, sobresale el realizado

por Vázquez-García (1996). Aunque Fulwider (1976) comenta la presencia de icnofósiles tipo *Repichnia*, no hace una interpretación a fondo como la realizada por Vázquez-García (1996). En general, para las formaciones terciarias de la península, los trabajos en los que se explota la información proporcionada por icnofósiles son nulos. De ahí la importancia en este trabajo de documentar icnofósiles y su aplicación en la identificación de condiciones imperantes en ambientes de depósito.

Uno de los mayores problemas para documentar la historia geológica de la península es la falta de correlación entre la edad de las unidades litológicas y sus correspondientes ambientes de depósito. Para poder establecer estas relaciones, se necesitan estudios micropaleontológicos. Desafortunadamente, los trabajos concernientes al Paleogeno son escasos ( Knappe, 1974; Fulwider, 1976; Carreño y Cronin, 1993). Estas investigaciones son necesarias ya que pueden proporcionar información detallada acerca de la edad de unidades litológicas. En la mayoría de los trabajos paleontológicos se han referido a macrofósiles para inferir la edad de las localidades estudiadas, por ejemplo gasterópodos, bivalvos, esponjas y equinoideos (Squires y Demetron, 1991), moluscos (Cipolletti, 1986 *in* Novecek, M.J. *et al*, 1991) e incluso mamíferos (Novecek *et al*, 1991); sin embargo, muchas veces se requiere de la precisión cronológica que se deriva de los estudios micropaleontológicos; el reconocimiento de la microfauna fósil permitiría establecer con más fiabilidad correlaciones entre las formaciones de la península a lo largo de su historia geológica. Inclusive, se plantearía la posibilidad de poder crear biozonaciones calibradas para la península, similares a las que existen para los estratos terciarios de California.

De manera similar, es posible inferir con base en el estudio de foraminíferos bentónicos y ostrácodos condiciones imperantes en paleoambientes. Al estudiar los microfósiles de alguna localidad, se complementaría la información que se derivara de estudios litológicos y sedimentológicos. Nuevamente, se hace patente la necesidad de más investigaciones con microfósiles en la península, que informen de su distribución, abundancia, paleoecología y coexistencia con otras especies. Todos estos estudios repercutirían en el conocimiento más detallado de distintas disciplinas tales como biogeografía, taxonomía y paleoecología, que sin duda

otorgarían bases importantes para el desarrollo de la historia geológica de Baja California. Un ejemplo de la importancia de continuar sistemáticamente estos estudios, lo representan los ostrácodos y foraminíferos que en este trabajo se identificaron como sp. y que probablemente pertenecen a especies aún no descritas, sin embargo, se necesita realizar un análisis más detallado que permita ratificar esta propuesta, lo que implica varias temporadas de campo dedicadas a la prospección y recolección en nuevos afloramientos de la misma formación.

De acuerdo con lo anterior, es evidente la falta de estudios de las diferentes localidades de la Formación Tepetate para determinar las relaciones que tengan en cuanto a su litología y ambientes de depósito. Finalmente, se hace patente la necesidad de una redefinición de la localidad tipo, de tal modo que sea posible establecer las afinidades de ésta con los demás afloramientos, estableciéndose de manera más precisa la historia geológica de la formación, contribuyendo así al conocimiento de la evolución de la península de Baja California a través del Paleogeno.

