

REGISTROS NO DEPOSITACIONALES DEL PALEOCENO - EOCENO DEL URUGUAY: NUEVO ENFOQUE PARA VIEJOS PROBLEMAS

Gerardo VEROSLAVSKY¹
Sergio MARTÍNEZ¹

Resumen

Las unidades litoestratigráficas definidas tradicionalmente para el pasaje Cretácico - Terciario del Uruguay son discutidas en detalle. Se presenta un modelo alternativo para la evolución geológica del Paleoceno-Eoceno a partir del estudio de los registros no depositacionales vinculados a procesos epigenéticos. Los mismos se generaron bajo un régimen tectónico de relativa calma y condiciones climáticas cambiantes. Los procesos de calcretización, silcretización y laterización analizados son posteriores a la depositación de las sedimentitas neocretácicas, Formaciones Mercedes y Asencio, y ocurren antes de la acumulación de las sedimentitas de la Formación Fray Bentos, de edad Oligoceno - Mioceno Inferior?. Las condiciones de formación de las calcretas, calcretas/silcretas y lateritas y en parte, su propio contenido paleontológico, permiten postular una evolución climática que varía desde cálida y árida para el Paleoceno medio a cálida y húmeda para el Paleoceno superior - Eoceno.

Palabras clave: estratigrafía, paleontología, Paleoceno - Eoceno, Uruguay.

Abstract

The lithostratigraphic units, traditionally defined for the Cretaceous - Tertiary boundary, are discussed in detail. An alternative model, based on nondepositional records related to syn- and epigenetic processes, is presented for the geological evolution of the Paleocene - Eocene of Uruguay. These records were generated under a relative calm tectonic activity and variable climatic conditions. The analyzed calcretization, silcretization and lateritization processes occurred after the deposition of the Late Cretaceous - Mercedes and Asencio Formations- and before the accumulation of the fine sediments from the Oligocene - Early Miocene ? -Fray Bentos Formation-. A climatic evolution varying from dry and warm in the Middle Paleocene to wet and warm in the Late Paleocene - Eocene, is inferred from the conditions of the genesis of the calcretes, calcretas/silcretas and laterites, and from the paleontological content.

Keywords: stratigraphy, paleontology, Paleocene - Eocene, Uruguay.

1. INTRODUCCIÓN

Los aspectos más relevantes de la historia evolutiva del territorio uruguayo culminan al colmatarse los escenarios de sedimentación hacia finales del Cretácico Superior (Figura 1a). A partir del Cenozoico, la evolución geológica se enmarca dentro de un contexto en el que predominan suaves levantamientos, erosión, no depositación (Figura 1b) y sedimentación, ésta última principalmente vinculada a sucesivos ciclos eustáticos transgresivos y regresivos.

El Paleoceno - Eoceno uruguayo se caracteriza por ser un período prolongado de exposición subárea desarrollado bajo condiciones tectónicas de relativa calma. Los escasos registros preservados corresponden a procesos no depositacionales y erosivos asociados a condiciones climáticas oscilatorias. Esta situación se enmarca en la evolución sugerida para este período en la región sur de la placa Sudamericana, donde se constata un levantamiento generalizado de las áreas

1 - Instituto de Geología y Paleontología
Facultad de Ciencias - Universidad de la República
Tristán Narvaja 1674, CP 11200 Montevideo - Uruguay
FAX: 598-2-409973
e-mail: clauger@fcien.edu.uy

cratónicas mientras que las áreas de acumulación se restringen a las márgenes pacífica y atlántica (França *et al.* 1995).

Asimismo, el registro geológico eoterciario en Uruguay es de origen esencialmente continental y fosilífero. La excepción la constituyen los depósitos transicionales a marinos presentes en la plataforma continental (Stoackes *et al.* 1992). Estos últimos no son abordados en el presente trabajo. El mapa de la Figura 2 presenta un esquema de las grandes unidades geológicas y la distribución de los principales registros del Paleoceno-Eoceno.

Los trabajos en los que hemos participado los autores nos permiten formular una nueva propuesta evolutiva para el Paleoceno - Eoceno. Son reinterpretados un conjunto de depósitos como residuales y/o no depositacionales y estudiado en detalle su contenido fosilífero, lo que nos ha permitido lograr un posicionamiento cronoestratigráfico con un apreciable grado de precisión. Particularmente, son objeto de estudio las denominadas "Calizas del Queguay", ubicadas en la Formación Mercedes (Bossi *et al.* 1975) así como también, las corazas ferralíticas, con o sin fósiles, reunidas tradicionalmente en la Formación Asencio (Bossi 1966, Preciozzi *et al.* 1985). Ambas unidades, a pesar de incluir fósiles sugestivos de formas terciarias habían sido posicionadas por la mayoría de los autores en el Cretácico Superior.

2. MARCO GEOLÓGICO

Los litologías reunidas en las formaciones Mercedes y Asencio materializan un único evento depositacional continental neocretácico (de Santa Ana *et al.* 1993). Los principales registros se preservan en la región litoral-oeste y centro-sur del Uruguay, si bien su desarrollo abarcó una superficie mayor. La sedimentación corresponde a un conjunto de abanicos aluviales que distalmente pasan a sistemas fluviales, sin descartar que algunos de los cuerpos arenosos finos y bien seleccionados asociados a éstos últimos, puedan corresponder a una sedimentación eólica.

La sedimentación neocretácica estuvo controlada por la reactivación tectónica de algunos elementos estructurales. En la región del litoral-oeste, por los lineamientos del Queguay y Quebracho, y algo más al sur, por el alto de Mercedes - Colonia (de Santa Ana 1989). En la región centro-sur, los controles fueron establecidos por la faja de rocas precámbricas que afloraban hacia el Este, como así también, por algunos elementos de menor significación regional como el alto de Santa Rosa en la Cuenca de Santa Lucía. Estos elementos fisiográficos condicionaron el aporte de material detrítico desde diferentes áreas y consecuentemente, modificaban localmente el drenaje de los principales ríos que se desarrollaban bajo una pendiente regional S-SW (Veroslavsky *et al.* 1996).

