

# MICROFÓSILES DEL GRUPO GUADALUPE Y LA FORMACIÓN GUADUAS (CAMPANIANO-MAASTRICHTIANO) EN LA SECCIÓN DE TAUSA, CUNDINAMARCA, COLOMBIA

J. I. MARTÍNEZ \*

Ecopetrol - Instituto Colombiano del Petróleo, A.A. 4185 Bucaramanga, Santander, Colombia

**S**e describe e ilustra una rica asociación de foraminíferos y ostrácodos recuperados del Grupo Guadalupe y la base de la Formación Guaduas en la sección de Tausa. El Gr. Guadalupe se caracteriza por una baja diversidad microfaunal dominada por los buliminidos *Siphogenerinoides ewaldi* y *Siphogenerinoides bramlettei*. Incrementos en la diversidad microfaunal aparentemente corresponden a la parte media de "Transgressive System Tracts". *Siphogenerinoides bramlettei* (Maastrichtiano tardío) sucede estratigráficamente a *Siphogenerinoides ewaldi* (Campaniano tardío); la sucesión de los dos taxones está marcada por el primer límite de secuencia en la Formación Plaeners Inferior del Gr. Guadalupe. La primera ocurrencia de *S. bramlettei* parece ser "isócrona" en el norte de Suramérica. La base de la Fm. Guaduas se caracteriza por una alta diversidad microfaunal dominada por foraminíferos bentónicos calcáreos (rotálicos). Los microfósiles del Gr. Guadalupe y la Fm. Guaduas fueron afectados por dos procesos tafonómicos/diagenéticos: (1) relleno con caolinita previo a la disolución de las conchillas durante la etapa mesodiagenética, y (2) relleno de pirita y piritización parcial (en microambientes sulfídicos) previo a la disolución de las conchillas durante la etapa eodiagenética.

A rich assemblage of foraminifers and ostracods recovered from the Guadalupe Group and the base of the Guaduas Formation in the Tausa section are described and illustrated. The Guadalupe Group is characterized by a low microfaunal diversity dominated by the buliminids *Siphogenerinoides ewaldi* and *Siphogenerinoides bramlettei*. Increments in microfaunal diversity appear to correspond to the middle part of Transgressive System Tracts. *Siphogenerinoides bramlettei* (late Maastrichtian in age) supersedes *Siphogenerinoides ewaldi* (late Campanian in age); the occurrence of the two taxa corresponds to the first sequence boundary in the Plaeners Formation of the Guadalupe Group. The first occurrence of *S. bramlettei* appears to be "isochronous" in northern South America. The base of the Guaduas Formation is characterized by a high diversity of calcareous benthonic foraminifera (rotaliids). Microfossils from the Guadalupe Group and Guaduas Formation were affected by two taphonomic processes: (1) kaolinite infilling previous to dissolution of tests during the mesodiagenetic stage, and (2) pyrite infilling and pyritization (in sulfidic microenvironments) previous to dissolution of tests during the eodiagenetic stage.

**Palabras claves:** micropaleontología, foraminíferos, Formación Guaduas, Formación Guadalupe, Cretáceo Tardío

\* A quien debe ser enviada la correspondencia

Department of Geology, Australian National University, ACT 0200, Canberra, Australia.

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento detallado del almacén estratigráfico de las cuencas sedimentarias es requisito indispensable en la exploración de hidrocarburos. Tal conocimiento depende no sólo de la caracterización litológica de las unidades de roca, sino también de su posición temporal. Los microfósiles extraídos de rocas sedimentarias, tanto de afloramiento como de pozo, constituyen la herramienta más útil en la datación de secuencias de roca. En el Cretáceo del norte de Suramérica los foraminíferos son los microfósiles más abundantes. Sin embargo, su verdadero potencial como herramienta de correlación no ha sido completamente explorado debido a la falta de estudios sistemáticos de sucesiones de roca en el campo. Este trabajo constituye una contribución en este sentido.

Es bien conocida la ocurrencia de abundante número de foraminíferos bentónicos del género *Siphogenerinoides* en el Cretáceo Superior del norte de Suramérica (e. g. Cushman y Hedberg, 1941; Petters, 1955; Bürgl, 1957; Hubach, 1957 y Bolli *et al.*, 1994); particularmente en el Gr. Guadalupe. En la Fm. Guaduas, por el contrario, no se han descrito o ilustrado microfósiles diferentes a polen, esporas y dinoflagelados (e. g. Sarmiento, 1992a).

Recientemente la ahora "clásica" sección de Tausa (Gr. Guadalupe y Fm. Guaduas) ha sido objeto de estudios paleoambientales basados en estratigrafía secuencial y palinología (Föllmi *et al.*, 1992 y Sarmiento, 1992a, b). En estos estudios se menciona el género *Siphogenerinoides*, pero no se da ninguna precisión sobre su valor biocronoestratigráfico o requerimientos paleoambientales. Sarmiento (1992a) menciona algunos foraminíferos y ostrácodos como fueron reportados en la versión preliminar de este artículo (Martínez, 1988).

El género *Siphogenerinoides* es un bulimínido que ocurre ampliamente en el norte de Suramérica (abundante en asocio a fosforitas), y que ha sido usado como herramienta bioestratigráfica donde los foraminíferos planctónicos son escasos o ausentes (e. g. Cushman y Hedberg, 1941 y Petters, 1955). Hipótesis sobre el valor biocronoestratigráfico de especies del género *Siphogenerinoides* se han planteado de la calibración preliminar con foraminíferos planctónicos (Martínez, 1987; 1989a, b). La validación de tales hipótesis requiere de la documentación detallada de la ocurrencia del género *Siphogenerinoides* en el norte de Suramérica. Por lo tanto, el propósito de este artículo

es el de ilustrar el género *Siphogenerinoides* del Gr. Guadalupe en la sección de Tausa, y discutir su significado bioestratigráfico. También se reporta, por primera vez, una rica asociación de foraminíferos y ostrácodos de la base de la Fm. Guaduas. El significado paleoambiental del género *Siphogenerinoides* es objeto de un segundo artículo en preparación.

## MÉTODOS

Las muestras fueron colectadas a lo largo de las secciones levantadas por Föllmi *et al.* (1992) y Sarmiento (1992b) (Figura 1). La técnica del *Quaternary-O* fue aplicada para desintegrar las lodolitas del Gr. Guadalupe y Fm. Guaduas siguiendo el procedimiento estándar descrito por Martínez (1987). En muchos casos se efectuó la selección manual del género *Siphogenerinoides* en busca de moldes (internos y externos) luego de macerar ligeramente la muestra.

## SUCESIÓN LITOLÓGICA

En la sección de Tausa, ubicada a lo largo de la carretera entre Zipaquirá y Ubaté (~ 60 km al NNE de Santafé de Bogotá), afloran la parte superior del Gr. Guadalupe (de edad Campaniano-Maastrichtiano) y la Fm. Guaduas (de edad Maastrichtiano-Paleoceno) (Figura 1). El Gr. Guadalupe tiene un espesor de 367 m y consiste en las Formaciones Plaeners Inferior, Arenisca Labor, Plaeners Superior y Arenisca Tierna (Figura 2) (Föllmi *et al.*, 1992). Porcelanitas, lodolitas y limolitas laminadas de color oscuro son típicas de las formaciones Plaeners Inferior y Plaeners Superior, mientras que las arenitas de cuarzo de grano fino a medio de estratificación gruesa, son típicas de las Fms. Arenisca Labor y Arenisca Tierna.

Concentraciones de peloides fosfáticos y restos de peces son comunes en la Fm. Plaeners Inferior, particularmente en capas granocrecientes (o inversamente gradadas); al igual que materia orgánica (hasta un 2.67% de carbono orgánico), con un dominio del tipo amorfo (hasta 65.8%; Föllmi *et al.*, 1992). La Fm. Guaduas tiene un espesor de 1.090 m y se caracteriza por lodolitas abigarradas, limolitas y arenitas de cuarzo de grano fino a grueso. Son comunes en esta unidad los mantos de carbón, restos de hojas y capas de siderita (Sarmiento, 1992b). Los 32 m basales de la Fm. Guaduas están compuestos de arcillolitas gris claras, no laminadas, interestratificadas con arcillolitas limonitizadas en capas delgadas, en las que el contenido de materia orgánica es muy bajo (Figura 3) (Sarmiento, 1992b).

