

Interpretación paleoambiental de depósitos del límite Cretácico/Paleógeno (K/Pg) en Sierra del Rosario, Cuba occidental

Palaeoenvironmental interpretation of some deposits of the Cretaceous/Paleogene (K/Pg) limit in Sierra del Rosario, Western Cuba

Wilmer Pérez-Gil¹, Jorge Luis Cobiella-Reguera¹, Henry Rodríguez-Cárdenas¹

¹Universidad de Pinar del Río, Cuba.

Resumen

La formación Cacarajícara constituye uno de los depósitos de origen catastrófico asociados al límite Cretácico/Paleógeno en Cuba occidental. Con la finalidad de contribuir al esclarecimiento de las condiciones de deposición de los materiales evidencia tras el impacto del asteroide de Chicxulub a finales del Cretácico, en este artículo se precisan las características sedimentológicas de los materiales presentes en tres afloramientos poco conocidos de la referida formación. Se aplicaron varios métodos: revisión bibliográfica, trabajo de campo y descripción megascópica de rocas, que incluye el análisis petrográfico y micropaleontológico de sus componentes. Como resultado se obtiene una aproximación más precisa a las condiciones de deposición de estos materiales tras el impacto y su implicación con los eventos geológicos posteriores, revelando con determinado acierto una interpretación de las condiciones paleoambientales existentes a partir del estudio de los procesos sedimentarios advertidos.

Palabras clave: formación Cacarajícara; microfósiles; evidencias de impacto; paleoambiente.

Abstract

One of catastrophic origin deposits associated with the Cretaceous / Paleogene limit in Western Cuba is the Cacarajícara formation. The sedimentological characteristics of the materials present in three no very

visible outcrops of the mentioned formation are specified in the article with the purpose of clarifying the deposition of materials, after the impact of the Chicxulub asteroid at the end of the Cretaceous. Several methods were applied: bibliographic review, field work and megascopic description of rocks, which includes the petrographic and micropaleontological analysis of its components. As a result, a more exact approximation to the deposition conditions of these materials after the impact was obtained and its relation with the geological events, which revealed an interpretation of the existing palaeoenvironmental conditions from the study of the sedimentary processes.

Keywords: Cacarajícara Formation; microfossils; evidence of impact; palaeoenvironment.

1. INTRODUCCIÓN

La formación Cacarajícara, en la Sierra del Rosario, está constituida por los depósitos del límite Cretácico/Paleógeno (K/Pg), testimonio de los eventos relacionados con el impacto del asteroide de Chicxulub. Hatten (1957), Brönnimann y Rigassi (1963), Pszczólkowski (1978, 1986) fueron los primeros en describir esta unidad. El último de los autores mencionados la describe como una megaturbidita calcárea. Por su parte, Gil-González y otros investigadores (1998) realizan un estudio cuantitativo de la composición bioclástica de los depósitos del Maastrichtiano Superior de la formación Cacarajícara en Sierra del Rosario. Cobiella-Reguera (1998) y Cobiella-Reguera y demás colaboradores (2000) plantean que la brecha parece ser un depósito de flujo de detritos, donde se mezclan materiales jóvenes de aguas someras del Cretácico Superior, con otros más antiguos de aguas más profundas.

Un grupo de investigación cubano-japonés (Kiyokawa *et al.* 2002; Tada *et al.* 2002, 2003) corrobora las características caóticas de estos depósitos y su vinculación con el evento meteórico. Ramos-Pineda (2013) profundiza acerca de la composición del material clástico a partir de un análisis petrográfico para la observación de la relación matriz-componente de la roca. Cobiella-Reguera y demás investigadores (2015) dividen la formación Cacarajícara en dos: la parte basal como un depósito de flujo gravitacional y la parte superior como un depósito de grainstones y mudstones (homogenita).

Con el objetivo de esclarecer las condiciones paleoambientales existentes, el presente trabajo incluye una descripción megascópica de muestras, cuyo

análisis petrográfico y el estudio de las taxas de microfósiles, registradas para este episodio geológico en tres afloramientos de la formación Cacarajícara, permitieron una caracterización sedimentológica más precisa.

1.1. Ubicación geográfica

Los afloramientos estudiados pertenecen a la formación Cacarajícara, que se localiza cerca de la comunidad Las Terrazas en la hoja topográfica 3684-IV-c, escala 1:25000 Sierra del Rosario. Limita con los municipios de Candelaria y Guanajay, provincia de Artemisa. Se ubica a 60 km al oeste de la ciudad de La Habana y a 100 km aproximadamente de Pinar del Río. Las tres secciones donde afloran depósitos de la formación Cacarajícara son: 1) La Serafina, 2) Las Peladas, y 3) Río Pedernales, que aunque forman parte de mantos tectónicos, conservan su contexto estratigráfico original. La ubicación geográfica de los afloramientos se puede observar en la Figura 1.