### Referencias bibliográficas

- Alexander, C.I., 1934, Ostracoda of the Midway (Eocene) of Texas : *Journal of Palaeontology*, v.8, n.2, p. 2-237, 32-35 pls.
- Almgren, A.A., M.V. Filewicz and y H.L.Heitman, 1988, Lower Tertiary and calcareous nannofossil zonation of California: an overview and recommendation *in* Filewicz, M.V. and R.L. Squires (eds.), *Paleogene Stratigraphy, West Coast of North America, Pacific Section, S.E.P.M., West Coast Paleogene Symposium*, v.58, p.83-105.
- Anónimo, 1924, Informe sobre la exploración geológica de la Baja California, por la Marland Oil Company of México: *Boletín de Petrología*, v.17, n.6, 417-453 p.; v.18, n.1, p. 14-53.
- Bandy, O.L., 1949, Eocene and Oligocene Foraminifera from Little Stave Creek, Clarke County, Alabama: *Bulletin of American Paleontology*, v.32, n.131, 207 pp.
- Bandy, O.L., y R.E. Arnal, 1960, Concepts of Foraminiferal Paleocology: *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, v.44, n.12, p.1921-1932, 14 figs.
- Barco, M. del, 1770, *Historia natural y Crónica de la Antigua California*, edición preparada por Miguel León-Portilla (1988): Universidad Nacional Autónoma de México, México, 482 pp.
- Beal, H. C., 1948, Reconnaissance of the geology and oil possibilities of Baja California, México: *Geological Society of América, Memoir* 31, 138 pp.
- Berggren, W.A. y J. Aubert, 1975, Paleocene benthonic foraminiferal biostratigraphy, paleobiogeography and paleoecology of Atlantic-Tethyan regions: Midway-Type fauna: *Palaeogeography, Paleoclimatology, Paleocology*, v.18, n.2, p.73-192.
- Blow, W.H. y T. Saito, 1968, The morphology and taxonomy of *Globigerina mexicana*: *Micropaleontology*, v.14, p. 357-360.
- Bolli, H.M., 1957, Planktonic Foraminifera from the Eocene Navet and San Fernando formations of Trinidad, B.W.I.: *Bulletin of the U.S. National Museum*, n.215, p. 155-172.

otorgarían bases importantes para el desarrollo de la historia geológica de Baja California. Un ejemplo de la importancia de continuar sistemáticamente estos estudios, lo representan los ostrácodos y foraminíferos que en este trabajo se identificaron como sp. y que probablemente pertenecen a especies aún no descritas, sin embargo, se necesita realizar un análisis más detallado que permita ratificar esta propuesta, lo que implica varias temporadas de campo dedicadas a la prospección y recolección en nuevos afloramientos de la misma formación.

De acuerdo con lo anterior, es evidente la falta de estudios de las diferentes localidades de la Formación Tepetate para determinar las relaciones que tengan en cuanto a su litología y ambientes de depósito. Finalmente, se hace patente la necesidad de una redefinición de la localidad tipo, de tal modo que sea posible establecer las afinidades de ésta con los demás afloramientos, estableciéndose de manera más precisa la historia geológica de la formación, contribuyendo así al conocimiento de la evolución de la península de Baja California a través del Paleogeno.

### Referencias bibliográficas

- Alexander, C.I., 1934, Ostracoda of the Midway (Eocene) of Texas : *Journal of Palaeontology*, v.8, n.2, p. 2-237, 32-35 pls.
- Almgren, A.A., M.V. Filewiczand y H.L.Heitman, 1988, Lower Tertiary and calcareous nannofossil zonation of California: an overview and recommendation *in* Filewicz, M.V. and R.L. Squires (eds.), *Paleogene Stratigraphy, West Coast of North America, Pacific Section, S.E.P.M., West Coast Paleogene Symposium*, v.58, p.83-105.
- Anónimo, 1924, Informe sobre la exploración geológica de la Baja California, por la Marland Oil Company of México: *Boletín de Petrología*, v.17, n.6, 417-453 p.; v.18, n.1, p. 14-53.
- Bandy, O.L., 1949, Eocene and Oligocene Foraminifera from Little Stave Creek, Clarke County, Alabama: *Bulletin of American Paleontology*, v.32, n.131, 207 pp.
- Bandy, O.L., y R.E. Arnal, 1960, Concepts of Foraminiferal Paleocology: *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, v.44, n.12, p.1921-1932, 14 figs.
- Barco, M. del, 1770, *Historia natural y Crónica de la Antigua California*, edición preparada por Miguel León-Portilla (1988): Universidad Nacional Autónoma de México, México, 482 pp.
- Beal, H. C., 1948, Reconnaissance of the geology and oil possibilities of Baja California, México: *Geological Society of América, Memoir* 31, 138 pp.
- Berggren, W.A. y J. Aubert, 1975, Paleocene benthonic foraminiferal biostratigraphy, paleobiogeography and paleoecology of Atlantic-Tethyan regions: Midway-Type fauna: *Palaeogeography, Paleoclimatology, Paleocology*, v.18, n.2, p.73-192.
- Blow, W.H. y T. Saito, 1968, The morphology and taxonomy of *Globigerina mexicana*: *Micropaleontology*, v.14, p. 357-360.
- Bolli, H.M., 1957, Planktonic Foraminifera from the Eocene Navet and San Fernando formations of Trinidad, B.W.I.: *Bulletin of the U.S. National Museum*, n.215, p. 155-172.