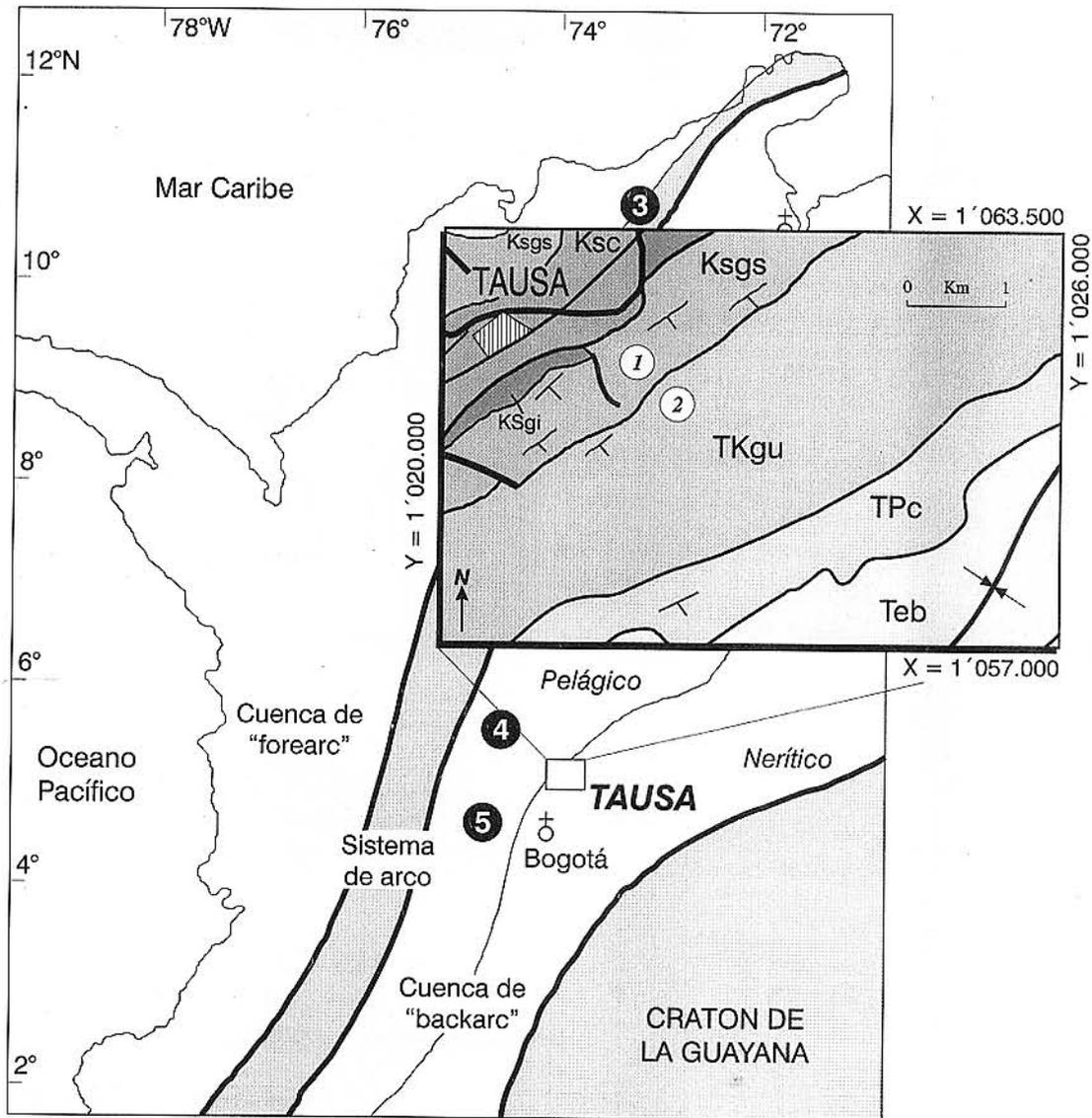


Figura 1. Mapa de localización de la sección de Tausa. Compilación paleogeográfica del Cretácico Tardío según Föllmi *et al.* (1992). Note la ubicación de la sección de Tausa en el límite de los dominios nerítico y pelágico de la cuenca de "backarc". Inserto: mapa geológico de localización (tomado de McLaughlin y Arce, 1975); coordenadas con base en Santafé de Bogotá. KS=Cretácico Superior; TK=Cretácico-Terciario; T=Terciario). KSc=Fm. Conejo, KSgi=Gr. Guadalupe Inferior, KSGs=Gr. Guadalupe Superior, TKgu=Fm. Guaduas, TPc=Fm. Cacho, Teb=Fm. Bogotá. Localización de secciones (1) Gr. Guadalupe, (2) Fm. Guaduas, (3) Fm. Colón (sección del Río Molino), (4) Fm. Cimarrona (Valle Medio del Magdalena), (5) Gr. Olini. Note la localización del Sinclinal de Chequa al sureste del mapa.

## RESULTADOS

### Tafonomía

Tanto en el Gr. Guadalupe como en la Fm. Guaduas no existen fósiles con esqueleto calcáreo. La preservación de microfósiles, por lo tanto, está supeditada al remplazo y disolución de las conchillas calcáreas bajo condiciones diagenéticas.

Especímenes de los géneros *Siphogenerinoides* y *Gavelinella* ocurren por lo general como moldes (internos y externos) o como especímenes fosfatizados en las lodolitas y porcelanitas del Gr. Guadalupe. El género *Siphogenerinoides* pertenece al grupo de los bulimínidos, foraminíferos bentónicos de composición calcárea, que en buena parte del Gr. Guadalupe de la Cordillera Oriental han sido disueltos, previo al relleno

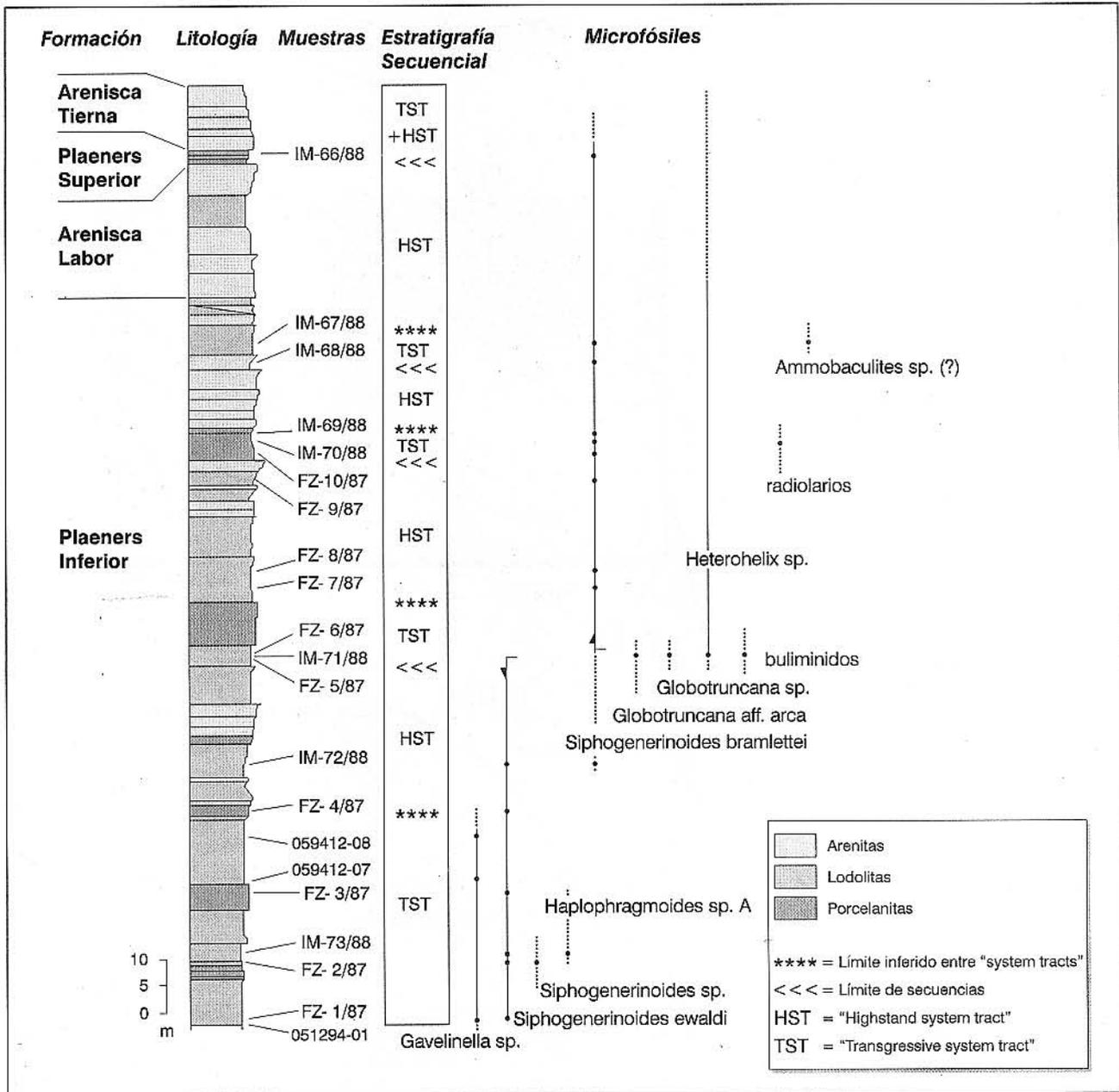


Figura 2. Columna estratigráfica del Grupo Guadalupe (formaciones Plaeners Inferior, Arenisca Labor, Plaeners Superior y Arenisca Tierna) en la sección de Tausa. Columna adaptada de Föllmi et al. (1992). Note la baja diversidad microfaunal y la correspondencia de la última ocurrencia de *S. ewaldi* y la primera ocurrencia de *S. bramlettei* con el primer límite de secuencia de la Fm. Plaeners Inferior. Estratigrafía secuencial según Föllmi et al. (1992).

del molde interno con caolinita (Lámina 1). Muy ocasionalmente se encuentran conchillas reemplazadas por óxidos de hierro (Lámina 1, Figura 1) y apatito (Föllmi et al., 1992).

El hallazgo de foraminíferos y ostrácodos en las lodolitas basales de la Fm. Guaduas se debe a la piritización en el interior de las cámaras y conchillas, previa a su disolución (Láminas 2-3). En algunos casos, sin

embargo, la piritización afectó también a las conchillas permitiendo su preservación (e. g. Lámina 3, Figuras 4-5).

### Microfósiles del Grupo Guadalupe

El género *Siphogenerinoides* ocurre amplia y abundantemente en la sección de Tausa, donde se distinguen dos especies dominantes, *Siphogenerinoides ewaldi*