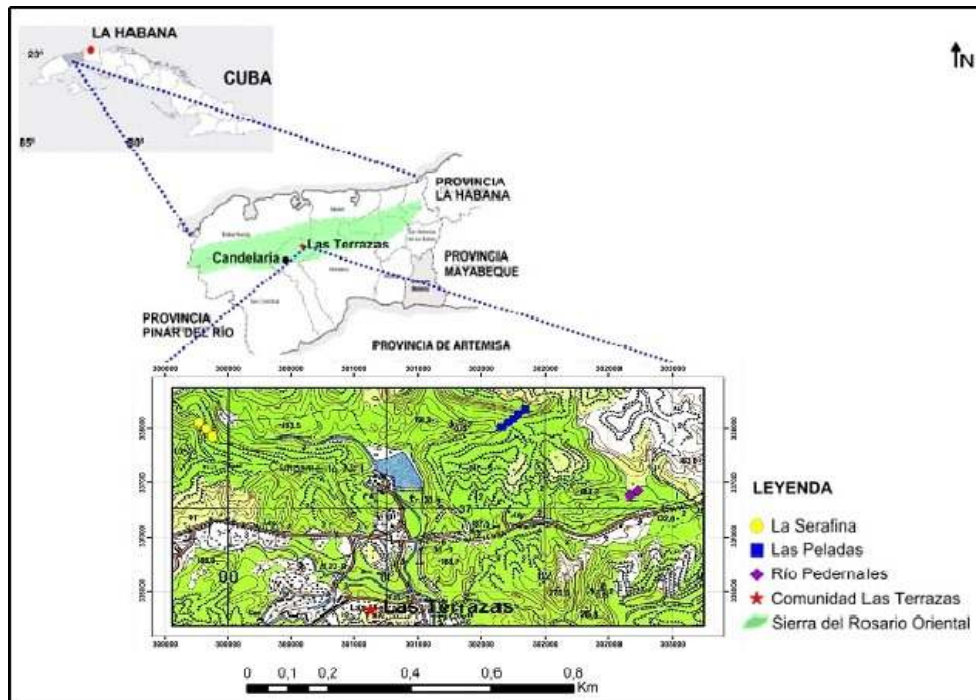


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

1.2. Situación geológica

Desde el punto de vista geológico, la Sierra del Rosario está dividida en dos paquetes de nappes: meridionales y septentrionales, con cortes estratigráficos que difieren en ciertos niveles y son similares en otros, evidenciando que las rocas que los constituyen se acumularon no muy lejos entre sí.

La tectónica del área es bastante compleja, caracterizada por la presencia de melanges, nappes y mantos de sobrecorrimientos, resultado de la compresión durante la orogenia cubana. El corte estratigráfico de la región se caracteriza por el desarrollo de formaciones del Jurásico Medio-Superior al Eoceno Medio parte baja, representadas en su interior por depósitos terrígenos (formación San Cayetano), que ascienden en el corte y se van tornando cada vez más carbonatados (formaciones Artemisa, Polier, Carmita, Cacarajícara) hasta volver a tornarse terrígenos olistostrómicos hacia el final del corte (formación Manacas). La estratigrafía de la Sierra del Rosario ha sido subdividida en cinco secuencias: 1. Jurásico Medio y Superior (Oxfordiano medio), 2. Oxfordiano medio-Cenomaniano (localmente Turoniano?), 3. Campaniano, 4. Maastrichtiano superior (o límite K/T), 5. Paleoceno Superior-Eoceno Inferior, de desigual duración, separadas entre sí por discordancias o cambios litológicos notables (Pszczólkowski 1994, 1999; Cobiella-Reguera *et al.* 2000).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La revisión bibliográfica se apoyó fundamentalmente en las investigaciones realizadas por los autores referidos. Se ejecutaron varios itinerarios a sitios donde afloran depósitos de la formación Cacarajícara, próximos a la comunidad Las Terrazas. En cada afloramiento se efectuaron descripciones litológicas, a nivel macroscópico, colectándose en total 34 muestras: La Serafina (16), Las Peladas (11), Río Pedernales (7), ofreciendo mayor confiabilidad a la investigación, y a su vez, corroborando el carácter gradacional de estos depósitos. La descripción macroscópica de las rocas se basó en el reconocimiento de elementos texturales característicos para cada afloramiento.

La confección de varios perfiles longitudinales a escala 1:100, 1:50 y 1:20 ofrece aspectos claves, como su posición estratigráfica respecto a las unidades infra y suprayacentes existentes. Las muestras colectadas fueron preparadas en el Laboratorio de preparación de muestras, adjunto al Departamento de Mineralogía y Petrografía del Instituto de Geología y Paleontología, en La Habana, donde se prepararon 29 secciones delgadas.

El análisis petrográfico del material permitió caracterizar los componentes de las rocas: bioclastos, litoclastos, matriz y materiales de eyecta (cuarzo de choque y esférulas). Se utilizó la clasificación de las calizas en el esquema propuesto por Dunham (1962). Para las descripciones paleontológicas fue empleada la clasificación establecida para las taxas de biozonas internacionales de foraminíferos planctónicos de Primoli Silva y Verga (2004), en las que se incluyen representantes de la microfauna

reportada en depósitos, cuyas edades se establecen desde el Albiano al Maastrichtiano tardío.