- Bromley, R.G., 1996, Trace Fossils: Biology, taphonomy and applications, Chapman and Hall, London, 361 pp.
- Bromley, R.G. y U. Asgaard, 1991, Ichnofacies: a mixture of taphofacies and biofacies: *Lethaia*, v.24, p.153-163.
- Butterlin, J., 1981, Claves para la determinación de macroforaminíferos de México y del Caribe, del Cretácico Superior al Mioceno Medio, Instituto Mexicano del Petróleo, Subdirección de Tecnología y Exploración, México, D.F., 219 pp.
- Carreño, A.L., 1992, Calcareous Neogene Microfossils of Baja California Sur, México: Early Neogene Foraminifera and associated microfossils of the Cerro Tierra Blanca Member (El Cien Formation), Baja California Sur, México (Part 2): *Paleontología Mexicana* 59, Universidad Nacional Autónoma de México, p. 39-93.
- Carreño, A.L. y T.M. Cronin, 1993, Middle Eocene Ostracoda from Baja California Sur, México: *Journal of Micropalaeontology*, v.12, part 2, p.141-153.
- Clavijero, F.X., 1789, *Historia de la Antigua o Baja California*, edición preparada por Miguel León-Portilla (1990): Porrúa, México, 247 pp.
- Comisión Norteamericana de Nomenclatura Estratigráfica, 1984, Código Estratigráfico Norteamericano 1983, traducido por Sánchez-López, M. y L. Cabib-Levi y publicado por Instituto de Geología, U.N.A.M., Sociedad Geológica Mexicana y Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, México, 87 pp.
- Corrales, I. Z., J. Rossel, L. Sánchez de la Torre, A. Vera y L. Vilas, 1977, *Estratigrafía: Rueda*, Madrid, 718 pp.
- CGSINEGI, 1983, Las Pocitas, Baja California Sur, México, Secretaría de Programación y Presupuesto, Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática, Dirección General de Geografía, carta topográfica número G12C79, escala 1: 50, 000.
- Cupul-Magaña, L. y J. Ledesma-Vázquez, 1993, Evaluación de las condiciones del paleooleaje a partir de estructuras de tipo oscilatorio preservadas en sedimentos del Cretácico de Baja California: *Ciencias Marinas*, v.19, n.4, p.387-406.
- Cushman, J.A., 1911, A Monograph of the Foraminifera of the north Pacific Ocean. Pt.2. Textulariidae: *Bulletin of U.S. National Museum*, v.71, n.2, 1-108 p.
- Cushman, J.A., 1926, The Foraminifera of the Velasco Shale of the Tampico Embayment: *Bulletin of American Association of Petroleum Geologists*, v. 10, n. 6, p. 581-612, 15-21 plates.
- Cushman, J.A., 1927, Some characteristic mexican fossil foraminifera: *Journal of Paleontology*, v.1, n.2, p.147-172, 23-28 plates.
- Cushman, J.A., 1946, Upper Cretaceous Foraminifera of the Gulf Coastal Region of the United States and adjacent areas: *Professional Paper U.S. Geological Survey*, n. 206, 241 pp.
- Cushman, J.A., 1951, Paleocene Foraminifera of the Gulf Coastal Region of the United States and adjacent areas: *Professional Paper U.S. Geological Survey*, n. 232, 75 pp.
- Cushman, J.A. and E.R. Applin, 1926, Texas Jackson Foraminifera: *American Association of Petroleum Geologists*, v.10, n.2, p.154-189, 6-10 plates.
- Cushman, J.A. and P.W. Jarvis, 1932, Upper Cretaceous Foraminifera from Trinidad: *Proceedings of U.S. Natural Museum*, v.80, art.14, p.1-60, 16 plates.
- Darton, N.H., 1921, Geological reconnaissance in Baja California: *Journal of Geology*, v.29, p.720-748.
- Dott, R.H. y Burgeois, J., 1982, Hummocky stratification: significance of its variable bedding sequences: *Bulletin of the Geological Society of América*, v.93, p.663-680.
- De Sansores, J. y C. Flores-Covarrubias, 1972, Foraminíferos bentónicos del Terciario Superior de la Cuenca Salina del Istmo de Tehuantepec, México, I.M.P., México, 2 vols., 534 pp.
- Einsele, G. y A. Seilacher, 1991, Distinction of Tempestites and Turbidites, *in* Einsele, G., W. Ricken and A. Seilacher (eds.), *Cycles and Events in Stratigraphy*: Springer-Verlag, Heidelberg, p. 377-382.
- Ekdale, A.A., 1992, Muckraking and Mudslinging: the joys of deposit-feeding, *in* Maples, C.G. and R.R. West (ed.), *Trace fossils: 15th Annual Short Course of the Paleontological Society*, n.5:p. 145-171.