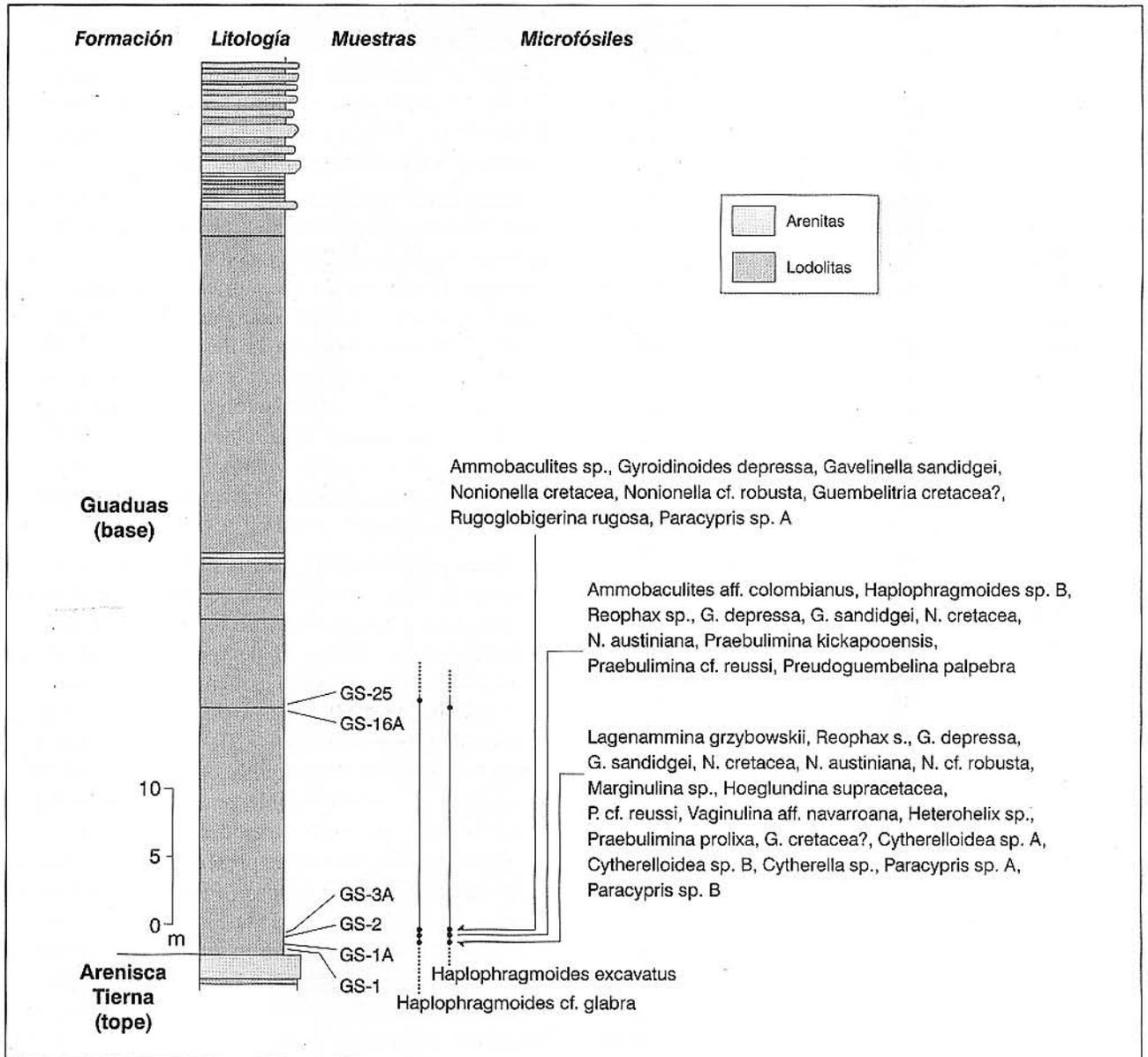


Figura 3. Columna estratigráfica de la base de la Fm. Guaduas en la sección de Tausa (adaptada de Sarmiento, 1992b). Note la gran diversidad microfaunal en las muestras GS-1A, GS-2, y GS-3A.

entre las muestras FZ-1/87 y IM-71/88 (parte inferior de la Fm. Plaeners Inferior) y *Siphogenerinoides bramlettei* entre las muestras FZ-6/87 y IM-66/88 (parte superior de la Fm. Plaeners Inferior a la Fm. Plaeners Superior; Figura 2). En la muestra IM-72/88 *S. ewaldi* co-ocurre con escasos y diminutos especímenes de *S. bramlettei* de seis costillas, mientras que en la muestra FZ-2/87 se halló *Siphogenerinoides* sp.

Escasos foraminíferos bentónicos aglutinados ocurren en las muestras IM-73/88 (*Haplophragmoides* sp. A) y IM-67/88 (*Ammobaculites* sp.?); mientras que moldes de foraminíferos planctónicos, *Heterohelix* sp.,

*Globotruncana* aff. *arca*, y *Globotruncana* sp. y algunos bulimínidos fueron observados en sección delgada en la muestra IM-71/88. Moldes internos de *Gavelinella* sp. se hallaron en las muestras 051294-01, -07 y -08. En la muestra IM-70/88 junto con *Heterohelix* sp. también se observaron radiolarios (espumeláridos?) en peloides fosfáticos. Las amonitas *Nostoceras liratum* y *Exiteloceras jenneyi* (Föllmi et al., 1992) co-ocurren con *S. ewaldi*; mientras que la amonita *Libycoceras* sp., y los dinoflagelados *Andalusella polymorpha* y *Circulodinium distinctum* (Föllmi et al., 1992) co-ocurren con *S. bramlettei*.

## Microfósiles de la Formación Guaduas

En la base de la Fm. Guaduas ocurre una variada asociación de foraminíferos predominantemente bentónicos entre los cuales se observan las siguientes formas calcáreas: *Nonionella* cf. *robusta*, *Nonionella cretacea*, *Nonionella austiniana*, *Gavelinella sandidgei*, *Gyroidinoides depressa*, *Hoeglundina supracretacea*, *Praebulimina kickapooensis*, *Praebulimina* cf. *reussi*, *Praebulimina prolixa*, *Marginulina* sp., *Vaginulina* aff. *navarroana*. Como formas aglutinadas se observan: *Haplophragmoides* cf. *glabra*, *Haplophragmoides excavatus*, *Haplophragmoides* sp. B, *Ammobaculites* aff. *colombianus*, *Ammobaculites* sp., *Reophax* sp., y *Lagenamina grzybowskii* (Figura 3). También se observan algunas especies de foraminíferos planctónicos tales como: *Rugoglobigerina rugosa*, *Pseudoguembelina palpebra*, *Guembelitra cretacea* ? y *Heterohelix* sp. Moldes internos de ostrácodos de los géneros *Cytherelloidea*, *Cytherella*, y *Paracypris* se hallaron en la muestra GS-1A, donde también ocurren microgasterópodos, microbivalvos e ichtiolitos. La asociación antes mencionada co-ocurre con palinormorfos de la zona *Buttinia andreevi* en la que se presentan algunos dinoflagelados como *Dinogyinium acuminatum* (Sarmiento, 1992a).

## DISCUSIÓN

### Interpretación tafonómica/diagenética

Como se indicó anteriormente, dos formas distintas de fosilización caracterizan la preservación de microfósiles en las dos unidades litológicas: (1) relleno de caolinita, previo a la disolución de las conchillas calcáreas en el Gr. Guadalupe, y (2) relleno de pirita, previo a la disolución de las conchillas calcáreas en la Fm. Guaduas.

La presencia de caolinita diagenética se ha explicado por procesos de re-cristalización de granos más finos de caolinita, alteración *in situ* de algún material parental, o cristalización de material a partir de soluciones o suspensiones coloidales (Shelton, 1964). El relleno caolínico de los especímenes del género *Siphogenerinoides* y su posterior disolución requiere de condiciones muy particulares (R. Gaupp, comunicación personal); el aluminio debe estar presente en cantidades abundantes y el pH debe alcanzar la ventana de precipitación de la caolinita (pH de 4 a 8).

El proceso de precipitación de la caolinita aumenta el contenido de iones de hidrógeno y con esto el pH disminuye y ocasiona la disolución de la calcita. Tales

procesos se dan más probablemente en la etapa mesodiagenética (Choquette y Pray, 1970), cuando las reacciones entre la materia orgánica (que alcanza el 2,67% en peso en las lodolitas del Gr. Guadalupe; Föllmi *et al.*, 1992) y los filosilicatos liberaban cantidades considerables de iones de aluminio.

De acuerdo con Brett y Baird (1986), la piritización como relleno de conchillas es el producto de microambientes sulfídicos. Tales ambientes diagenéticos son comunes donde las aguas suprayacentes son disaeróbicas y la velocidad de sedimentación es moderada; condiciones que favorecen la descomposición bacteriana de la materia orgánica por el proceso de reducción del ion sulfato (abundante en aguas intersticiales marinas). Condiciones disaeróbicas son apoyadas por la presencia de *Cytherella* y *Cytherelloidea*, ostrácodos platicopinos particularmente resistentes a niveles bajos de oxígeno (Whatley, 1991).

Es requisito esencial para la piritización de fósiles mayores de 50  $\mu\text{m}$  la existencia de cantidades inusuales de concentraciones de hierro en las aguas intersticiales (Raiswell *et al.*, 1993). El tiempo de exposición del sedimento al  $\text{H}_2\text{S}$  determina la fuente de hierro utilizada en el proceso de piritización: óxidos de hierro a bajos tiempos de exposición (50 a  $\sim 10^3$  años) y silicatos de hierro a altos tiempos de exposición ( $\sim 10^3$  a  $10^6$  años; Raiswell *et al.*, 1993). Posiblemente silicatos de hierro no fueron afectados como se evidencia por la presencia de granos redondeados bien preservados de turmalina en la muestra GS-1A (Lámina 4, Figura 12). Sarmiento (1992b) interpreta la base de la Fm. Guaduas como el producto de la sedimentación en un ambiente de laguna costera a zona intermareal. En tales ambientes las condiciones disaeróbicas son generalmente efímeras y favorecen reducidos tiempos de exposición de los sedimentos al  $\text{H}_2\text{S}$ , y explican la reducida dispersión estratigráfica de microfósiles en la Fm. Guaduas.

### Significado biocronoestratigráfico del género *Siphogenerinoides* en la sección de Tausa

La co-ocurrencia de *S. ewaldi* con las amonitas *Nostoceras liratum* y *Exiteloceras jenneyi* sugieren una edad Campaniano tardío para este taxón en la sección de Tausa (Föllmi *et al.*, 1992). *Siphogenerinoides bramlettei* por su parte co-ocurre con la amonita *Libycoceras* sp., y los dinoflagelados *Andalusiella polymorpha* y *Circulodinium distinctum*. *Libycoceras* es de edad Campaniano tardío mientras que *A. polymorpha* es de edad Maastrichtiano en Gabon, Mauritania y Marruecos (Föllmi *et al.*, 1992). La primera forma, sin embargo,

ocurre estratigráficamente por encima de la segunda, lo que es notado y atribuido a las definiciones diferentes de la base del Maastrichtiano empleadas por los especialistas de macro y microfósiles (Föllmi *et al.*, 1992). A pesar de que en la muestra IM-72/88 *S. ewaldi* co-ocurre con escasos y diminutos especímenes de *S. bramlettei* de seis costillas, resulta interesante anotar que el reemplazo marcado de *S. ewaldi* por *S. bramlettei* en la sección de Tausa coincide con un límite de secuencia como es interpretado por Föllmi *et al.* (1992) ("Highstand System Tract" a "Transgressive System Tract", Figura 2). *Siphogenerinoides bramlettei* de seis costillas podría ser una forma transicional en la evolución a partir de una especie ancestral; tal vez *Siphogenerinoides* sp. de la muestra FZ-2/87 (Lámina 1, Figura 12).