Litoestratigráficamente, la Formación Mercedes tal como redefinida por Bossi *et al.* (1975) agrupa areniscas gruesas a medias blancas, subordinadamente conglomerádicas, cuarzo - feldespáticas, cementadas por sílice y/o carbonato. Dichos autores incluyen también a los niveles calcáreos que se intercalan predominantemente hacia el tope de la unidad ("Calizas del Queguay"). La Formación Asencio está constituida por areniscas finas arcillosas, con frecuentes procesos secundarios de ferrificación, laterización, silicificación e intercalaciones de calizas (Preciozzi *et al.* 1985). Estos autores señalan que las relaciones de contacto entre ambas formaciones

no están claramente definidas.

Ambas unidades litoestratigráficas son portadoras de restos de dinosaurios, en particular *Neuquensaurus australis* (vide Perea & Ubilla 1994), criterio que ha permitido asignarlas al Cretácico desde von Huene (1929).

3. ANTECEDENTES Y CONTROVERSIAS

Calizas del Queguay

El antecedente más importante sobre las "Calizas del Queguay" lo constituye el trabajo de Lambert (1940) que revela las principales características de los depósitos carbonáticos. Asimismo, dicho autor advierte sobre las complejas relaciones observadas en el campo entre las calizas y otras unidades geológicas del litoral-oeste uruguayo, llevándolo a postular la existencia de varias generaciones de calizas con edades que irían desde el Cretácico al Terciario Inferior. Previamente, Frenguelli (1930) había asignado esos depósitos al Terciario basado en los fósiles presentes, mientras que Walther (1931) realiza un significativo aporte a la petrografía y los procesos formadores de esas rocas.

Las relaciones de intercalación observadas entre las calizas y las sedimentitas clásticas con restos de dinosaurios reunidas en la Formación Mercedes, hicieron que Bossi *et al.* (1975) incluyeran a las "Calizas del Queguay" en dicha formación y consecuentemente, asignarle una edad Neocretácica. Sin embargo, Sprechmann *et al.* (1981) aceptando la existencia de calizas cretácicas proponen que la Formación Queguay, definida por Goso & Bossi (1966) para reunir a las "Calizas del Queguay", quedara restringida a los niveles calcáreos caracterizados por la presencia de Strophocheilidae y otros fósiles del Paleógeno. Esta última propuesta se aparta claramente de los criterios geológicos válidos para la definición de unidades litoestratigráficas. Además, como ya fue señalado, las calizas se encuentran también relacionadas espacialmente a las areniscas de la Formación Asencio, observación ésta que llevó a Preciozzi *et al.* (1985) a definir el Miembro Algorta.

El origen lacustre de las "Calizas del Queguay" no había sido motivo de discusión (Lambert 1939, Serra 1945, Jones 1956, Sprechmann *et al.* 1981, Bossi & Navarro 1991, de Santa Ana *et al.* 1993, entre otros). Sin embargo, estudios en los que hemos participado recientemente nos permiten descartar ese origen para las calizas e interpretarlas mayoritariamente como calcretas de aguas subterráneas. En algunas regiones hemos constatado que, sobrepuestas a las calcretas de aguas subterráneas, yacen paleosuelos calcáreos fosilíferos en aparente continuidad estratigráfica, conformando un perfil completo de calcretización (Martínez *et al.* 1996).

La edad de las calizas mereció en las últimas seis décadas disímiles propuestas, las que son resumidas en el cuadro de la Figura 3. Las controversias referidas anteriormente también se han verificado cuando se ha intentado vincular las "Calizas del Queguay" con otras unidades fuera del Uruguay. La correlación con unidades de la Cuenca Chaco-Paranaense argentina ha sido también objeto de disímiles propuestas. Así, mientras Tófaló (1986) lo hace con las sedimentitas arenosas y calcáreas neocretácicas de la Formación Puerto Yerúa, Garrasino (1989) las correlaciona con la Formación Arroyo Castillo (Oligoceno Medio).

Lateritas de la Formación Asencio

El origen del proceso de ferruginización que afectó particularmente a las sedimentitas neocretácicas fue discutido por Walther (1931), Lambert (1939), Caorsi & Goñi (1958), Bossi (1966) y Ford & Gancio (1988). Walther (1931) y Lambert (1939) proponen que la ferruginización que afectó a las areniscas de Asencio fue producto de la migración lateral y vertical de aguas subsuperficiales ricas en hierro. Caorsi & Goñi (1958) proponen un origen pedogénico bajo condiciones climáticas cálidas y húmedas. El alto contenido de feldespatos presente en los perfiles estudiados en la Formación Asencio llevó a Bossi (1966) a oponerse a dicho origen. Recientemente, Ford & Gancio (1988) estudiaron la variación mineralógica de las arcillas en el perfil del arroyo Vera, postulando un origen pedogénico y admitiendo la actuación de procesos de ferrificación por aguas subterráneas.

Al igual que para las "Calizas del Queguay", las controversias surgían cuando era analizado el contenido paleontológico de la Formación Asencio. Esta unidad, a la que se le atribuyen restos de dinosaurios y por lo tanto de indudable edad cretácica, contiene a su vez una rica asociación de nidos fósiles de himenópteros y coleópteros desconocida para el Cretácico.

Este cuadro controvertido para el pasaje Cretácico - Terciario llevó a Ford (1988a, b) a proponer un nuevo modelo evolutivo basado, exclusivamente, en la definición de nuevas unidades litoestratigráficas. De esta forma, redefine a la Formación Asencio agrupando en ella exclusivamente a las corazas de ferrificación y a las areniscas arcillosas moteadas y decoloradas, sugiriendo una edad Eoterciaria. Por otro lado, Ford (1988b) define la Formación Palmitas, de tentativa edad Terciaria, reuniendo a los conglomerados con nidos de insectos que se apoyarían en discordancia erosiva sobre la redefinida Formación Asencio.

4. INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DEL PALEOCENO - EOCENO

La distribución geográfica de los principales registros no depositacionales del Paleoceno - Eoceno se encuentra resumida en el mapa de la Figura 2. Se incluyen un conjunto de rocas interpretadas como el resultado de la actuación de procesos epigenéticos, superficiales y subsuperficiales, como los de calcretización, silcretización y laterización. Este conjunto de procesos, como se desarrollará luego, están acotados entre el Paleoceno y el Eoceno. Buena parte de estos registros constituyen niveles de paleosuelos calcáreos y ferruginosos, los que evidencian condiciones climáticas que cambiaron desde áridas y cálidas (calcretas) a húmedas y cálidas (lateritas y ferricretas). Esta evolución climática concuerda con la propuesta global presentada por Frakes (1976) para el Terciario Inferior. Sin embargo, se advierte que dentro de ese contexto evolutivo aparecen evidencias de pequeñas oscilaciones climáticas, como por ejemplo: la transformación de calcretas en silcretas o la superposición de varios ciclos pedogénicos de laterización.

Estos procesos epigenéticos afectaron a todo un conjunto de rocas que afloraban en territorio uruguayo al inicio del Terciario. Las sedimentitas clásticas neocretácicas habrían tenido en esa época una significativa expresión superficial y

por lo tanto, afectadas mayormente. Asimismo, la lectura de los procesos actuantes durante el Paleoceno-Eoceno se refleja casi exclusivamente en estas sedimentitas, que por sus características sedimentológicas y su configuración paleogeográfica favorecerían su potencial de preservación.

Debe aclararse que no escapa a los autores la existencia de algunos depósitos sedimentarios, principalmente conglomerados y areniscas conglomerádicas, que por sus relaciones estratigráficas podrían referirse al Terciario del Uruguay con relativa seguridad. Sin embargo, asignar los mismos específicamente al Paleoceno-Eoceno podría ser, sin duda, motivo de discusión. Los autores han reconocido estos depósitos terciarios tanto en la región del litoral-oeste como así también en la región este. Por razones de unidad temática hemos preferido colocar los mismos fuera del presente análisis, al que de todos modos nada agregarían.

A continuación se exponen los principales elementos en relación a la fisiografía y los procesos sedimentarios actuantes durante el Paleoceno - Eoceno.

Aspectos fisiográficos

La fisiografía reinante durante el período se caracteriza por la presencia de dos grandes dominios (Figura 4). La región este-sureste o dominio oriental, presentaba un relieve moderado a fuerte controlado por la exposición de las unidades precámbricas y paleozoicas. La misma habría coincidido, aproximadamente, con el límite depositacional de la sedimentación neocretácica. Al inicio del Terciario en esta región predominaron los procesos erosivos, pudiéndose asignar a este escenario algunos de los depósitos aluviales señalados más arriba.

La región oeste-noroeste o dominio occidental, ofrecía un relieve relativamente moderado a suave, producto de la colmatación de las antiguas áreas depositacionales cretácicas y de la actuación de procesos erosivos y no depositacionales. En esta región, es donde se preservan la mayoría de los registros que asignamos al Paleoceno-Eoceno.

Calcretas, silcretas y paleosuelos calcáreos fosilíferos

Los autores hemos propuesto recientemente descartar un origen lacustre para las denominadas "Calizas del Queguay" (Martínez *et al.* 1996). Las mismas son interpretadas como calcretas de aguas subterráneas, en su inmensa mayoría, correspondiendo según la clasificación de Carlisle (1983) a *non pedogenic groundwater calcretes*. Son el resultado de la enérgica actuación de aguas subsuperficiales ricas en carbonato que, en condiciones climáticas cálidas y áridas, cementaron y/o reemplazaron los materiales clásticos pre-existentes por espesas acumulaciones carbonáticas. Las principales evidencias del proceso de calcretización son: la gradación desde términos siliciclásticos hasta calcáreos por aumento creciente del contenido de carbonato, el relleno de los espacios intergranulares por carbonato esparítico y carbonato micrítico reemplazando el material silicático, la presencia de figuras de corrosión y disolución afectando los bordes de los clastos y la reprecipitación de sílice. También, la preservación de estructuras sedimentarias tractivas en calizas arenosas son consideradas como relictuales de la sedimentación fluvial.

La circulación de las aguas ricas en carbonato se vio

facilitada por la existencia de un espeso paquete arenoso aflorante o subaflorante, poroso y permeable, que se comportaba como un acuífero no confinado. Las sedimentitas clásticas neocretácicas por su extensión, la relictual configuración paleogeográfica heredada de los sistemas de abanicos aluviales como así también, por las propias características petrofísicas de las sedimentitas, funcionaron como excelentes acuíferos. Muy particularmente, las sedimentitas reunidas en la Formación Mercedes.

Los frentes de calcretización también eran controlados por elementos estructurales. En particular, resulta evidente el control de algunos lineamientos en la distribución de las calizas en regiones como: Queguay, Río Negro y Santa Rosa. Estos elementos actuaban elevando el nivel freático, lo que favorece los mecanismos de desgasificación del CO₂, evaporación/evapotranspiración y el efecto ión común en la generación de las calcretas (Wright & Tucker 1991).

Estas acumulaciones calcáreas se disponen en cuerpos con geometrías lenticulares a tabulares, a veces con expresiva continuidad lateral y potencias, cuando explotables para la fabricación de cemento portland, que oscilan entre los 10 a 15 metros. Es en la región del Queguay donde estos cuerpos alcanzan las mayores expresiones, si bien los situados en la región de Sauce Solo en la Cuenca de Santa Lucía, los de Pueblo Darwin sobre la margen izquierda del Río Negro y los ubicados en los alrededores de la localidad de Algorta alcanzan también potencias métricas.

Los diferentes tipos de relaciones espaciales observadas entre las calcretas y las sedimentitas de la Formación Mercedes se ilustran básicamente en la fig. 5. En los alrededores de pueblo Algorta, las calizas se relacionan a las sedimentitas de la Formación Asencio (Preciozzi *et al.* 1985).

La presencia de niveles lentiformes de chert asociados a las calcretas se restringen, casi exclusivamente, a la región del Queguay. Estos chert son interpretados como la transformación de las calcretas en silcretas ante pequeñas oscilaciones climáticas dentro de un contexto árido y cálido (Veroslavsky *et al.* 1996), condiciones suficientes para explicar una mayor alcalinidad del medio y consecuentemente, favorecer ese proceso de transformación (Naylor *et al.* 1989, Milnes & Thiry 1992).