- Folk, R.L., 1969, Petrología de las rocas sedimentarias: Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 405 pp.
- Fulwider, W.R., 1976, Biostratigraphy of the Tepetate Formation, Baja California Sur, M.S. Thesis, University of Southern California, 111 pp. (inérita).
- Galli-Olivier, C., T.E. Márquez-Enríquez, J.A. Reyes-Sarabia y C. Rosas-Cortés, 1986, Estructuras sedimentarias primarias y litofacies de corrientes densas de un paleoambiente de talud, El Conejo, Baja California Sur, México: Ciencias Marinas, v.12, n.2, p. 7-15 .
- Galloway, J.J., 1961, A manual of Foraminifera , Classics in Paleontology, no. 1, Mc Lean Paleontological Laboratory of Alexandria, Virginia, U.S.A., 483 pp.
- Harms, J.C., J.B. Spearing, D.R. Spearing y R.G. Walker, 1975, Depositional Environments as interpreted from primary sedimentary structures and stratification sequences: Short Course of Society of Economists Paleontologists Mineralogists, n.2, 161 pp.
- Harms, J.C., Sothard, J.B. y R.G. Walker, 1982, Structures and sequences in clastic rocks: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Short Course Notes, n.9, p. 8-51.
- Hartman, G., y H.S. Puri, 1974, Summary of Neontological and Paleontological Classification of Ostracoda: Mitt. Hamburg. Zool. Mus. Inst., p. 7-73 .
- Heim, A., 1922, Notes on the Tertiary of Southern Lower California: Magazine Geological, v.59, n.702, p. 529-547.
- Ingle, J.C., Jr., 1980, Cenozoic paleobathymetry and depositional history of selected sequences within the southern California continental borderland : Cushman Foundation Special Publication n.19, p. 163-195.
- Ingle, J.C., Jr., G. Keller y R.L. Kolpack, 1980, Benthic foraminiferal biofacies, sediments and water masses of the southern Perú-Chile Trench area, southeastern Pacific Ocean: Micropaleontology, v.26, n.2, p.113-150.
- Israelsky, M.C., 1951, Foraminifera of the Lodo Formation Central California: Professional Paper U.S. Geological Survey, n.240-A, p.1-29.
- Kleinpell, R.M., 1938, Miocene Stratigraphy of California: American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma, U.S.A., 450 p.
- Knappe, R., Jr., 1974, The micropaleontology of a section of the Tepetate Formation and a paleobiographic comparison with equivalent foraminifera along the west coast of the United States, M.S. thesis, University of Ohio, 114 pp. (inérita).
- Krashennikov, V.A., 1965, Zonal stratigraphy of the Paleogene in the eastern Mediterranean, Akademy Nauk SSSR Geol. Inst.Trudy, n.133, p.1-76. .
- Ledesma, J.V., 1993, Marco tectónico para la depositación de secuencias de tempestitas, en la Formación Rosario en Baja California (Campaniano- Maastrichtiano): Contribuciones a la tectónica del Occidente de México, Monografía n. 1, Unión Geofísica Mexicana, p. 40-50.
- Loeblich, A.R. Jr. y H. Tappan, 1988, Foraminiferal genera and their classification, Van Nostrand Reinhold, New York, 2 vols., 970 y 212 pp., 847 plates.
- López-Ferrerira, C., A. Martínez-Jiménez, H. Rojas-Soriano, V. Sevilla-Unda y A. Vázquez-García, 1991, Reconocimiento geológico en el área de San Hilario, B.C.S., de la Formación Tepetate (res.) En: Resúmenes, Primera Reunión Internacional sobre Geología de la Península de Baja California, México, Universidad Autónoma de Baja California Sur, p. 46 .
- Lozano-Romen, F., 1975, Evaluación petrolífera de la Península de Baja California, México: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. XXVII, n.4-6, 329 pp.
- Luterbacher, H.P. and I. Premoli Silva, 1964, Bioestratigrafía del límite Cretaceo-Terciario nell'Appennino centrale. Riv. Ital. Paleontol. Stratigr., n. 70, p. 67-128.
- Mallory V.S., 1959, Lower Tertiary Biostratigraphy of the California Coast Ranges, American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma, U.S.A., 416 pp.
- Maples, C.G., y R.R. West (eds.), 1992, Trace Fossils, Short Courses in Paleontology, n. 5, Paleontological Society, 240 pp.
- Mina-Uhink, F., 1957, Bosquejo geológico del territorio sur de la Baja California. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. IX, n.3, p.188-192.