La información resultante destaca elementos valiosos sobre las condiciones paleoambientales y deposicionales imperantes tras los eventos de origen catastrófico. La integración de cada una de las observaciones fueron esenciales en la interpretación de las características sedimentológicas de esta unidad, permitiendo reconstruir, con bastante precisión, las condiciones paleoambientales imperantes tras el impacto del asteroide, en las cuales se depositaron las capas de la formación Cacarajícara presentes hoy en el occidente de Cuba.

2.1. Descripción general de los afloramientos

En el afloramiento La Serafina se observa el contacto discordante entre la formación Carmita, constituida por calizas bien estratificadas de color gris claro, con intercalaciones de pedernal de color negro y las brechas de la formación Cacarajícara, a través de una falla normal, con yacencia muy similar a la estratificación-cabalgamiento (Cobiella-Reguera *et al.* 2015).

De manera general, se observa un corte marcadamente gradacional, que va desde brechas, en su parte inferior, hasta una calcarenita de grano medio que transiciona a un material calcarenítico más fino. Sobre estas calcarenitas se advierten calcilimolitas de grano fino y coloración pardoverdosa en capas bien estratificadas, probablemente pertenecientes a la formación Manacas.

Los depósitos presentes en el sendero Las Peladas incluyen calizas bien estratificadas con intercalaciones de silicitas negras de la formación Carmita. Estas se disponen de manera discordante (contacto tectónico) bajo las brechas de la formación Cacarajícara, constituidas por bloques de hasta 4 m de diámetro, que incluyen numerosos clastos de pedernal negro de hasta 30 cm de diámetro. La irregularidad en el tamaño de los clastos sugiere una dinámica sedimentológica para varios episodios acumulativos. Existen áreas de fragmentos de pedernal original (*cluster*), embebidos en el corte, que evidencian la fragmentación de los materiales (*debris flow*) y la tendencia a la disminución del tamaño de los granos hacia el techo de la capa. Se observa laminación horizontal en el material calcarenítico transicionando a casi imperceptible o calcilutítico. La presencia de vetillas y grietas en la calcilutita sugiere proximidad a la formación Manacas (Figura 2).

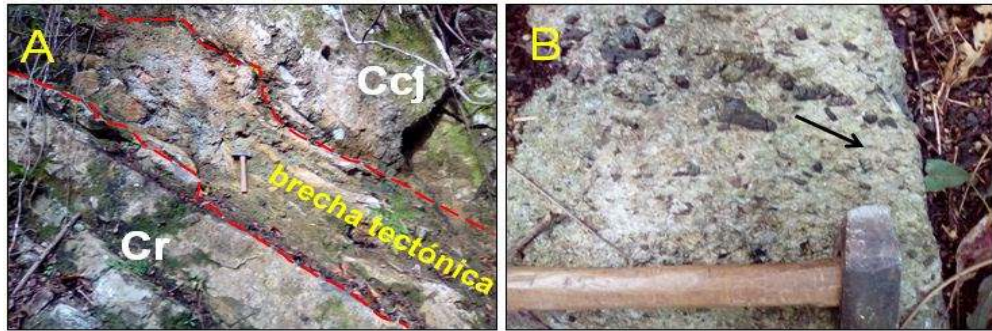


Figura 2. **A.** Contacto tectónico entre la formación Carmita (Cr) y la formación Cacarajícara (Ccj), a través de una falla normal (La Serafina). **B.** Bloque de calcirudita en Las Peladas, con flujo de material clástico (*debry flow*).

En río Pedernales se observan bloques aislados de hasta 3 m de diámetro, que afloran en las inmediaciones y sobre el lecho del río, se explica su presencia por fenómenos gravitacionales. Sobre el río, los bloques yacen encima de las capas pertenecientes a la formación Carmita, con ángulos que oscilan entre 45° y 60°. Por debajo de estas calizas se observan las silicitas de la formación Santa Teresa. Sobre las brechas se hallan depósitos laminados de calcarenita de grano medio a fino, bien estratificados. La posición del corte de Cacarajícara en este afloramiento se observa en el perfil A-C (Figura 3).