Los fósiles atribuidos a las "Calizas del Queguay" (Lámina 1, Figuras 1-3) nunca tuvieron un posicionamiento preciso. Actualmente, reconocemos que los fósiles se hallan siempre en horizontes calcáreos algo arenosos, ocasionalmente gravillosos, con espesores de orden métrico y expresiva continuidad lateral, a veces silicificados. La mayoría de ellos pueden ser interpretados como paleosuelos (Martínez *et al.* 1996). Estos paleosuelos se desarrollan en varias regiones sobre las calcretas de aguas subterráneas, como por ejemplo en la región de Sauce Solo u otras veces, apoyadas directamente sobre las sedimentitas neocretácicas como se observa en las regiones de Quebracho (Cuenca de Paraná) y el Arroyo Cochengo (Cuenca de Santa Lucía, Figura 2). Otras veces, se desarrollan en contacto con el basamento cristalino como en los afloramientos de "Calizas del Queguay" señalados por Jones (1956) al SW de Solís de Mataojo.

Debe insistirse en que el material fosilífero encontrado hasta el momento está incluido en la parte superior de las sucesiones carbonáticas analizadas. En la Cuenca de Santa Lucía, corresponden indudablemente a paleosuelos calcáreos, algo silicificados, mientras que en Cuenca de Paraná, en la

denominada región del litoral, existen evidencias que permiten, además de reconocer niveles de paleosuelos, interpretarlos dentro de otro contexto paleoecológico.

Los fósiles de la Cuenca de Santa Lucía corresponden a gastrópodos terrestres (*Eoborus*), endocarpos de *Celtis* sp., rizolitos y nidos de himenópteros (*Celliforma*). Los fósiles de las calizas del litoral se encuentran en revisión en cuanto a su identidad específica, pero es posible adelantar que corresponden a varios géneros de gastrópodos terrestres y de agua dulce. Por lo menos dos de estos últimos (*Biomphalaria* y *Lymnaea*) son habituales en charcos temporarios. Existen diferencias en cuanto al contenido taxonómico de los gastrópodos de la región norte y los de la región sur, a partir de las referidas observaciones preliminares, y de las descripciones realizadas por Parodiz (1969), Figueiras & Broggi (1969) y Morton & Herbst (1993). Estas diferencias -fundamentalmente la presencia de elementos dulceacuícolas- se deben justamente a la existencia de cuerpos de agua rasa, más o menos permanentes, y en posible conexión con los niveles freáticos enriquecidos en carbonato, donde pudiese subsistir esta comunidad faunística. Asociaciones con una estructura ecológica afín han sido interpretadas en un sentido muy similar por Hanley (1976). Esta hipótesis es absolutamente concordante con el marco fisiográfico postulado para ambas regiones. Debe agregarse que Walther (1931) menciona e ilustra espículas de esponjas de agua dulce de la localidad de Arroyo Chileno en el Departamento de Colonia, las que el autor atribuye a las "piedras córneas".

Todos los fósiles hallados son desconocidos antes del Cenozoico, pero especialmente los gastrópodos y los endocarpos de la Cuenca de Santa Lucía tienen representantes muy similares en el Paleoceno medio de la Cuenca de São José de Itaboraí, Rio de Janeiro, Brasil (ver por ejemplo Klein *et al.* 1985, Palma & Brito 1974 y referencias incluidas en dichos trabajos). También se manifiesta esta similitud en los gastrópodos de la región litoral-oeste, aunque debido a que se encuentran aún en proceso de revisión taxonómica, aún no es posible destacarla con la precisión del caso anterior. Sobre esa base las "Calizas del Queguay" son posicionadas en el Paleoceno medio (Martínez *et al.* 1996).

Lateritas, ferricretas y paleosuelos fosilíferos asociados

Este conjunto de registros son el resultado de la actuación de un fuerte proceso de intemperismo químico de rocas pre-existentes generados por intensa lixiviación bajo condiciones climáticas tropicales o equivalentes. Todas las rocas o depósitos generados bajo este mecanismo podrían ser denominadas lateritas, ya que actualmente el término es utilizado en forma más amplia que en décadas anteriores (Costa 1991). Sin embargo, no escapa a los autores que el mismo ha generado una larga discusión sobre su uso que dura más de 150 años y durante la cual emergieron dos acepciones casi opuestas (McFarlane 1976). Cuando aquí se utiliza el término ferricreta o coraza, es para diferenciar éste del de laterita, describiendo una roca muy consolidada, de fuerte coloración rojiza, considerablemente enriquecida en hierro, particularmente hematita (Tardy 1992).

En los últimos años, como ya señalado, distintos autores admiten que estas rocas son el resultado de procesos pos-depositacionales, superficiales (pedogénicos) y/o subsuperficiales (circulación de aguas freáticas enriquecidas en hierro). Parece evidente también que las áreas de relativa

estabilidad que conformaban regiones planas y elevadas topográficamente, favorecían no sólo la formación de paleosuelos lateríticos o ferruginosos sino también la migración lateral de aguas subsuperficiales cargadas en hierro hacia zonas de pobre drenaje. El importante registro de paleosuelos ferruginosos en el dominio occidental, sobre el alto Mercedes - Colonia, podría explicarse de esa forma.

Estratigráficamente, este tipo de formación rocosa representa una superficie isócrona, de igual edad en toda su extensión, pudiéndose denominar cronohorizonte u horizonte cronoestratigráfico de acuerdo a lo sugerido por Hedberg (1980).

La presencia de rizolitos y nidos fósiles de himenópteros y coleópteros (lámina 1, Figuras 4-6) se reconoce asociada a la parte superior de esas corazas generadas a partir de las sedimentitas de la Formación Asencio, caracterizando muchas veces potentes niveles de paleosuelos (Figura 5). Esta asociación de nidos fue descripta inicialmente por Roselli (1939), Frenguelli (1946) y parcialmente revisada en los últimos años (Roselli 1987, Laza *et al.* 1994, Genise & Cladera 1995, Genise & Bown 1996). No es posible por el momento establecer una edad para la "Formación Asencio" en base a los referidos icnofósiles (J. Genise, com. pers.).