- Minch, J. y T.A. Leslie, 1979, Geologic Road Log, La Paz to Tijuana, in Patrick L. Abbott y R. Gordon Gastil, eds., *Baja California Geology, Field guides and papers*, San Diego State University, San Diego, p. 159-189.
- Morkhoven, F.P.C.M., van, 1962, *Post-Palaeozoic Ostracoda: their morphology, taxonomy and economic use*, v. I, General: Elsevier Publishing Company, New York, 204 pp.
- Morkhoven, F.P.C.M., van, 1963, *Post-Palaeozoic Ostracoda: their morphology, taxonomy and economic use*, v.II, Generic descriptions: Elsevier Publishing Company, New York, 478 pp.
- Murray, J.W., 1991, *Ecology and palaeology of benthic foraminifera*: Longman Scientific and Technical, United States, 397 pp.
- Novaceck, M.J., I. Ferrusquia-Villafranca, J.J.Flynn, A.R. Wyss y M.Norell, 1991, Wasatchian (Early Eocene) Mammals and other vertebrates from Baja California, México: The Lomas Las Tetas de Cabra Fauna: *Bulletin of the American Museum of Natural History*, n. 208, 99 pp.
- Okada, H. y D. Bukry, 1980, Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry 1973; 1975): *Marine Micropaleontology*, v.5, p. 321-325.
- Pemberton, S.G., R.W. Frey y T.D.A. Saunders, 1990, Trace Fossils in Briggs, D.E.G. and P.R. Crowter (eds.), *Palaeobiology: a synthesis*: Blackwell Scientific Publications, University Press, Cambridge, p. 355-352.
- Perrilliat, M.C., 1996, Occurrence of the Tethyan Gastropods *Campanile* y *Gisortia* in the Lower Eocene Part of the Tepetate Formation, Baja California Sur, México: *The Veliger*, v.39, n.2, p. 178-183.
- Phleger, F.B., 1960, *Ecology and Distribution of Recent Foraminifera*: John Hopkins Press, Baltimore, 297 pp.
- Postuma, J.A., 1971, *Manual of Planktonic Foraminifera*: Elsevier Publishing Co., Amsterdam, 420 pp.
- Plummer, H.J., 1926, Foraminifera of the Midway Formation in Texas: *Bulletin of the University of Texas*, n. 2644, p. 3-206.
- Reineck, H.E. y I.B. Singh, 1980, *Depositional Sedimentary Environments*: Springer-Verlag, Heidelberg, 549 pp.
- Sneed, E.D. y R.L. Folk, 1958, Pebbles in the lower Colorado River, Texas, a study in particle morphogenesis: *Journal of Geology*, v. 66, p. 114-150.
- Southard, J.B., J.M. Lambie, D.C. Federico, H.T. Pile y C.R. Weidman, 1990, Experiments on bed configurations in fine sands under bidirectional purely oscillatory flow, and the origin of hummocky cross-stratification: *Journal of Sedimental Petrology*, n.60, p.1-17.
- Squires, R.L. y R.A. Demetron, 1991, Early Eocene macrofaunal comparisons between the Tepetate and Bateque Formations, Baja California Sur, México, in: *Abstracts, Geological Society of América, 1991 annual meeting, San Diego, CA, United States*, v.23, n.6, 194 pp.
- Subbotina, N.N., 1953, Fossil foraminifera of the U.S.S.R.: Globigerinidae, Hantkeninidae and Globorotaliidae: *Trudy VNIGRI, new series*, n.76, 296 pp.
- Stainforth, R.M., J.L. Lamb, H.Luterbacher, J.H. Beard y R.M. Jeffords, 1975, *Cenozoic Planktonic Foraminiferal Zonation and characteristics of Index Forms (Appendix)*, University of Kansas Paleontological Institute, 425 pp.
- Thomas, F.C., 1991, Paleocology of Late Eocene-Oligocene foraminiferal assemblages in a two-well transect across the North-East Newfoundland shelf: *Journal of Micropaleontology*, v.10, part 1, p. 57-67.
- Toumarkine, M. y H. Luterbacher, 1985, Paleocene and Eocene planktic foraminifera, in Bolli, H.M., J.B. Saunders and K. Perch-Nielsen, eds, *Plankton Stratigraphy*, Cambridge University Press, Great Britain, p. 87-154.
- Vaughan, T.W., 1945, *American Paleocene and Eocene larger Foraminifera*: Geological Society of America Memoir, Baltimore, Md., v.9, n.1, p. 1-175.
- Vázquez-García, A., T. Schwennicke y V. Sevilla-Unda, 1995, Estudio preliminar sedimentológico de la Formación Tepetate en el Arroyo El Conejo, Baja California Sur, México (res.) En: *Resúmenes. Tercera Reunión Internacional sobre Geología de la Península de Baja California, México, Universidad Autónoma de Baja California*, p. 212.