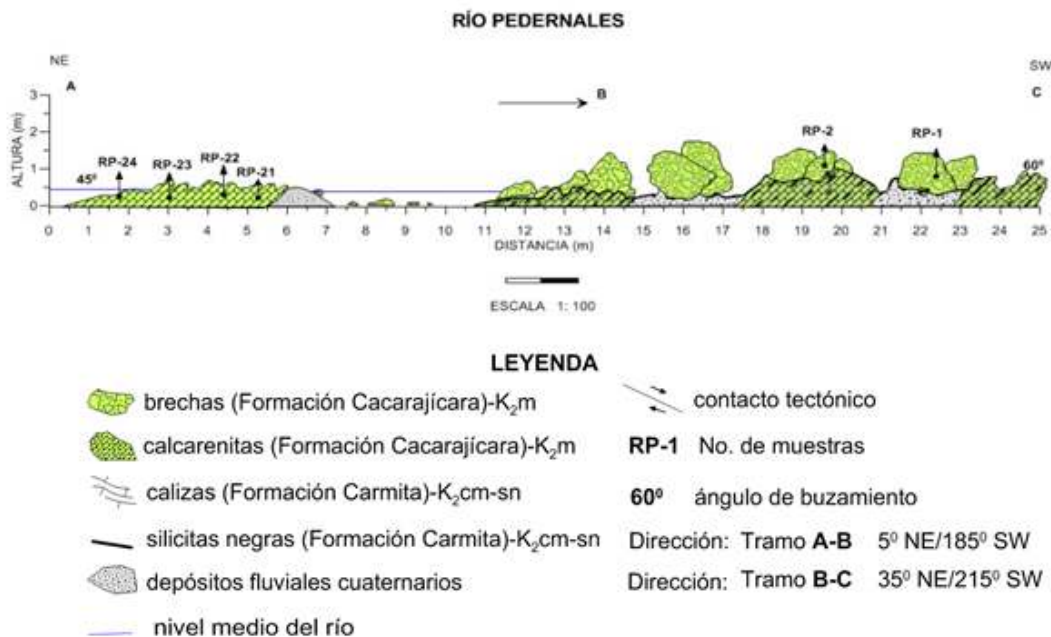


Figura 3. Perfil longitudinal A-C, afloramiento de la formación Cacarajícara (sección Río Pedernales).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Petrografía de la formación Cacarajícara en depósitos del límite K/Pg, Sierra del Rosario

Varietades petrográficas. Tipo textural de calizas

Fueron descritos los siguientes tipos texturales de rocas clástico-carbonatadas: a) packstones bioclástico, b) packstones intraesparítico, c) packstones intraclástico y recristalizado, d) wackstones, e) wackstones-packstones, f) wackstones-mudstones, g) mudstones calcáreo, h) mudstones intrabioclástico, con predominio de las variedades packstones bioclástico y wackstones (Figura 4), en tanto las variedades más finas (mudstones), son menos frecuentes o se hallan en transición con la segunda. Esto permitió una caracterización petrográfica general, describiéndose aspectos texturales y composicionales (porcentaje de matriz) en cada variedad.

La descripción fue posible mediante el empleo de la clasificación de Dunham (1962) para rocas carbonatadas. A continuación se hace una breve descripción de las variedades packstones bioclástico y wackstones.

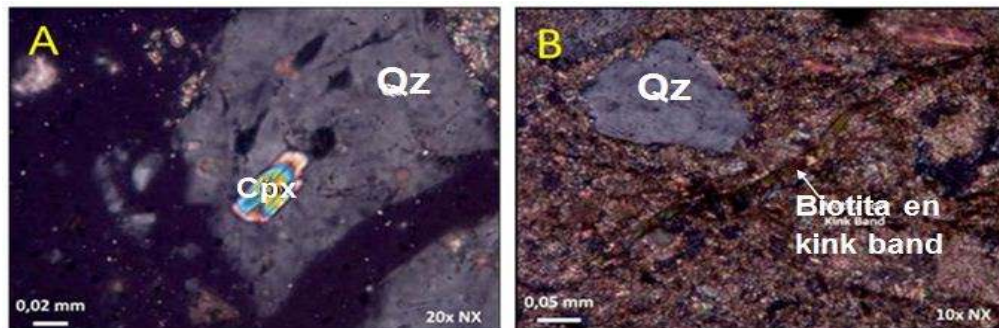


Figura 4. **A.** Variedad packstones bioclástico. Cristales de cuarzo (Qz), y clinopiroxeno (Cpx), en calciruditas (20x NX 0,02 mm). **B.** Variedad wackstones (micrita). Mica en cristales tabulares de tamaño pequeño (10x NX 0,05 mm). Pliegues de *kink band* biotita), en calcarenitas (Las Peladas).

a. Variedad packstones bioclástico

Mineralógicamente está compuesta por calcita microcristalina (micrita) en un 45-50 % con abundantes restos fósiles, fundamentalmente foraminíferos planctónicos, y otras formas menos abundantes. En este tipo de rocas se advierten grietas y vetillas con espesores de hasta 1,8 mm, rellenas de calcita micrítica. En ocasiones, los cristales de calcita pueden ser subhédricos entre 0,5-1,6 mm. El cuarzo se presenta en forma de cristales euhédricos de hasta 0,3 mm, de tamaño pequeño y generalmente aislados.

El cemento esparítico se presenta como matriz o rellenando moldes de fósiles. Son visibles fragmentos de plagioclasas, micas, óxidos e hidróxidos de hierro; generalmente en cristales pequeños. Se reconocen estructuras en forma de ooide (oositos) de 0,2 mm. Los bioclastos son abundantes, alcanzando hasta 0,8 mm, rellenos de esparita o calcita.

b. Variedad wackstones (micrita)

Cemento micrítico como principal componente de la roca. Cuarzo en forma euhédrica y cristales dispersos de hasta 0,2 mm. Calcita no muy abundante, en cristales subhédricos de hasta 0,2 mm. Mica en cristales tabulares de tamaño pequeño (0,05 mm). Se advierten pliegues de kink band presentes en el clinopiroxeno.