Se discutirán a continuación aspectos de la estratigrafía formal, ya que a nuestro entender, la incompreensión de algunos conceptos básicos son los que han generado la mayoría de las confusiones que existen para el entendimiento de la geología y evolución de las unidades del Cretácico - Terciario en el Uruguay. Algunos autores han optado injustificada e innecesariamente por el camino de la proliferación de unidades litoestratigráficas, la mayoría de las veces sin tener en cuenta los propios atributos litológicos. Peor aún, a veces se ha justificado la creación de unidades con la intención de "solucionar" problemas referidos a la interpretación de procesos, historia geológica o temporalidad de eventos.

La Formación Asencio estimamos debe ser definida en el sentido de Bossi (1966). Los Miembros Yapeyú y Palacio son distinguibles y separables por sus características litológicas, además de contar ambas con una importante expresión areal. Las observaciones de Morales & Ford (1988) sobre la indiferenciabilidad del Miembro Yapeyú y la Formación Mercedes no son pertinentes ni se ajustan a criterios litoestratigráficos. El criterio de separar (o no separar) unidades litológicas exclusivamente a través de una expresión geomorfológica (escarpa) no siempre puede ser válida. La silicificación puede afectar por igual a ambas unidades generando un tipo de relieve similar, sin que eso invalide la posibilidad de distinguir una de otra por sus atributos litológicos como es el caso.

Por otro lado, la propuesta de Ford (1988a,b) incurre en un error conceptual primario al redefinir y definir la Formación Asencio y la Formación Palmitas, respectivamente. El autor involucra a los procesos de formación de las rocas para separar ambas unidades, a pesar de reconocer la gran similitud litológica existente entre ellas. Por otra lado, la interpretación genética es errónea. Los "conglomerados con nidos de insectos" de Ford (1988a) no son rocas sedimentarias transportadas. Esos niveles corresponden a paleosuelos que incluyen nidos de insectos *in situ*, de notable preservación en casi todo el material observado (Genise & Bown 1996), los que se acumulan en la vertical por la superposición de varios ciclos pedogénicos. Además de estas incontrovertibles

evidencias paleoicnológicas, en esos niveles no hemos podido reconocer evidencias de retrabajamiento de materiales, ni tampoco encontrado otras que pudiesen sugerir tal transporte. Sin embargo, hemos verificado la existencia de algunas discontinuidades menores y delgados niveles conglomerádicos a pseudoconglomerádicos (residuales). Esto sólo confirmaría la existencia de diastemas durante los cuales se produjeron breves interrupciones en la pedogénesis.

Las discontinuidades observadas dentro de algunos perfiles lateríticos, en especial donde existen en éstos niveles de paleosuelos con nidos de insectos (Canteras de Espiga, de Maldonado y Palmitas) son básicamente de dos tipos. Unas, como ya señalado, resultado de pequeñas interrupciones en los sucesivos ciclos pedogénicos superpuestos reconocibles por superficies más o menos horizontales. Otras discontinuidades irregulares, observadas principalmente hacia la base de los perfiles, se atribuyen a la actuación efectiva de los procesos pedogénicos hasta una determinada profundidad.

En síntesis, la Formación Asencio es parte de un evento depositacional continental neocretácico cuyas sedimentitas incluyen restos de dinosaurios. Las tonalidades intensamente rojizas que ha adquirido parte de la unidad, el denominado Miembro Palacio de Bossi (1966), se debe a un intenso proceso de lixiviación que afectó esas areniscas en condiciones climáticas cálidas y húmedas. Este proceso generó corazas y lateritas a las que se asocian también niveles de paleosuelos ricos en nidos fósiles de insectos, en cuyos perfiles se observa la superposición de varios ciclos pedogénicos.

Es conocido desde Walther (1931) que el proceso de laterización y/o ferruginización ha afectado, entre otras, a las sedimentitas calcáreas, calizas y cherts agrupadas genéricamente en las "Calizas del Queguay". Muy particularmente esto resulta evidente en los pozos rasos de la región del Queguay (H. de Santa Ana, com. pers.) donde las calizas son explotadas para la fabricación de cemento. Por lo tanto, las lateritas, ferricretas y paleosuelos ferruginosos estarían acotados temporalmente entre la edad de la calcretización (Paleoceno medio) y la depositación de la sobreyacente Formación Fray Bentos, de edad Oligocena (Ubilla *et al.* 1994).

5. CONCLUSIONES

Los procesos de calcretización, silcretización y laterización que afectaron particularmente a las sedimentitas neocretácicas constituyen los principales registros de eventos no depositacionales transcurridos durante el Paleoceno-Eoceno en el Uruguay.

Las "Calizas del Queguay" son calcretas de aguas subterráneas a las que, en algunas regiones, se le superponen paleosuelos calcáreos fosilíferos. Algunos términos calcáreos, especialmente en el litoral-oeste, corresponden a restringidos cuerpos de agua dulce, rasos y más o menos permanentes, asociados a aportes de aguas subsuperficiales ricas en carbonato. Esto explicaría las diferencias paleoecológicas entre las comunidades fósiles de esa región con las del centro-sur.

Asimismo, las sedimentitas neocretácicas, especialmente la Formación Asencio, fueron afectadas por un intenso proceso de lixiviación permitiendo la formación de lateritas, ferricretas y paleosuelos ferruginosos fosilíferos, a veces caracterizando un perfil con varios ciclos pedogénicos

superpuestos.

Las condiciones de generación de estos depósitos, como así también algunos indicadores paleobiológicos, permiten postular una evolución climática desde condiciones cálidas y áridas en el Paleoceno medio (calcretas/silcretas) a cálidas y húmedas en el Paleoceno superior - Eoceno? (lateritas y ferricretas).

6. AGRADECIMIENTOS

Las investigaciones que condujeron a la realización del presente trabajo han sido financiadas con fondos de la Facultad de Ciencias y de la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC) de la Universidad de la República. Los autores expresan además su agradecimiento a las colegas Rossana Muzio y Elena Peel por las oportunas sugerencias y la ayuda en la elaboración del "abstract".