- Vázquez-García, A. y T. Schwennicke, 1996, Paleochannels formed by Bypass tempestites of the Tepetate Formation at Arroyos El Conejo and Aguajito, Baja California Sur, México (res.) En: Resúmenes. XIII Convención Geológica Nacional, México, Universidad Autónoma de Baja California Sur, p. 59.
- Vázquez-García, A., 1996, Litología y ambientes de depósito de la Formación Tepetate en el Arroyo El Conejo, Baja California Sur, México, Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur, 72 pp (inédita).

**LÁMINAS**

Lámina 1 . Foraminíferos de Arroyo Colorado, B.C.S. Las medidas de cada ejemplar se encuentran referidas dentro de la paleontología sistemática.

1. *Spiroplectammia richardi* (Martin). Vista frontal 49 X.
2. *Gaudryna pyramidata* Cushman. Vista frontal 86 X.
3. *Dorothia bulleta* (Carsey). Vista frontal 88 X.
4. *Dorothia cubana* (Cushman and Bermúdez). Vista frontal 43 X.
5. *Dorothia* sp. 1 Vista frontal 50 X.
6. *Dorothia* sp. 2 Vista frontal 54 X.
7. *Textularia* sp. Vista frontal 52 X.
8. *Clavulinoides trilaterus* (Cushman). Vista lateral 13 X.
9. *Pseudoclavulina* aff. *P. mexicana* (Cushman). Vista frontal 30 X.
10. *Dentalina jacksonensis* (Cushman and Applin). Vista lateral 34 X.
11. *Laevidentalina legumen* (Reuss). Vista frontal 46 X.
12. *Pseudonodosaria* sp. Vista lateral 67 X.
13. *Pyramidulina latejugata* (Gümbel). Vista lateral 46 X.
14. *Lenticulina pseudovortex* (Cole). Vista lateral 57 X.
15. *Lenticulina trinitatensis* (Cushman and Jarvis). Vista lateral 81 X.
16. *Vaginulinopsis mexicana* (Cushman) *kelleyi* Martin. Vista lateral 27 X.
17. *Vaginulinopsis mexicana* (Cushman) *nudicostata* (Cushman and Hanna). Vista lateral 38 X.
18. *Vaginulinopsis verruculosa* Martin. Vista lateral 39 X.
19. *Globulina lacrima* (Reuss). Vista frontal 80 X.
20. *Glandulina ovata* (d'Orbigny) 73 X.
21. *Acarinina bullbrooki* (Bolli). Vista ventral 64 X.
22. *Acarinina pentacamerata* (Subbotina). Vista ventral 78 X.
23. *Morozovella aragonensis* (Nuttall). Vista dorsal 75 X.