3.2. Caracterización petrográfica general de depósitos del límite K/Pg en la formación Cacarajícara

En las rocas de esta unidad están representadas fundamentalmente las variedades packstones bioclástico y wackstones, de constitución micrítica y esparítica; incluye numerosos bioclastos microesparíticos recristalizados, entre ellos fragmentos de testas foraminíferos planctónicos, esporádicas formas bentónicas, fragmentos de rudistas, radiolarios recristalizados, sobre todo las formas espumeláricas, así como bivalvos, ostrácodos y material coralino (seis muestras). Se presentan algunos pithonélidos, de contornos redondeados, alargados u ovals (diez muestras), aunque en general estas son escasas y puntuales. Se observa una estructura interna grosera y cierta orientación de los minerales, sobre todo en las variedades más finas, como wackstones y mudstones (cuatro muestras), así como vetillas finas de calcita blanca (siete muestras), que se cortan en varias direcciones. En los mudstones persisten rasgos muy similares a las secciones, donde predomina el wackstones micríticos. En ciertos casos la matriz se encuentra parcialmente recristalizada a esparita fina (once muestras). La presencia de cristales de plagioclasas, micas (sericita) y clinopiroxenos no superan el 3 %, mientras que los óxidos e hidróxidos de hierro se presentan hasta un 10 %, excepto casos donde pueden llegar hasta al 20 % (tres muestras).

3.3. Caracterización bioestratigráfica en depósitos de la formación Cacarajícara

Las secciones delgadas contienen una abundante microfauna, especialmente de foraminíferos que constituye el grupo más valioso para la bioestratigrafía del Cretácico Superior. El esquema bioestratigráfico empleado en esta investigación es el propuesto por Primoli Silva (2004),

para la biozonación de taxas de foraminíferos planctónicos. A partir del contenido de este grupo, presentes en muestras de dicha unidad, se precisan al menos en lo referente a estos afloramientos, las siguientes taxas:

Miembro inferior de calciruditas: *Archaeoglobigerina* (cinco muestras); *Heterohélix* (ocho muestras); *Macroglobigerinelloides* (seis muestras); *Abathomphalus mayaroensis* (una muestra, Figura 5a); *Globotruncana* (dos muestras); *Globotruncanella* (dos muestras); *Globotruncanita* (dos muestras); *Pseudoguembelina* (dos muestras); *Pseudotextularia* (una muestra); *Rugoglobigerina sp.* (seis muestras); *Gansserina gansseri* (una muestra); *Ticinella* (seis muestras); *Muricohedbergella* (nueve muestras); *Guembelitra cretácea* (una muestra).

Miembro intermedio de calcarenitas: *Archaeoglobigerina* (una muestra, Figura 5b); *Heterohélix* (8 muestras); *Globotruncana* (dos muestras); *Globotruncanita* (dos muestras); *Biticinella* (dos muestras); *Muricohedbergella* (una muestra); *Macroglobigerinelloides* (cuatro muestras); *Pseudoguembelina* (una muestra); *Pseudotextularia* (una muestra); *Racemiguembelina* (una muestra); *Rugoglobigerina* (dos muestras); *Gansserina gansseri* (una muestra); *Ticinella* (siete muestras).

Miembro superior de calcilutita: *Heterohélix* (dos muestras); *Macroglobigerinelloides* (2 muestras); *Pseudoguembelina* (una muestra); *Ticinella* (una muestra).

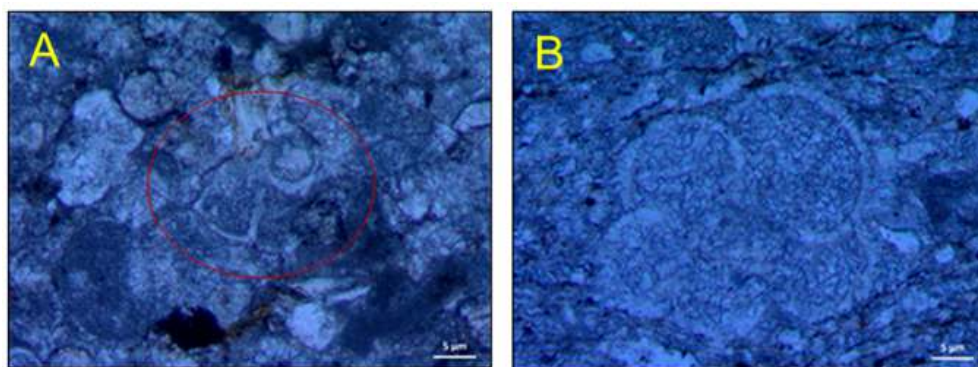


Figura 5. **A.** *A. mayaroensis* (SF-8; 5µm), en calciruditas, La Serafina. **B.** *Archaeoglobigerina blowi* (DH-18; 5µm), en calcarenitas, Las Peladas.