Petters (1955) propuso las zonas de *S. cretacea* y *S. bramlettei* a las que asignó edades Campaniano y Maastrichtiano, respectivamente. Sin embargo, para el norte de Colombia, el límite entre las anteriores zonas se encuentra dentro del Maastrichtiano (calibración con foraminíferos planctónicos; Martínez, 1987). Como hipótesis se planteó que el límite entre las dos zonas podría ser tanto "isócrono" como "heterócrono", y sólo la calibración de las zonas de foraminíferos bentónicos con otros microfósiles o eventos "isócronos" permitiría la verificación de alguna de las anteriores hipótesis (Martínez, 1989a, b). Vergara (1994) apoya la hipótesis "heterócrona" al sugerir que especies relacionadas como *Siphogenerinoides revoluta* se extinguieron más tarde en Colombia que en el Perú (durante el Campaniano tardío al Maastrichtiano temprano).

En el nivel de Lutitas-2 del Grupo Olini en la sección La Virgen-El Retiro (aproximadamente 72 km al SW de Tausa, Figura 1), *S. bramlettei* ocurre con el foraminífero planctónico *Gansserina gansseri* (Martínez, 1990). Esta misma correspondencia se presenta en la Fm. Colón en la Cuenca Cesar-Ranchería (Figura 1; Martínez, 1987) y en la Fm. Cimarrona en la Cuenca del Valle Medio del Magdalena (Figura 1; Martínez, 1989a), por lo que la primera ocurrencia de *S. bramlettei* parece ser "isócrona" e indicativa de una edad Maastrichtiano tardío.

La ocurrencia de *P. palpebra* en una sola muestra en la base de la Fm. Guaduas no interfiere con la anterior asignación a pesar de que su rango conocido esté entre las zonas de *Globotruncana aegyptiaca* a *Abathomphalus mayaroensis* (Caron, 1985). La dispersión estratigráfica de *S. bramlettei* en Colombia contrasta con su rango biostratigráfico en Trinidad,

donde probablemente ocurre en la zona de *Globotruncana lapparenti tricarinata* del Maastrichtiano temprano (Bolli *et al.*, 1994), y en la cuenca de Sergipe (Brasil) donde su primera ocurrencia corresponde con la primera ocurrencia de *Rosita patelliformis*, *Globotruncanita stuartiformis* y *Globotruncanita elevata* plexus en el límite Santoniano-Campaniano (Koutsoukos y Bengtson, 1993).

La ausencia de *S. cretacea* tanto en la sección La Virgen-El Retiro como en la sección de Tausa impide la discusión sobre la última ocurrencia de este taxón en el registro sedimentario. Es muy posible que *S. ewaldi*, *S. bermudezi*, *S. clarki*, entre otros, sean morfovariables de *S. cretacea*, los cuales, al igual que otros géneros de bulimínidos (e. g. *Uvigerina*), responden a condiciones paleoambientales diversas mediante cambios morfológicos en la ornamentación de las conchillas.

Si se acepta la edad Campaniano tardío para *S. ewaldi* y Maastrichtiano tardío para *S. bramlettei*, entonces el límite de secuencia entre las dos zonas ("Highstand System Tract" a "Transgressive System Tract") representaría un período de hiato deposicional o erosión significativa (equivalente a las zonas de *G. gansseri* a *Globotruncana calcarata*; Haq *et al.*, 1987). Sin embargo, la ausencia de los mismos criterios de calibración en la sección de Tausa (foraminíferos planctónicos) impide validar esta suposición. Es importante anotar que la mayor diversidad microfaunal aparentemente corresponde a la parte media de los "Transgressive System Tracts" (Figura 2), y no a los límites inferidos entre "system tracts" (o superficies de inundación máxima). Un muestreo adicional detallado permitirá verificar esta observación.

## CONCLUSIONES

- *Siphogenerinoides ewaldi* precede estratigráficamente a *S. bramlettei* en la sección de Tausa. La primera forma es de edad Campaniano tardío mientras que la segunda es de edad Maastrichtiano tardío por comparación con los rangos biostratigráficos de amonitas y dinoflagelados que co-ocurren en la sección.
- Un hiato depositacional significativo estaría contenido en el límite de secuencia coincidente con la última ocurrencia de *S. ewaldi* y la primera ocurrencia de *S. bramlettei* en la sección de Tausa.
- La asociación de foraminíferos de la base de la Fm. Guaduas presenta una alta diversidad dominada por

formas bentónicas calcáreas (rotálidos), en contraste con la reducida diversidad de la asociación de foraminíferos del Gr. Guadalupe.

- La diversidad microfaunal del Gr. Guadalupe aparentemente es mayor en la parte media de "Transgressive System Tracts", y no en los límites inferidos entre «system tracts» (o superficies de inundación máxima).
- El relleno caolinítico de foraminíferos en el Gr. Guadalupe, previo a la disolución de las conchillas, se produjo durante la etapa mesodiagenética por la reacción de la materia orgánica (y el incremento del pH), y filosilicatos (con la liberación de abundantes iones de aluminio).
- La piritización de microfósiles en la Fm. Guaduas al parecer fue favorecida por la formación de microambientes sulfídicos en los que el tiempo de exposición de los óxidos de Fe al H<sub>2</sub>S fue breve (50 a ~10<sup>3</sup> años). Esto sucedió en la etapa mesodiagenética.

## NOTAS TAXONÓMICAS

### 1) MICROFÓSILES DEL GR. GUADALUPE

Se prefiere aquí el uso de *Siphogenerinoides* al de *Orthokarstenia* por las siguientes razones: (1) la especie tipo del segundo género, *O. ewaldi* presenta un enrollamiento triserial a uniserial (Lámina 1, Figura. 2) y carece de la fase biserial en apariencia típica del género (cf. Loeblich y Tappan, 1988); (2) algunas especies originalmente asignadas al género *Siphogenerinoides* (Stone, 1946), e. g. *S. bermudezi*, muestran patrones de enrollamiento similares a *S. ewaldi*; mientras que otras, e. g. *S. revoluta*, muestran una fase biserial más típica de *Orthokarstenia*; (3) el enrollamiento uniserial es considerado por Revets (1993) como biserial debido a la rotación (cada 180°) de la placa dental; (4) el género *Siphogenerinoides* fue propuesto por Cushman (1927) mientras que el género *Orthokarstenia* fue propuesto por Dietrich (1935) por lo que el primer nombre cumple con la norma de prioridad de la nomenclatura zoológica.

#### *Siphogenerinoides ewaldi* (Karsten)

Lámina 1, Figuras 1-5

*Orthocerina ewaldi* Karsten, 1858, Pl. 6, Figs. 3a-c.

*Siphogenerinoides ewaldi* (Karsten), Cushman 1930, Pl. 9, Figs. 10-12.

### Lámina 1. Microfósiles del Gr. Guadalupe

- |         |  |  |   |
|---------|--|--|---|
| Fig. 1. | <i>Siphogenerinoides ewaldi</i> (Karsten), forma microesférica remplazada por óxidos de hierro. Muestra IM-73/88 (Fm. Plaeners Inferior).  | Vista apertural del molde interno en caolinita. Note el número de costillas longitudinales (7), la forma de la apertura y el contorno transversal. |   |
| Fig. 2. | <i>Siphogenerinoides ewaldi</i> (Karsten), Molde interno de la forma microesférica. Muestra IM-73/88 (Fm. Plaeners Inferior). (a) Conchilla (forma microesférica).                                 | Fig. 9.  | Detalle de la Fig. 5: acordeones de caolinita del molde interno de <i>S. ewaldi</i> .   |
| Fig. 3. | <i>S. ewaldi</i> (Karsten), muestra FZ-1/87. Vista apertural del molde interno. Note la forma de la apertura.  | Fig. 10.   | <i>Siphogenerinoides bramlettei</i> Cushman, muestra FZ-10/87. Molde interno en caolinita. Note el número de costillas longitudinales (~7). |
| Fig. 4. | <i>S. ewaldi</i> (Karsten), muestra FZ-2/87. Molde externo (fragmento). Note el número de costillas longitudinales (~14).  | Fig. 11.   | <i>S. bramlettei</i> Cushman, muestra IM-10/88. Molde externo.  |
| Fig. 5. | <i>S. ewaldi</i> (Karsten), muestra FZ-2/87. Molde interno en caolinita.   | Fig. 12.   | <i>Siphogenerinoides</i> sp., muestra FZ-2/87. Molde interno en caolinita.  |
| Fig. 6. | <i>S. bramlettei</i> Cushman, muestra IM-70/88. Molde interno en caolinita.  | Figs. 13 y 14.   | Detalle de la Fig. 12; acordeones de caolinita del molde interno de <i>Siphogenerinoides</i> sp.  |
| Fig. 7. | <i>S. bramlettei</i> Cushman, muestra FZ-10/87. Vista apertural del molde interno en caolinita. Note el número de costillas longitudinales (7), la forma de la apertura y el contorno transversal. | Fig. 15.   | <i>Gavelinella</i> sp. Vista dorsal del molde interno en caolinita; muestra 051295-08.  |
| Fig. 8. | <i>S. bramlettei</i> Cushman, muestra FZ-10/87.  | Fig. 16.   | <i>Gavelinella</i> sp. Vista umbilical del molde interno en caolinita; muestra 051295-08.   |
|         |  | Fig. 17.   | <i>Gavelinella</i> sp. Vista apertural del molde interno en caolinita muestra 051295-08.  |
|         |  | Fig. 18.   | <i>Haplophragmoides</i> sp. A, muestra IM-73/88.  |

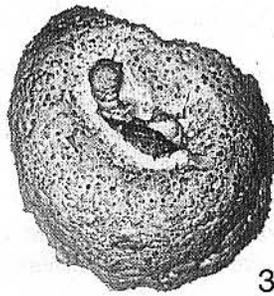
Barras de escala: I = 0.1 mm, Figs. 5, 12. II = 0.1 mm, Figs. 3, 6, 7, 8, 10. III = 0.1 mm, Figs. 15-18, IV = 0.1 mm, Fig. 4. V = 1 mm, Figs. 1, 2, 11.