24. *Morozovella caucasica* (Glaessner). Vista dorsal 61 X.
25. *Truncorotaloides topilensis* (Cushman). Vista dorsal 76 X.
26. *Subbotina linaperta* (Finlay). Vista dorsal 94 X.
27. *Globigerina lozanoi* Colom. Vista dorsal 97 X.



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



18



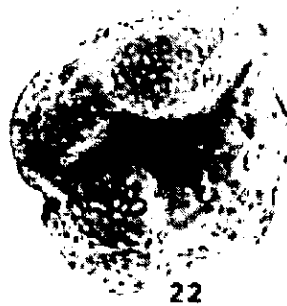
19



20



21



22



23



24



25



26



27

Lámina 2. Foraminíferos y ostrácodos de Arroyo Colorado, B.C.S. Las medidas de los ejemplares se encuentran referidas en la paleontología sistemática.

1. *Bulimina guayabalensis* Cole. Vista frontal 117 X.
2. *Trifarina advena californica* Mallory. Vista frontal 143 X.
3. *Eponides plummerae* Cushman. Vista ventral 92 X.
4. *Discorbis midwayensis* Cushman. Vista ventral 98 X.
5. *Cibicoides pseudoungerianus* (Cushman). Vista dorsal 74 X.
6. *Cibicides beatus* Martin. Vista ventral 67 X.
7. *Cibicides kernensis* Mallory. Vista ventral 90 X.
8. *Cibicides spiropunctatus* Galloway and Morrey. Vista dorsal 73 X.
9. *Pullenia quinqueloba* (Reuss). Vista lateral 96 X.
10. *Valvalabamina aequilaterus* (Plummer) Cushman. Vista dorsal 86 X.
11. *Valvalabamina depressus* (Alth). Vista ventral 81 X.
12. *Anomalinoides aragonensis* (Nuttall). Vista ventral 102 X.
13. *Gyroidinoides girardanus* (Reuss). Vista dorsal 72 X.
14. *Cytherella* sp. 1. Vista externa valva izquierda 48 X.
15. *Cytherella* sp. 2. Vista externa valva izquierda 73 X.
16. *Bairdoppilata* sp. 1. Valva derecha Vista externa 50 X.
17. *Bairdoppilata* sp. 2. Valva derecha Vista externa 44 X.
18. *Bairdoppilata* sp. 3. Valva derecha. Vista externa 33 X.
19. *Costa* sp. Valva izquierda Vista externa 63 X.
20. *Jugosocythereis monrealensis* Carreño and Cronin. Valva derecha. Vista externa. 57 X.
21. *Henryhowella* sp. Valva izquierda Vista externa 42 X.
22. *Ambocythere* sp. Valva derecha Vista externa 82 X.
23. *Pokornyella* sp. Valva izquierda Vista externa 85 X.
24. *Argilloecia* aff. *A. faba* Alexander. Valva derecha Vista externa 88 X.
25. *Cytheropteron* sp. Valva izquierda. Vista externa 111 X.