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOSSI, J. 1966. *Geología del Uruguay*. Departamento de Publicaciones de la Universidad de la República, Montevideo. 411p.
- BOSSI, J. ; FERRANDO, L. ; FERNANDEZ, A. ; ELIZALDE, G. ; MORALES, H. ; LEDESMA, J. ; CARBALLO, E. ; MEDINA, E. ; FORD, I.; MONTAÑA, J. 1975. *Carta Geológica del Uruguay*, a escala 1:1.000.000. Dirección de Suelos y Fertilizantes, Montevideo. 32p.
- BOSSI, J. & NAVARRO, R. 1991. *Geología del Uruguay*. Departamento de Publicaciones de la Universidad de la República, Montevideo. 966p.
- CARLISLE, D. 1983. Concentration of uranium and vanadium in calcretes and gypcretes. In: WILSON, R. C. (ed.). *Residual Deposits*. London, Geological Society. p.185-195.
- CAORSI, J. H. & GOÑI, J. C. 1958. Geología uruguaya. *Boletín del Instituto Geológico del Uruguay*, **37**: 1-73.
- COSTA, M. L. 1991. Aspectos geológicos dos lateritos da Amazonia. *Revista Brasileira de Geociências*, **21** (2): 146-160.
- DE SANTA ANA, H. 1989. Consideraciones tectónicas y deposicionales de la Cuenca Norte del Uruguay. *Boletín Técnico de ARPEL*, **18** (4): 319-339.
- DE SANTA ANA, H. ; VEROSLAVSKY, G.; GONZALEZ, S. 1993. Geología de los sedimentos cretácicos de las cuencas del Uruguay. *Acta Geológica Leopoldensia*, **40**: 140-143.
- FIGUEIRAS, A. & BROGGI, J. 1969. Estado actual de nuestros conocimientos sobre los moluscos fósiles del Uruguay. Parte III (Contin.). *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay*, **II** (16-17): 333-352.
- FORD, I. 1988a. Areniscas con huevos de dinosaurios (Biozona informal): posible definición de una nueva Formación en la columna estratigráfica. In: PRIMERA REUNION DE GEOLOGIA URUGUAYA, Salto, 1988. *Actas...* Salto. p. 54-58.
- FORD, I. 1988b. Conglomerados con nidos de insectos fósiles: Formación Palmitas (provisorio), Terciario Inferior (tentativo). In: PRIMERA REUNION DE GEOLOGIA URUGUAYA, Salto, 1988. *Actas...* Salto. p. 47-49
- FORD, I. & GANCIO, F. 1988. Asociación caolinita-montmorillonita en un paleosuelo del Terciario Inferior del Uruguay (Fm. Asencio). *Boletín de Investigación de la Facultad de Agronomía*, **12**: 1-12.
- FRAKES, L. A. 1979. *Climates throughout geologic time*. New York, Elsevier. 310p.
- FRANÇA, A.B. ; MILANI, E.J. ; SCHNEIDER, O. ; LOPEZ, P. ; LOPEZ, J.M. ; SUAREZ, R.S. ; SANTA ANA, H. ; WIENS, F. ; FERRERO, O. ; ROSSELLO, E.A. 1995. Phanerozoic correlation in southern South America. In: TANKARD, A. J. ; SUAREZ, R.; WELLSINK, H. J. (eds.). *Petroleum basins of South America*. American Association Petroleum Geologists. p.129-161. (Memoir 62).
- FRENGUELLI, J. 1930. Apuntes de Geología Uruguay. *Boletín del Instituto de Geología y Perforaciones*, **11**: 1- 47.
- FRENGUELLI, J. 1946. Un nido de esfégido del Cretáceo Superior del Uruguay. *Notas del Museo de La Plata, Paleontología*, **9**: 259-267.
- GARRASINO, C. F. 1989. La Cuenca Chaco-Paranaense Argentina: sus tendencias evolutivas y algunas posibilidades exploratorias. *Boletín BIP*, junio: 2-17.
- GENISE, J. F. & CIADERA, G. 1995. Application of computerized tomography to study insect traces. *Ichnos*, **4**: 77-81.
- GENISE, J. F. & BOWN, T. 1996. *Uruguay* Roselli 1938 and *Rosellichmus*, n. ichnogenus: two ichnogenes for clusters fossil bee cells. *Ichnos*, **4**: 199 - 217.
- GOSO, H. & BOSSI, J. 1966. El Cenozoico. In: BOSSI, J. 1966. *Geología del Uruguay*. Departamento de Publicaciones de la Universidad de la República, Montevideo, p.259-301.
- HANLEY, J. H. 1976. Paleosynecology of nonmarine Mollusca from the Green River and Wasatch Formations (Eocene), southwestern Wyoming and north-western Colorado. In: SCOTT, R. W. & WEST, R. R. (eds.). *Structure and classification of paleocommunities*. Dowden, Hutchinson & Ross. p. 235-261.
- HEDBERG, H. D. 1980. *Guía estratigráfica internacional*, España, Reverté. 205 p.
- HUENE, F. 1929. Terrestriche Oberkreide in Uruguay. *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, **B4**: 107-112.
- JONES, G. 1956. Memoria explicativa y mapa geológico de la región oriental del Departamento de Canelones. *Boletín del Instituto Geológico del Uruguay*, **34**: 1-193.
- KLEIN, V. C. ; RODRIGUEZ FRANCISCO, B. H.; SOUZA CUNHA, F. L. 1985. Resultados das pesquisas sistemáticas realizadas na Bacia de São José de Itaboraí, Rio de Janeiro, 1972-1982. *Bol. DNPM* (Serviço Geológico, 27 Seção Paleontología e Estratigrafia), **2**: 653-656.
- LAMBERT, R. 1939. Memoria explicativa del mapa geológico de los terrenos sedimentarios y las rocas efusivas del Departamento de Durazno. *Boletín del Instituto Geológico del Uruguay*, **25**: 1-37.