1



2



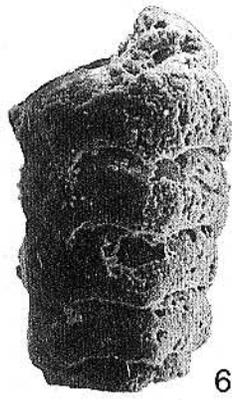
3



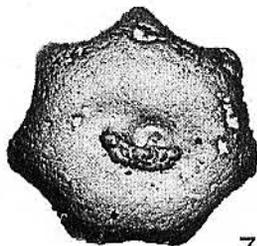
4



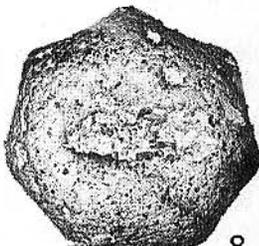
5



6



7



8



9



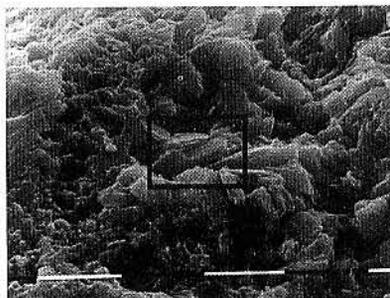
10



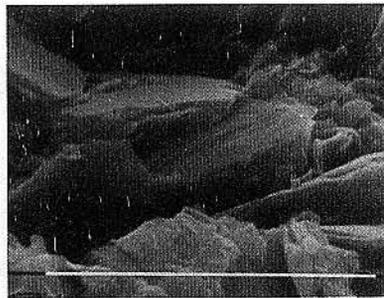
11



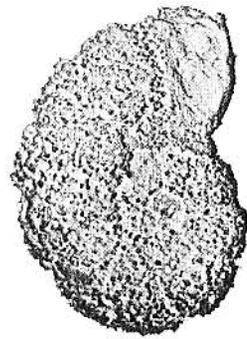
12



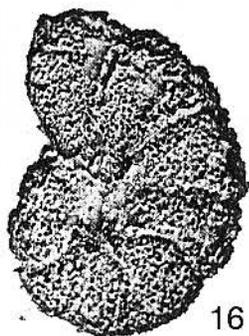
13



14



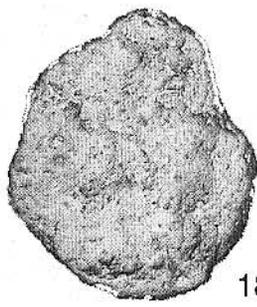
15



16

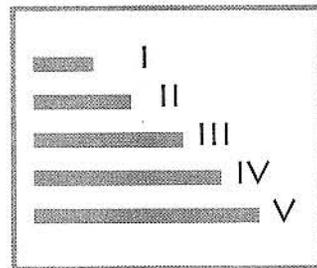


17



18

### Lámina 1



Comentarios: Petters (1955) reporta *S. ewaldi* en la zona de *S. cretacea*. En este estudio se halló en abundancia como moldes internos en caolinita entre las muestras FZ-1/87 a IM-71/88.

***Siphogenerinoides bramlettei* Cushman**

Lámina 1, Figuras. 6-8, 10-11

*Siphogenerinoides bramlettei* Cushman, 1942, Pl. 9, Figs 5-6.

*Siphogenerinoides bramlettei* Cushman, Stone, 1946, Pl. 71, Fig. 8.

*Siphogenerinoides bramlettei* Cushman, Martínez, 1987, Pl. 6, Fig. 3.

*Siphogenerinoides bramlettei* Cushman, Bolli *et al.*, 1994, Fig. 36.11.

Comentarios: Los especímenes observados presentan de seis a siete costillas longitudinales y ocurren como moldes internos en caolinita en la parte superior del Gr. Guadalupe (muestras FZ-6/87 a IM-66/88). En la cuenca Cesar-Ranchería ocurren en la parte alta de la Fm. Colón (Martínez, 1987;1989b), mientras que en Trinidad es raro en las facies de «Marabella» (Maastrichtiano temprano, Bolli *et al.*, 1994).

***Siphogenerinoides* sp.**

Lámina 1, Figura 12

Comentarios: Se halló como molde interno en caolinita en la parte inferior del Gr. Guadalupe (muestra FZ-2/87).

***Gavelinella* sp.**

Lámina 1, Figura 15-17

Comentarios: Se hallaron abundantes especímenes en la parte inferior del Gr. Guadalupe (muestras 051294-01, -07, -08).

***Haplophragmoides* sp. A**

Lámina 1, Figura 18

Comentarios: Se hallaron escasos especímenes en la parte inferior del Gr. Guadalupe (muestra IM-73/88).

**2) MICROFÓSILES DE LA FM. GUADUAS**

***Nonionella* cf. *robusta* Plummer**

Lámina 2, Figura 1

Comentarios: Se halló como moldes piritizados en las muestras GS-1A y GS-3A.

***Nonionella cretacea* Cushman**

Lámina 2, Figura 2

*Nonionella cretacea* Cushman, 1931, Pl. 7, Fig. 2.

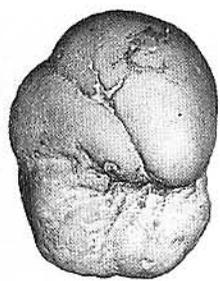
*Nonionella cretacea* Cushman, Sliter, 1968, Pl. 21, Fig. 1.

Comentarios: Se distingue de *Nonionella austiniana* por su periferia menos redondeada y el mayor número de cámaras. Se halló como moldes piritizados en las muestras GS-1A a GS-3A. Sliter (1968) reporta *N. cretacea* en el Cretácico Tardío de California.

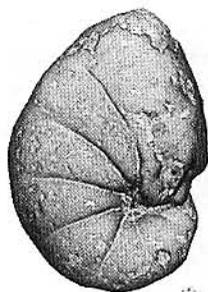
Lámina 2. Microfósiles de la Fm. Guaduas. Especímenes extraídos de las muestras GS-1A (Figs. 1-11, 13-14 y 18), GS-2 (Figs. 12, 15-16, y 17), GS-3A (Fig. 12).

- |              |  |                |   |
|--------------|--|----------------|---|
| Fig. 1.      | <i>Nonionella</i> cf. <i>robusta</i> Plummer. Molde interno en pirita.   | Fig. 9.        | <i>H. supracretacea</i> (ten Dam). Vista dorsal del molde interno. Note el carácter framboidal de la pirita y la preservación parcial de la conchilla hacia el margen inferior. |
| Fig. 2.      | <i>Nonionella cretacea</i> Cushman. Molde interno en pirita.   | Figs. 10 y 11. | <i>Haplophragmoides</i> cf. <i>glabra</i> Cushman y Waters. Vista lateral y vista apertural respectivamente.  |
| Fig. 3.      | <i>Nonionella austiniana</i> Cushman. Molde interno en pirita.   | Fig. 12.       | <i>Ammobaculites</i> sp.  |
| Fig. 4.      | <i>Gavelinella sandidgei</i> (Brotzen). Vista dorsal del molde interno en pirita. Note el carácter framboidal de la pirita de relleno y la preservación parcial de la conchilla. | Figs. 13 y 14. | <i>Haplophragmoides excavatus</i> Cushman y Waters.   |
| Fig. 5.      | <i>G. sandidgei</i> (Brotzen). Vista umbilical del molde interno en pirita.  | Fig. 15.       | <i>Haplophragmoides</i> sp. B   |
| Figs. 6 y 7. | <i>Gyroidinoides depressa</i> (Alth). Vista umbilical. Note la preservación de la conchilla en pirita.   | Fig. 16.       | <i>Ammobaculites</i> aff. <i>colombianus</i> Cushman y Hedberg.   |
| Fig. 8.      | <i>Hoeglundina supracretacea</i> (ten Dam). Vista umbilical del molde interno. Note la preservación parcial de la conchilla hacia el área umbilical.                             | Fig. 17.       | <i>Reophax</i> sp.  |
|              |  | Fig. 18.       | <i>Lagenammia grzybowskii</i> (Schubert).   |

Barras de escala: I = 0.1 mm, Figs. 10-11, 16. II = 0.1 mm, Figs. 8, 9, 12, 15, 18. III = 0.1 mm, Figs. 1, 3-7. IV = 0.1 mm, Fig. 2. V = 1 mm, Figs. 13-14, 17.



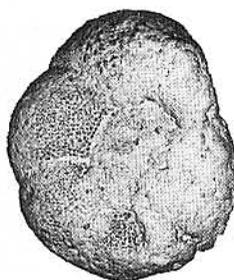
1



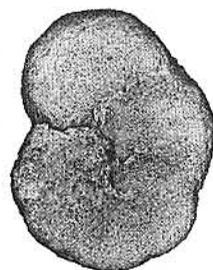
2



3



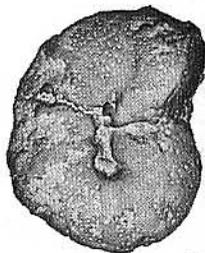
4



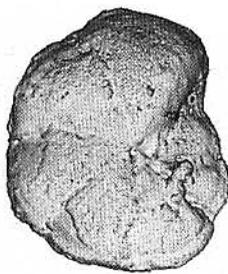
5



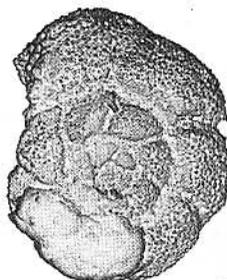
6



7



8



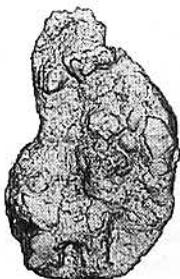
9



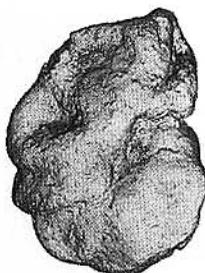
10



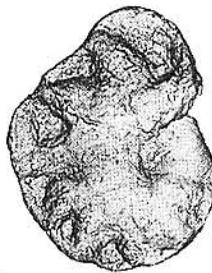
11



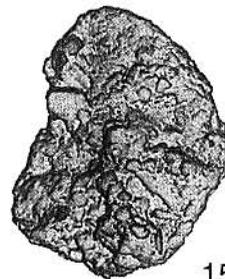
12



13

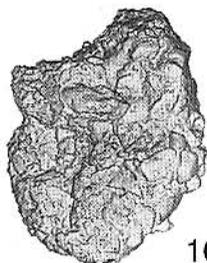


14



15

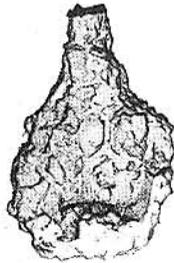
### Lámina 2



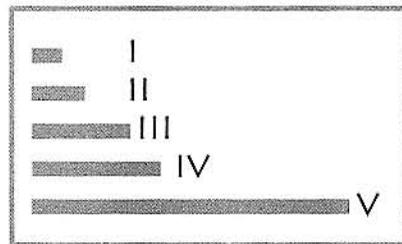
16



17



18



***Nonionella austiniana* Cushman**

Lámina 2, Figura 3

- Nonionella austiniana* Cushman, 1933a, Pl. 7, Fig. 2.  
*Nonionella austiniana* Cushman, Sliter, 1968, Pl. 20, Fig. 11.  
*Nonionella austiniana* Cushman, Bolli *et al.*, 1994, Fig. 41.16-18.