3.4. Evidencias de impacto y material de eyecta

El impacto del asteroide generó partículas reportadas en diferentes localidades del occidente y centro de Cuba. En estudios precedentes realizados en la formación Cacarajicara se registran esférulas alteradas en

la parte basal de esta unidad (miembro inferior de calciruditas), así como en su parte superior (miembro intermedio de calcarenitas) (Ramos-Pineda 2013 y Cobiella-Reguera *et al.* 2015). En tanto, el cuarzo de choque se encuentra distribuido en todo el corte, fundamentalmente en el miembro de brechas. Por su parte, los granos de eyecta vítrea, alterada a clorita (esmectita), son frecuentes en las calciruditas, aunque también se reportan en las calcarenitas (Ramos-Pineda 2013).

En esta investigación se corrobora lo expuesto por estos autores y se precisa el hallazgo de esférulas rellenas de material esparítico, que forma parte de la matriz de la roca. El cuarzo de choque se distribuye, principalmente, en las calciruditas, de forma microlítica, con fracturas paralelas, en ocasiones recristalizadas; estas en forma de matriz y mezclada con la calcita (Figura 6). Las escamas o material esmectítico se observan en su mayoría mezcladas con óxidos de hierro. Dicho comportamiento se advierte para las micas y los clinopiroxenos, estos últimos deformados en pliegues de kink band.

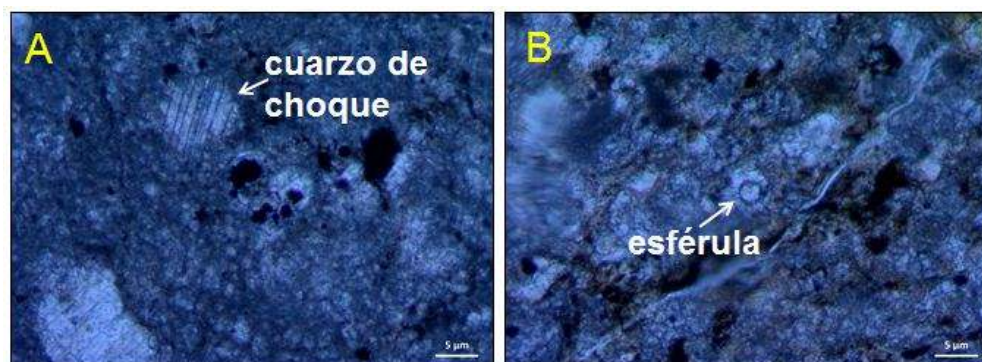


Figura 6. **A.** Cuarzo de choque en calcarenita de grano fino, Las Peladas. **B.** Esférula rellena de esparítica en calcirudita (5 µm), La Serafina.

3.5. Consideraciones paleoambientales de los sedimentos del límite K/Pg para depósitos de Cuba occidental

Los datos obtenidos permiten sugerir una dinámica sedimentológica que acaeció, de manera instantánea, dentro de una cuenca activa de plataforma de ambiente deposicional nerítico externo, de bajos retroarrecifales a hemipelágico. Probablemente la ocurrencia de diferentes episodios de energía variable a alta trajo como consecuencia la mezcla de fósiles propios de ambientes de restricción pelágica con otros de plataforma externa o próxima a esta.

Lo anterior presupone irregularidad en las condiciones del fondo donde la energía mecánica jugó un papel esencial en la deposición brusca de materiales. En una primera etapa predominó el movimiento turbulento, la

acumulación rápida, seguido de episodios más tranquilos y prolongados, con deposición más acentuada. La microfauna reportada sugiere condiciones próximas al pie del talud, donde probablemente ocurrió parte de la acumulación de estos depósitos. La biota está integrada por una gran variedad de formas planctónicas, escasas formas bentónicas, bivalvos, moluscos del tipo rudistas, algas y representantes de ambientes aún más profundos, fundamentalmente radiolarios. Son escasos los foraminíferos grandes u orbitoidales.

Estos hechos, unido a la presencia de restos de bivalvos y moluscos del tipo rudista, indican la existencia de fondos con buena oxigenación. Lo anterior puede vincularse a una alta productividad biológica dado el hallazgo de material coralino. Esta orictocenosis sugiere una profundidad del fondo que se corresponde con un ambiente característico de facies neríticas. La presencia de macrofauna o comunidades de organismos superiores (*ammonoideos* y *aptychus*) es inexistente.

La deposición, en el caso de los materiales más gruesos (brechas), ocurrió de forma instantánea, probablemente a través de flujos turbidíticos. Se supone que estos ocurrieron mediante pulsaciones o episodios diferenciados. Estos materiales se estiman que provienen de ambientes de aguas más profundas, los que se fueron fracturando en porciones más pequeñas, mezclándose en el sedimento aún no consolidado (*debry flow*). La acumulación de materiales sucedía con carácter siempre decreciente. Por su parte, los materiales más finos (homogenita) se presentan laminados, dispuestos horizontalmente, depositados en condiciones de densos flujos supracríticos (nubes de materiales en suspensión) más tranquilos, en períodos más prolongados, donde al parecer aún imperaban las condiciones de gran perturbación del fondo. La siguiente ilustración permite reconstruir teóricamente la dinámica sedimentológica tras el impacto del asteroide (Figura 7).