- LAMBERT, R. 1940. Memoria explicativa de un mapa geológico de reconocimiento del Departamento de Paysandú y los alrededores de Salto. *Boletín del Instituto Geológico del Uruguay*, **27**: 1-41.
- LAZA, J; GENISE, J. F.; BOWN, t. m. 1994. Arquitectura y origen de *Monesichnus ameghinoi* Roselli, revelada por tomografía computada. *Ameghiniana*, **31**(4): 397.
- MARTINEZ, S. ; VEROSLAVSKY, G. ; VERDE, M.; DE SANTA ANA, H. 1996. Asociaciones fosilíferas paleógenas en paleosuelos calcáreos del centro-sur y litoral oeste del Uruguay. In: CONGRESO SOBRE EL PALEOGENO DE AMERICA DEL SUR, La Pampa, 1996, *Actas...* La Pampa, AGA. p.15.
- McFARLANE, M. J., 1976. *Laterite and Landscape*. London, Academic Press. 151 p.
- MILNES, A. R. & THIRY, M. 1992. Silcretas. In: MARTINI, C. & CHESWORTH, W. (eds.). *Weathering, soils & paleosols*. London, Elsevier. p. 349-377.
- MONES, A. 1979. Terciario del Uruguay. *Revista de la Facultad de Humanidades y Ciencias* (Ciencias de la Tierra), **1**(1): 1-28.
- MORALES, H. & FORD, I. 1988. Algunas consideraciones sobre las sedimentitas del Cretácico Superior en el Uruguay. In: PRIMERA REUNION DE GEOLOGIA URUGUAYA, Salto, 1988. *Actas...* Salto. p. 38-41.
- MORTON, L. S. & HERBST, R. 1993. Gastrópodos del Cretácico (Formación Mercedes) del Uruguay. *Ameghiniana*, **30**(4): 445-452.
- NAYLOR, H. ; TURNER, P. ; VAUGHAN, D.; FALLIAK, A., 1989. The cherty rock Elgin: a petrographic and isotopic study of Permo-Triassic calcrete. *Geological Journal*, **24** (3): 205-222.
- PALMA, J. M. C. & BRITO, y. M. 1974. Paleontología e Estratigrafía da Bacia de São Jose de Itaborai, Estado do Rio de Janeiro. *Anais da Acad. Bras. de Ciên.*, **46** (3/4): 385-406.
- PARODIZ, J. J. 1969. The Tertiary non-marine Mollusca of South America. *Annals of Carnegie Museum.*, **40**: 1-242.
- PEREA, D. & UBILLA, M. 1994. Tetrápodos pre-cenozoicos del Uruguay, II: comentarios sobre nuevos restos de titanosauridae (Departamento de Rio Negro). In: 1ª JORNADAS DE PALEONTOLOGIA DEL URUGUAY, Montevideo, 1994. *Actas...*, Montevideo. p.13.
- PRECIOZZI, F. ; SPOTURNO, J. ; HEINZEN, W.; ROSSI, P. 1985. *Carta geológica del Uruguay* (1 : 500.000). Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE), Montevideo, p. 90.
- ROSELLI, F. L. 1939. Apuntes de geología y paleontología uruguayas y sobre insectos del Cretácico del Uruguay o descubrimientos de admirables instintos constructivos de esa época. *Boletín de la Sociedad Amigos de las Ciencias Naturales "Kraglievich-Fontana"*, **1**(2): 29-102.
- ROSELLI, F. L. 1987. Paleoicnología. Nidos de insectos fósiles de la cobertura mesozoica del Uruguay. *Publicaciones del Museo Municipal de Nueva Palmira*, **1**: p. 56.
- SERRA, N. 1945. Memoria explicativa del mapa geológico del Departamento de Soriano. *Boletín del Instituto Geológico del Uruguay*, **32**: 1-42.
- SPRECHMANN, P.; BOSSI, J.; DA SILVA, M. 1981. Cuencas del Jurásico y Cretácico del Uruguay. In: VOLKHEIMER, W. & MUSSACHIO, E. A. (eds.). *Cuencas Sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur*. Comité Sudamericano del Jurásico y Cretácico, Buenos Aires. v.1, p. 239-270.
- STOACKES, F. ; CAMPBELL, C. V. ; CASS, R.; UCHA, N. 1992. Seismic stratigraphic analysis of the Punta del Este basin, offshore Uruguay, South America. *American Association Petroleum Geologists Bulletin*, **75**: 219-240.
- TARDY, Y. 1992. Diversity and terminology of lateritic profiles. In: MARTINI, C. & CHESWORTH, W. (eds.). *Weathering, soils & paleosols*. London, Elsevier. p. 379-405.
- TOFALO, O. R. 1986. Depósitos clásticos y carbonáticos del Cretácico Superior, Formación Puerto Yeruá, Entre Ríos. In: 1ª REUNION ARGENTINA DE SEDIMENTOLOGIA, La Plata, 1986, *Actas...* La Plata, UNLP-AGA. p. 210-204.
- UBILLA, M.; PEREA, D.; BOND, M. 1994. the Deseadan Land Mammal Age in Uruguay and the report of *Scarritia robusta* nov. sp. (Leontiniidae, Notoungulata) in the Fray Bentos Formation (Oligocene - ?Lower Miocene). *Geobios*, **27** (1): 95-102.
- VEROSLAVSKY, G; DE SANTA ANA, H.; GOSO, C.; GONZALEZ, S. 1996. Calcretas y silcretas de la región oeste del Uruguay, Cuenca de Paraná (Cretácico Superior - Paleógeno). In: 4º SIMPOSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, Rio Claro, 1996, *Boletín...* Rio Claro, Unesp. p. 277-281.
- WALTHER, K. 1931. Sedimentos gelíticos y clastogelíticos del Cretácico superior y Terciario uruguayos. *Boletín del Instituto Geológico del Uruguay*, **13**: 1-94.
- WRIGHT, V. P. & TUCKER, M. E. 1991. Calcretas: an introduction. In: WRIGHT, V. P. & TUCKER, M. E. (eds.). *Calcretas*. International Association of Sedimentologists. p.1-22. (Reprint Serie 2).