Comentarios: Moldes internos en piritita en las muestras GS-1A y GS-2. Se ha reportado en el Cretácico Tardío de California (Sliter, 1968) y Santoniano-Campaniano de Trinidad (Bolli *et al.*, 1994).

***Gavelinella sandidgei* (Brotzen)**

Lámina 2, Figuras 4-5

- Cibicides sandidgei* Brotzen, 1936, Pl. 14, Figs. 2-4.  
*Gavelinella sandidgei* (Brotzen) Sliter, 1968, Pl. 23, Fig. 7-8.  
*Gavelinella sandidgei* (Brotzen) Martínez, 1987, Pl. 5, Fig. 4.

Comentarios: Moldes internos en piritita en las muestras GS-1A a GS-3A. Ocurre en la parte superior de las lodolitas de la Fm. Colón (zona de *Abathomphalus mayaroensis*, Martínez, 1987) y en el Campaniano-Maastrichtiano de California (Sliter, 1968).

***Gyroidinoides depressa* (Alth) Cushman y Church**

Lámina 2, Figuras 6-7

- Gyroidina depressa* (Alth) Cushman y Church, 1929, Pl. 41, Figs. 4-6.  
*Gyroidinoides depressa* (Alth) Cushman y Hedberg, 1941, Pl. 23, Figs. 11-12.  
*Gyroidinoides depressa* (Alth), Martínez, 1987, Pl. 5, Fig. 16.  
*Gyroidinoides depressus* (Alth), Bolli *et al.*, 1994, Fig. 44.32.
- Comentarios: Moldes internos en piritita en las muestras GS-1A a GS-3A. Ocurre en la parte baja de la Fm. Colón en la cuenca del Catatumbo (Cushman y Hedberg, 1941), y a lo largo de las lodolitas de la Fm. Colón (zonas de *Globotruncana aegyptiaca* a *Abathomphalus mayaroensis*) en la cuenca Cesar-Ranchería (Martínez, 1987) y el Santoniano-Eoceno de Trinidad (Bolli *et al.*, 1994).

***Hoeglundina supracretacea* (ten Dam)**

Lámina 2, Figura 8-9

- Epistomina supracretacea* Ten Dam, 1948, Pl. 1, Fig. 8.  
*Epistomina cf. caracola* (Roemer) Cushman y Hedberg 1941, Pl. 23, Fig. 19.  
*Epistomina cf. caracola* (Roemer) Martínez, 1987, Pl. 4, Fig. 6.  
*Hoeglundina supracretacea* (ten Dam) Sliter, 1968, Pl. 24, Fig. 9.

Lámina 3. Microfósiles de la Fm. Guaduas. Especímenes de las muestra GS-1A (Figs. 2-6 y 9-18), GS-2 (Figs. 1, 8), y GS-3A (Fig. 7).

- |          |  |          |  |
|----------|--|----------|--|
| Fig. 1.  | <i>Praebulimina kickapooensis</i> (Cole). Molde interno (?) en piritita.               | Fig. 11. | <i>Cytherella</i> sp. Molde interno en piritita (valva izquierda). Note la depresión de la impresión muscular rellena por piritita framboidal. |
| Fig. 2.  | <i>Praebulimina cf. reussi</i> (Morrow). Molde interno en piritita.                    | Fig. 12. | <i>Cytherelloidea</i> sp. B. Molde interno en piritita (valva izquierda).  |
| Fig. 3.  | <i>Praebulimina prolixa</i> (Cushman y Parker). Molde interno (?) en piritita.         | Fig. 13. | <i>Paracypris</i> sp. A. Especimen preservado en piritita (valva izquierda).   |
| Fig. 4.  | <i>Marginulina</i> sp. Conchilla preservada en piritita.                               | Fig. 14. | <i>Paracypris</i> sp. B. Molde interno en piritita (valva izquierda).  |
| Fig. 5.  | <i>Vaginulina</i> aff. <i>navarroana</i> Cushman. Conchilla preservada en piritita.    | Fig. 15. | Microbivalvo. Note la preservación parcial de la concha en piritita.   |
| Fig. 6.  | <i>Guembelitra cretacea?</i> Cushman. Molde interno en piritita.                       | Fig. 16. | Microgasterópodo. Note el carácter framboidal de la piritita hacia la apertura de la concha (molde interno).                                   |
| Fig. 7.  | <i>Rugoglobigerina rugosa</i> (Plummer). Molde interno en piritita.                    | Fig. 17. | Ichtiolito.  |
| Fig. 8.  | <i>Pseudoguembelina palpebra</i> Brönnimann y Brown. Conchilla preservada en piritita. | Fig. 18. | Grano redondeado de turmalina.   |
| Fig. 9.  | <i>Heterohelix</i> sp. Conchilla preservada en piritita.                               |          |  |
| Fig. 10. | <i>Cytherelloidea</i> sp. A. Molde interno en piritita (valva izquierda).              |          |  |

Barras de escala: I = 0.1 mm, Figs. 4-5, 15. II = 0.1 mm, Figs. 2, 10, 12, 14, 17. III = 0.1 mm, Figs. 1, 3, 8-9, 16. IV = 0.1 mm, Figs. 7, 18. V = 0.1 mm, Fig. 6.

Comentarios: Molde interno en piritita en la muestra GS-1A. Difiere del espécimen ilustrado por Cushman y Hedberg (1941) en que las suturas convergen en un punto central (el ombligo). La especie ocurre también en la Fm. Colón de la cuenca Cesar-Ranchería (zona de *Abathomphalus mayaroensis*, Martínez, 1987).

***Haplophragmoides cf. glabra* Cushman y Waters**

Lámina 2, Figuras 10-11

Comentarios: Se halló en las muestras GS-1A a GS-25.

***Ammobaculites* sp.**

Lámina 2, Figura 12

Comentarios: Se halló en la muestra GS-3A.

***Haplophragmoides excavatus* Cushman y Waters**

Lámina 2, Figuras 13-14

*Haplophragmoides excavata* Cushman y Waters, 1927, Pl. 10, Fig. 3.

*Haplophragmoides excavatus* Cushman y Waters, Sliter, 1968, Pl. 1, Fig. 16.

Comentarios: Especimen de las muestras GS-1A a GS-25. También ocurre en la Fm. Colón de la cuenca Cesar-Ranchería (zona de *Abathomphalus mayaroensis*, Martínez, 1987).

***Haplophragmoides* sp. B**

Lámina 2, Figura 15

Comentarios: Se halló en la muestra GS-2.

***Ammobaculites* aff. *colombianus* Cushman y Hedberg**

Lámina 2, Figura 16

*Ammobaculites colombiana* Cushman y Hedberg, 1930, Pl. 9, Fig. 4.

*Ammobaculites colombianus* Cushman y Hedberg, 1941, Pl. 21, Fig. 3.

*Ammobaculites* aff. *colombianus* Cushman y Hedberg, Martínez, 1987, Pl. 9, Fig. 15.

Comentarios: Especimen de la muestra GS-2. También ocurre en la Fm. Mito-Juan en la cuenca Catatumbo (Cushman y Hedberg, 1941) y en la Fm. Colón de la cuenca Cesar-Ranchería (Martínez, 1987).

***Reophax* sp**

Lámina 2, Figura 17

Comentarios: Se halló en la muestra GS-1A.

***Lagenammia grzybowskii* (Schubert)**

Lámina 2, Figura 18

*Reophax difflugiformis* Brady, Grzybowski 1989, Pl. 10, Figs 11-12.

*Lagenammia* sp. aff. sp. A Martínez, Martínez, 1987, Pl. 9, Fig. 3.

*Lagenammia* cf. *grzybowskii* (Schubert), Kaminski *et al.*, 1988, Pl. 2, Fig. 7.

*Lagenammia grzybowskii* (Schubert), Bolli *et al.*, 1994, Fig. 18.10.

Comentarios: Especimen de la muestra GS-2. La especie ha sido reportada en las lodolitas de la Fm. Colón en la cuenca Cesar-Ranchería (zonas de *G. aegyptiaca* y *G. gansseri*, Martínez, 1987) y en Trinidad en las Fms. Naparima Hill a Lizard Spring (Campaniano a Eoceno, Kaminski *et al.*, 1988).

***Praebulimina kickapooensis* (Cole)**

Lámina 3, Figura 1

*Bulimina kickapooensis*, Cole, 1938, Pl. 3, Fig. 5.

*Bulimina kickapooensis*, Cole, Cushman y Hedberg, 1941, Pl. 22, Fig. 28.

*Praebulimina kickapooensis* (Cole), Sliter 1968, Pl. 11, Fig. 7. *Praebulimina kickapooensis* (Cole), Martínez, 1987, Pl. 6, Fig. 12.

*Praebulimina kickapooensis kickapooensis* (Cole), Bolli *et al.*, 1994, Fig. 35.18-19.

Comentarios: Especímenes de la muestra GS-2. La especie ocurre en el Fm. Colón de la cuenca Cesar-Ranchería (Martínez, 1987), la Fm. Colón en la cuenca de Catatumbo (Cushman y Hedberg, 1941), y su rango conocido en Trinidad es Campaniano a Maastrichtiano tardío (Bolli *et al.*, 1994).