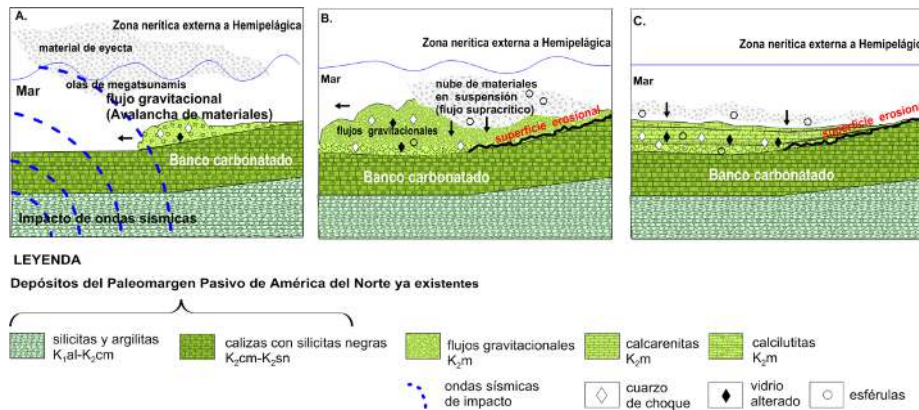


Figura 7. Dinámica sedimentológica y deposición de materiales tras el impacto. **A.** Arribo de ondas sísmicas y acumulación de flujos gravitacionales. **B.** Grandes olas de tsunamis, erosionando el fondo de la plataforma carbonatada, con acumulación de sedimentos en suspensión. **C.** Redeposición de partículas más finas en suspensión (homogenita).

3.6. Implicaciones de los resultados para la interpretación paleoambiental

La deposición de los sedimentos constituyó un elemento súbito en la modificación del relieve dominante, pues la energía liberada tras el impacto del asteroide en la plataforma de Yucatán produjo la destrucción de los bancos carbonatados de aguas someras y profundas ya existentes. Dichos materiales se acumularon en cuencas receptoras activas, preservando las capas pertenecientes a la parte baja del Maastrichtiano y estos, a su vez, por debajo de las capas del Daniano Inferior (Cobiella-Reguera *et al.* 2015). Los datos obtenidos en la presente investigación permiten esclarecer con mayor detalle en episodios puntuales las condiciones paleoambientales en las que se acumularon las rocas de la formación Cacarájicara, documentados en algunos depósitos presentes en la Sierra del Rosario Oriental, Cuba occidental.

En el caso de los depósitos de la formación Cacarájicara estos se encuentran discordantemente, en gran parte, sobre rocas del Paleomargen de América del Norte, fundamentalmente del Cenomaniano. El marcado carácter tectónico del contacto de las rocas del K/Pg se evidencian entre las brechas de la parte inferior de dicha formación y las capas de calizas, bien estratificadas, con intercalaciones de silicitas negras pertenecientes a la formación Carmita, de edad Albiano-Cenomaniano, cuya microfauna fósil presupone que estos sedimentos se acumularon en un ambiente pelágico de aguas profundas.

El equivalente de la formación Cacarajícara en los cortes de la Sierra de los Órganos es la formación Moncada (Tada *et al.* 2002, 2003). Estas rocas contienen taxas con una mezcla de fósiles del Campaniano al Maastrichtiano, comprobándose el típico coctel paleontológico (Bralower *et al.* 1998). En los afloramientos visitados pertenecientes a la formación Cacarajícara se detectó la presencia de formas del Maastrichtiano Tardío, con paleofauna que va desde el Albiano, especialmente del Coniaciano-Campaniano. Este amplio rango de edades identificado en la paleofauna sugiere el probable límite K/Pg. Se destacan las formas *Abathomphalus mayaroensis*; *Globotruncanella sp.*, *Globotruncana cf.*; *Globotruncanita stuartiformis*; *Rugoglobigerina sp.*; *Racemiguembelina fructicosa*. Estas formas planctónicas confirman lo expuesto por Pszczólkowski (1994-1999), al referirse a las taxas identificadas para la parte alta del Maastrichtiano en la Biozona *Abathomphalus mayaroensis*.

4. CONCLUSIONES

- Se corrobora el carácter gradacional de la formación Cacarajícara, documentadas en algunos afloramientos presentes en la Sierra del Rosario, provincia de Artemisa. La composición de las rocas incluye litoclastos y bioclastos carbonatados, litoclastos metamórficos e ígneos de variados tamaños. A su vez, existen minerales detríticos como cuarzo, mica, plagioclasas y óxidos e hidróxidos de hierro en menor porcentaje. Además, predominan los materiales de composición carbonatada, especialmente formando matriz en las rocas.
- La eyecta, sobre todo el cuarzo de choque y las esférulas, se presenta como la principal evidencia de impacto, en tanto el material esmectítico aparece esporádicamente en todo el corte.
- El análisis petrográfico en secciones delgadas indica la existencia de diferentes variedades texturales de calizas, predominando las variedades packstones bioclástico y el wackstones de matriz micrítica; en tanto las variedades más finas (mudstones), menos frecuente, transicionan a wackstones, según la clasificación de Dunham (1962) para rocas carbonatadas.
- El registro paleontológico sugiere un ambiente de deposición que se corresponde con una cuenca activa de plataforma de ambiente deposicional nerítico externo a hemipelágico.