***Praebulimina cf. reussi* (Morrow)**

Lámina 3, Figura 2

Comentarios: Se halló como molde interno en piritita en la muestra GS-2.

***Praebulimina prolixa* (Cushman y Parker)**

Lámina 3, Figura 3

*Bolivina prolixa* Cushman y Parker, 1935, Pl. 15, Fig. 5.

*Pyramidina prolixa* (Cushman y Parker), Sliter 1968, Pl. 12, Fig. 7-8.

Comentarios: El espécimen de la muestra GS-1A (molde interno? en piritita) difiere del espécimen ilustrado por Sliter (1968) en que el contorno transversal es más redondeado. Sliter (1968) reporta esta especie en el Campaniano-Maastrichtiano, de California.

***Marginulina* sp.**

Lámina 3, Figura 4

Comentarios: Se halló como espécimen piritizado en la muestra GS-1A.

***Vaginulina* aff. *navarroana* Cushman**

Lámina 3, Figura 5

*Vaginulina navarroana* Cushman, 1936, Pl. 1, Fig. 3.

*Vaginulina navarroana* Cushman, Cushman y Hedberg, 1941, Pl. 22, Fig. 1.

Comentarios: Especimen piritizado de la muestra GS-1A. Difiere del espécimen ilustrado por Cushman y Hedberg (1941) en que es más delgado. Ocurre también en la Fm. Mito-Juan en la cuenca Catatumbo (Cushman y Hedberg, 1941).

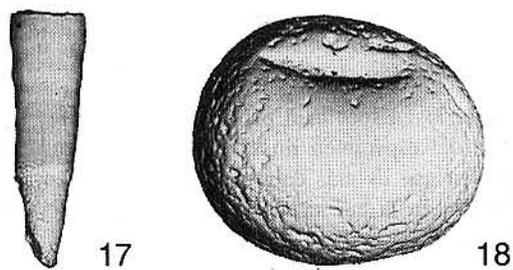
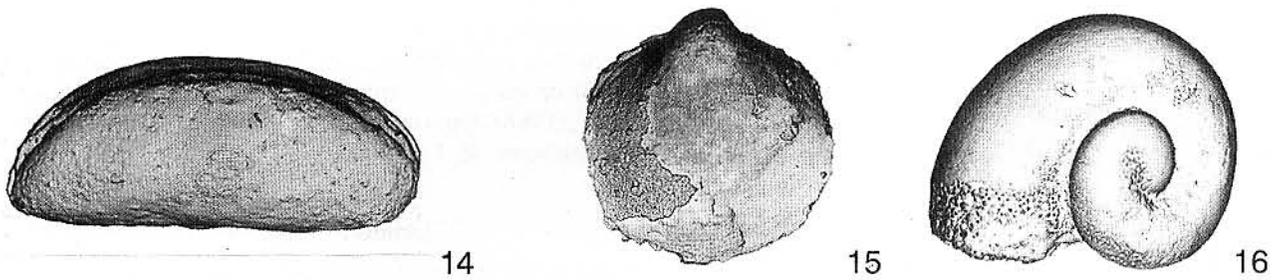
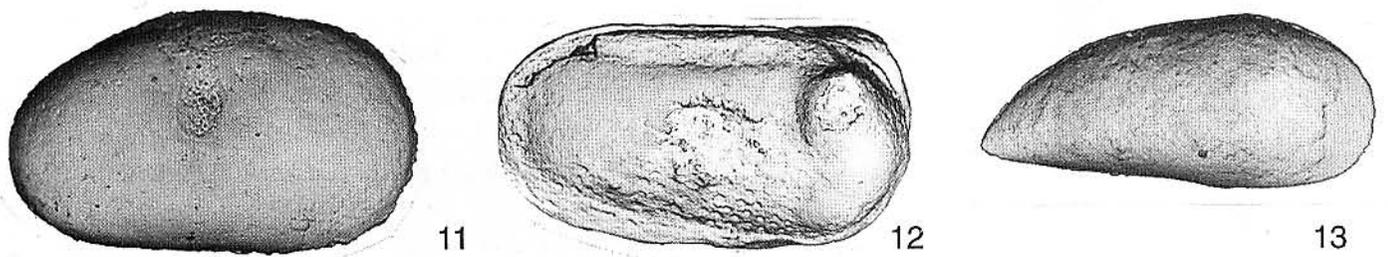
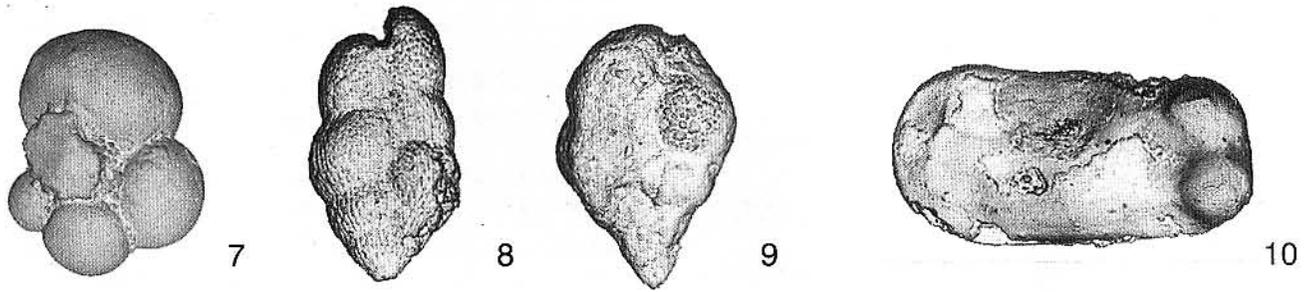
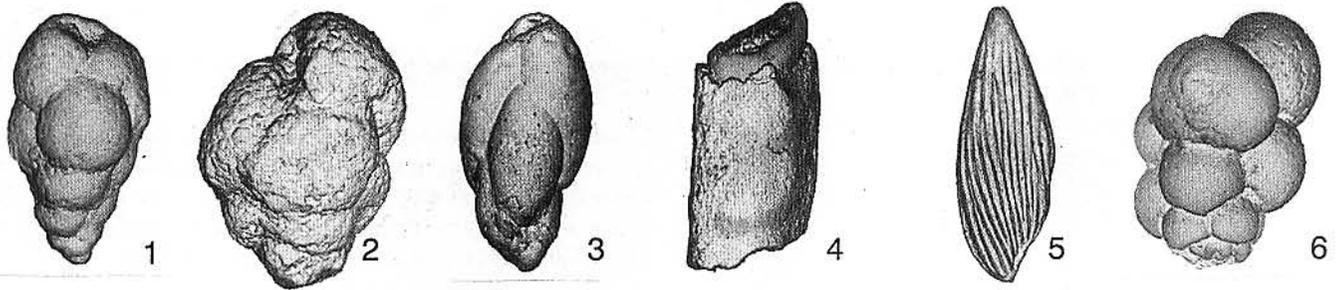
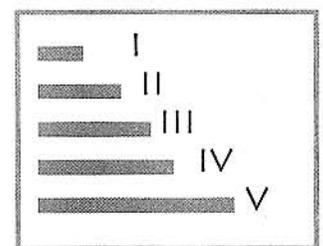


Lámina 3



***Guembelitra cretacea* ? Cushman**

Lámina 3, Figura 6

*Guembelitra cretacea* Cushman, 1933b, Pl. 4, Fig. 12.*Guembelitra cretacea* Cushman, Caron, 1985, Pl. 24, Figs. 1-2.*Guembelitra cretacea* Cushman, Martínez, 1987, Pl. 3, Fig. 20.

Comentarios: Molde interno en piritita (en las muestras GS-1A y GS-3A) en el que los detalles de la apertura no están preservados. La especie ocurre en las lodolitas de la Fm. Colón en la cuenca Cesar-Ranchería (zona de *Globotruncana aegyptiaca* a *Abathomphalus mayaroensis*, Martínez, 1987), y en la Fm. Mito-Juan de la cuenca del Catatumbo (Cushman y Hedberg, 1941).

***Rugoglobigerina rugosa* (Plummer)**

Lámina 3, Figura 7

*Rugoglobigerina rugosa* Plummer, 1926, Pl. 2, Fig. 10.*Rugoglobigerina rugosa* (Plummer), Caron, 1985, Fig. 34.9-10.*Rugoglobigerina rugosa* (Plummer), Martínez, 1987, Pl. 3, Fig. 4.

Comentarios: Molde interno en piritita en la muestra GS-3A. Ocurre también en la Fm. Colón de la cuenca Cesar-Ranchería (zona de *Globotruncana aegyptiaca* a *Abathomphalus mayaroensis*, Martínez, 1987) y globalmente entre las zonas de *Globotruncana elevata* y *A. mayaroensis* (Campaniano a Maastrichtiano, Caron, 1985).

***Pseudoguembelina palpebra* Brönnimann y Brown**

Lámina 3, Figura 8

*Pseudoguembelina palpebra* Brönnimann y Brown, 1953, Fig. 9-10.*Pseudoguembelina palpebra* Brönnimann y Brown, Caron, 1985, Fig. 24.18-19.*Pseudoguembelina palpebra* Brönnimann y Brown, Martínez, 1987, Pl. 3, Fig. 17.

Comentarios: Espécimen piritizado de la muestra GS-2. En la Fm. Colón de la cuenca Cesar-Ranchería, y globalmente, ocurre entre las zonas de *Globotruncana aegyptiaca* a *Abathomphalus mayaroensis* (Martínez, 1987; Caron, 1985, Nederbragt, 1991).

***Heterohelix* sp.**

Lámina 3, Figura 9

Comentarios: Se halló como espécimen piritizado en la muestra GS-1A. Especímenes de *Heterohelix* sp., también se hallaron en sección delgada en el Gr. Guadalupe (muestras IM-71/88 y IM-70/88).

***Cytherelloidea* sp. A**

Lámina 3, Figura 10

Comentarios: Se halló como molde interno en piritita en la muestra GS-1A.

***Cytherelloidea* sp. B**

Lámina 3, Figura 12

Comentarios: Se halló como molde interno en piritita en la muestra GS-1A.

***Cytherella* sp.**

Lámina 3, Figura 11

Comentarios: Se halló como molde interno en piritita en la muestra GS-1A.

***Paracypris* sp. A**

Lámina 3, Figura 13

Comentarios: Se halló como molde interno en piritita en la muestra GS-1A.

***Paracypris* sp. B**

Lámina 3, Figura 14

Comentarios: Se halló como molde interno en piritita en la muestra GS-1A.

**AGRADECIMIENTOS**

La versión preliminar de este artículo fue elaborada cuando el autor laboraba en Ingeominas. Las tareas de campo no hubieran sido posible sin la colaboración de Gustavo Sarmiento, Francisco Zambrano y Giancarlo Renzoni y el apoyo logístico de Ingeominas (trabajo de campo, microscopía electrónica, etc.). El autor agradece a Luis Sarmiento, Gustavo Sarmiento, Luis Vergara, Eduardo Koutsoukos, y Francia Galea por revisiones cuidadosas de este artículo y a Reinhard Gaupp (Mainz University) por interesantes discusiones sobre aspectos diagenéticos. Luis Vergara amablemente cedió las fotografías de las muestras 051294-01, -02, y -08. Este trabajo es una contribución al programa EVANESA (Eventos Anóxicos del Norte de Suramérica) coordinado por el ICP (contribución 01/94).

**REFERENCIAS**

- Bolli, H. M., Beckmann, J. P., y Saunders, J. B. *Benthic foraminiferal biostratigraphy of the south Caribbean region*. Cambridge University Press, 1 - 408.
- Brett, C. E., y Baird, G. C., 1986. "Comparative taphonomy: A key to paleoenvironmental interpretation based on fossil preservation", *Palaiois*, 1 (3): 207 - 227.
- Brönnimann, P., y Brown, N. K., 1953. "Observations on some planktonic foraminifera from the Upper Cretaceous of Cuba", *Contr. Cushman Lab. Foram. Res.*, 4 (4): 150 - 156.
- Brotzen, F., 1936. "Foraminifera aus dem schwedischen untersten senon von Eriksdal in Schonen", *Ser. Geol. Undersok.*, 30 (3): C (396): 1 - 126.

- Bürgl, H., 1957. "Bioestratigrafía de la Sabana de Bogotá y sus alrededores", *Bol. Geol., Ingeominas*, 5 (2): 113 - 185.
- Caron, M., 1985. "Cretaceous planktonic foraminifera", En: Bolli, H. M., Saunders, J. B., y Perch-Nielsen, K. (eds.) *Plankton Stratigraphy*, Cambridge University Press, 17-86.
- Choquette, P. W., y Pray, L., 1970. "Geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates", *Amer. Assoc. Petr. Geol. Bull.* 54: 207 - 250.
- Cole, W. S., 1938. "Stratigraphy and micropaleontology of two deep wells in Florida", *Geol. Survey Bull.* 16 (73): 12.
- Cushman, J. A., 1930. "Notes on some Foraminifera from Venezuela and Colombia", *Cushman Lab. Foram. Res.*, 6: 68 - 69.
- Cushman, J. A., 1931. "A preliminary report on the Foraminifera of Tennessee", *Tennessee Div. Geol., Bull.* 41: 5 - 112.
- Cushman, J. A., 1933a. "New American Cretaceous Foraminifera", *Contr. Cushman Lab. Foram. Res.*, 14 (1): 2 - 28.
- Cushman, J. A., 1933b. "Cretaceous species of *Guembelina* and related genera", *Contr. Cushman Lab. Foram. Res.*, 9: 49 - 64.
- Cushman, J. A., 1936. "Notes on some American Cretaceous Frondicularia", *Contr. Cushman Lab. Foram. Res.*, 12: 11 - 22.
- Cushman, J. A., 1942. "The foraminifera of the Tropical Pacific collections of the «Albatross», 1899-1900", Part 3. Heterohelicidae and Buliminidae, *US Natl. Museum Bull.*, 161 (3): 67.
- Cushman, J. A., y Church, C. C., 1929. "Some Upper Cretaceous foraminifera from near Coalinga, California", *Calif. Acad. Sc., Proc. ser. 4*, 18 (16): 497 - 530.
- Cushman, J. A. y Hedberg, H. D., 1930. *Contr. Cushman Lab. Foram. Res.*, 6 (68).
- Cushman, J. A. y Hedberg, H. D., 1941. "Upper Cretaceous foraminifera from Santander del Norte, Colombia S. A.", *Contr. Cushman Lab. Foram. Res.*, 17 (23): 79 - 100.
- Cushman, J. A., y Parker, F. L., 1935. "Some American Cretaceous Buliminidae", *Contr. Cushman Lab. Foram. Res.*, 11 (4): 96 - 101.
- Cushman, J. A., y Waters, J. A., 1927. "Some arenaceous Foraminifera from the Upper Cretaceous of Texas", *Cushman Lab. Foram. Res.*, 2: 81 - 85.
- Dietrich, W. O., 1935. "Zur Stratigraphie der kolumbianischen Ostkordillere", *Zentralb. Mineral., Geol. & Paläont.*, B: 74 - 82.
- Föllmi, K., Garrison, R., Ramírez, P., Zambrano, F., Kennedy, W. J., y Lehner, B., 1992. "Cyclic phosphate-rich successions in the Upper Cretaceous of Colombia", *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.*, 93: 151 - 182.
- Grzybowski, L., 1898. "Otwornice pokladow naftonosnych okolicy Krosna", *Rozprawy Wyd. Matemat.-przyrod., Akad. Umiejjet. Krakowie*, ser. 2 (33): 257 - 305.
- Hag, B. U., Hardenbol, J., y Vail, P. R., 1987. "Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic", *Science*, 235: 1156 - 1167.
- Hubach, E., 1957. "Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores", *Bol. Geol. Ingeominas*, 5 (2): 93 - 112.
- Kaminski, M. A., Gradstein, F. M., Berggren, W. A., Geroch, S., y Beckmann, J. P., 1988. "Flysch-type foraminiferal assemblages from Trinidad: Taxonomy, stratigraphy and paleobathymetry", *Abh. Geol., Band* 41: 155 - 227.
- Karsten, H., 1858. "Über die geognostischen Verhältnisse des westlichen Columbien", *Der heutigen Republiken Neu-Granada un Ecuador, Deutsch. Naturforsch. Ärzte Wien, Amtl. Ber.*, 32: 80 - 117.
- Koutsoukos, A. M., y Bengtson, P., 1993. "Towards an integrated Biostratigraphy of the upper Aptian-Maastrichtian of the Sergipe basin, Brazil", *Docum. Lab. Géol. Lyon*, 125: 241 - 262.
- Loeblich, A. R., y Tappan, L., 1988. *Foraminifera Genera and their Classification*, Van Nostrand Reinhold, 1059 pp.
- Martínez, J. I., 1987. *Foraminiferal biostratigraphy and sea level changes of the Maastrichtian Colon mudstones of northern South America Molino River section, Colombia*, MSc. thesis. University of Hull, Inglaterra, 98 pp.
- Martínez, J. I., 1988. "Micropaleontología de las secciones: Barbosa-Arcabuco-Tibasosa, Los Medios, Villa de Leyva y Ubaté", *Ingeominas* (informe inédito).
- Martínez, J. I., 1989a. "Siphogenerinoides spp. y el límite Campaniano-Maastrichtiano en el norte de Suramérica", *V Congreso Colombiano de Geología*, Bucaramanga, Memoria 1: 50 - 60.
- Martínez, J. I., 1989b. "Foraminiferal biostratigraphy and paleoenvironments of the Maastrichtian Colon mudstones of northern South America", *Micropaleontology*, 35 (2): 97 - 113.

- Martínez, J. I., 1990. "Estratigrafía de la Plancha 227", *Ingeominas* (informe inédito), 163 pp.
- McLaughlin, D. H., y Arce, M., 1975. "Mapa geológico del cuadrángulo Zipaquirá (K11, Colombia)", *Ingeominas*, escala 1:100.000.
- Nederbragt, A. J., 1991. "Late Cretaceous biostratigraphy and development of Heterohelicidae (planktic foraminifera)", *Micropaleontology*, 37 (4): 329 - 372.
- Petters, V., 1955. "Development of Upper Cretaceous foraminiferal faunas in Colombia", *J. Paleont.* 29 (2): 212 - 225.
- Plummer, H. J., 1926. "Foraminifera of the Midway Formation in Texas", *Texas University Bull.* 2644: 126 - 127.
- Raiswell, R., Whaler, K., Dean, S., Coleman, M. L., y Briggs, D. E. G., 1993. "A simple three-dimensional model of diffusion-with-precipitation applied to localised pyrite formation in framboids, fossils and detrital iron minerals", *Marine Geology*, 113: 89 - 100.
- Revs, S. A., 1988. "The foraminiferal toothplate, a review", *J. Micropalaeontology*, 12 (2): 155 - 168.
- Sarmiento, G., 1992a. "Palinología de la Fm. Guaduas, Estratigrafía y sistemática", *Bol. Geol. Ingeominas*, 32: 1 - 3.
- Sarmiento, G., 1992b. "Estratigrafía y medios de depósito de la Formación Guaduas", *Bol. Geol. Ingeominas*, 32: 1 - 3.
- Shelton, J. W., 1964. "Authigenic kaolinite in sandstone", *J. Sed. Petrol.*, 34 (1): 102 - 111.
- Sliter, W. V., 1968. "Upper Cretaceous foraminifera from southern California and northwest Baja California", Mexico, *Paleont. Contr. Univ. Kansas*, 49 (7): 1 - 141.
- Stone, B., 1946. "*Siphogenerinoides* Cushman (order Foraminifera, family Buliminidae)", *J. Paleontol.* 20: 463 - 478.
- Ten Dam, 1948. "Las especies del género *Epistomina* Terquem, 1883", *Inst. Francais Petrole Rev.*, 3: 161 - 170.
- Vergara, L., 1994. *Stratigraphic, micropaleontologic and organic geochemical relations in the Cretaceous of the Upper Magdalena Valley, Colombia*, PhD thesis, Giessen University: 1 - 235.
- Whatley, R., 1991. "The platycopid signal: a means of detecting kenoxic events using Ostracoda", *J. Micropalaeont.*, 10 (2): 181 - 185.