5. REFERENCIAS

- Bralower, T. J.; Paull, C. K. y Mark, R. 1998: The Cretaceous-Tertiary boundary cocktail: Chicxulub impact triggers margin collapse and extensive sediment gravity flows. *Geology*, 26(4): 331-334.
- Brönnimann, P. y Rigassi, D. 1963: Contribution to the geology and paleontology of the area of the city of La Habana, Cuba, and its surroundings. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 56(1): 193-480.
- Cobiella-Reguera, J. L. 1998: Los melanges de Sierra del Rosario, Cuba occidental. Tipos e importancia regional. *Minería y Geología*, 15(2): 3-9.
- Cobiella-Reguera, J. L.; Gil-González, S.; Hernández-Escobar, A. y Díaz-Díaz, N. 2000. Estratigrafía y tectónica de la Sierra del Rosario, Cordillera de Guaniguanico, Cuba occidental. *Minería y Geología*, 17(1): 5-15.
- Cobiella-Reguera, J. L.; Cruz, E. M.; Blanco, S.; Pérez, L.; Gil-González, S. y Pedraza, Y. 2015: Cretaceous/Paleogene boundary deposits and paleogeography in western and central Cuba. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 32(1): 156-176.
- Gil-González, S.; Echevarría-Hernández, B.; Torres-Silva, A. y García-Delgado, D. 1998: Estudio cuantitativo de la composición bioclástica de los depósitos del Maastrichtiano Superior de la Sierra del Rosario, Cuba occidental. En: Geología y Minería '98. Memorias II. La Habana: Cuba, p. 301-303.
- Hatten, C. W. 1957: Geologic report on Sierra de los Órganos. (Inédito). La Habana: Fondo Geol. MINBAS.
- Kiyokawa, S.; Tada, R.; Iturralde-Vinent, M. A.; Masui, T.; Tajika, E.; Garcia, D.; Oji, T.; Nakano, Y.; Goto, H.; Takayama, H. and Rojas-Consuegra, R. 2002: More than 700-m-thick Cretaceous-Tertiary boundary sequence of the Cacarajícara Formation, western Cuba; Ejecta induced high-energy flow deposit. In: Koeberl, C. and MacLeod, K. G. (eds.). *Catastrophic Events and Mass Extinctions: Impacts and Beyond*. Boulder, Colorado: Geological Society of America Special Paper 356: 125-144.
- Pszczólkowski, A. 1978: Estudio Cuantitativo de la composición bioclástica de los depósitos del Maastrichtiano Superior de la Sierra del Rosario, Cuba occidental. En: Geología y Minería '98. Memorias II. La Habana: Cuba.
- Pszczólkowski, A. 1986: Megacapas del Maastrichtiano an Cuba occidental. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences*, 34(1): 81-94.
- Pszczólkowski, A. 1994: Lithostratigraphy of Mesozoic and Paleogene rocks of Sierra del Rosario, western Cuba. *Studia Geologica Polonica* 105: 39-66.

- Pszczólkowski, A. 1999: The exposed passive margin of North America in Western Cuba. En: Mann, P. (ed.). *Sedimentary Basins of the World* 4: 93-121. Amsterdam: Elsevier.
- Ramos-Pineda, R. 2013: Composición del material clástico de la formación Cacarajícara en la Sierra del Rosario Oriental Límite K/Pg. Trabajo de diploma. Universidad de Pinar del Río. 93 p.
- Tada, R.; Nakano, Y.; Iturralde-Vinent, M. A.; Yamamoto, S.; Kamata, T.; Tajika, E.; Toyoda, K.; Kiyokawa, S.; García-Delgado, D.; Oji, T.; Goto, K.; Takayama, H.; Rojas-Consuegra, R. and Matsui, T. 2002: Complex tsunami waves suggested by the Cretaceous-Tertiary boundary deposit at the Moncada section, western Cuba. In: Koeberl, C. and McLeod, K. G. (eds.). *Catastrophic Events and Mass Extinctions: Impacts and Beyond*. Boulder, Colorado: Geological Society of America Special Paper 356: 109-123.
- Tada, R.; Iturralde-Vinent, M. A.; Matsui, T.; Tajika, E.; Oji, T.; Goto, K.; Nakano, Y.; Takayama, H.; Yamamoto, S.; Kiyokawa, K.; Toyoda, K.; García-Delgado, D.; Díaz-Otero, C. and Rojas-Consuegra, R. 2003. K/T boundary deposits in the Paleo-western Caribbean Basin. In: Bartolini, C.; Buffler, R. T. and Blickwede, J. (eds.). *The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon habitats, basin formation and plate tectonics*. AAPG Memoir 79: 582-604.

Recibido: 03/04/18

Aceptado: 24/04/18

Wilmer Pérez-Gil, Departamento de Geología. Universidad de Pinar del Río, Cuba wilmer@upr.edu.cu