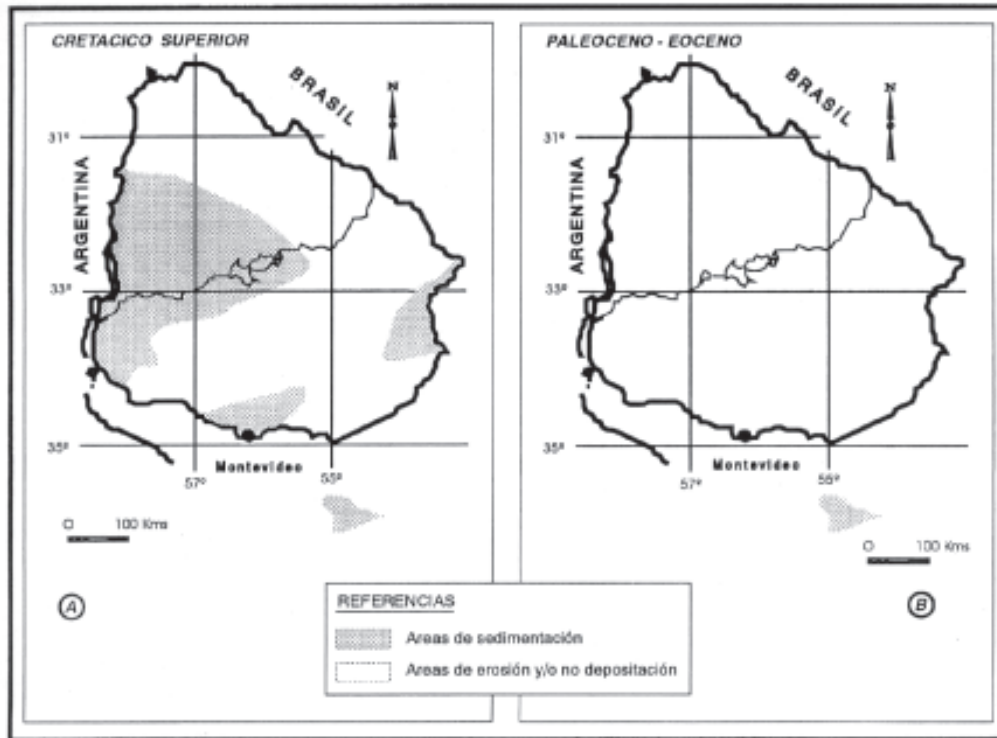


Figura 1. Evolución geológica del territorio uruguayo durante el pasaje Cretácico Superior - Paleoceno-Eoceno.

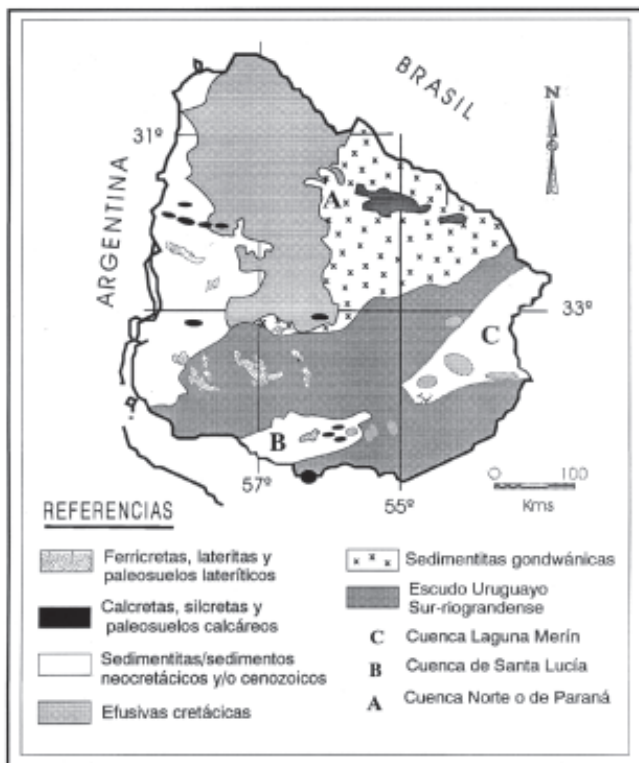


Figura 2. Localización esquemática de las principales unidades geológicas del Uruguay y distribución de los registros no depositacionales del Paleoceno-Eoceno (modificado de Preciozzi et al., 1985).

	Cretáceo	Terciario	Paléogeno	Paleoceno	Eoceno?	Oligoceno	Mio - Plioceno
Frenguelli, 1930		X					
Walther, 1931							X
Lambert, 1939		X					
Lambert, 1940	X	X				X	
Serra, 1945						X	
Jones, 1956						X	
Goso & Bossi, 1966			X				
Bossi et al., 1975	X						
Mones, 1979					X		
Sprechmann et al., 1981	X		X				
Bossi & Navarro, 1991	X						
Morton & Herbst, 1993	X						
Martinez et al., 1996				X			

Figura 3. Diferentes propuestas sobre el posicionamiento cronoestratigráfico de las "Calizas del Queguay".

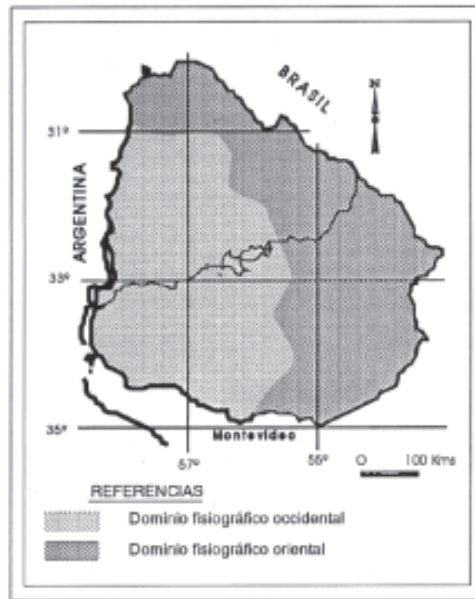


Figura 4. Domínios fisiográficos para el Paleoceno - Eoceno.

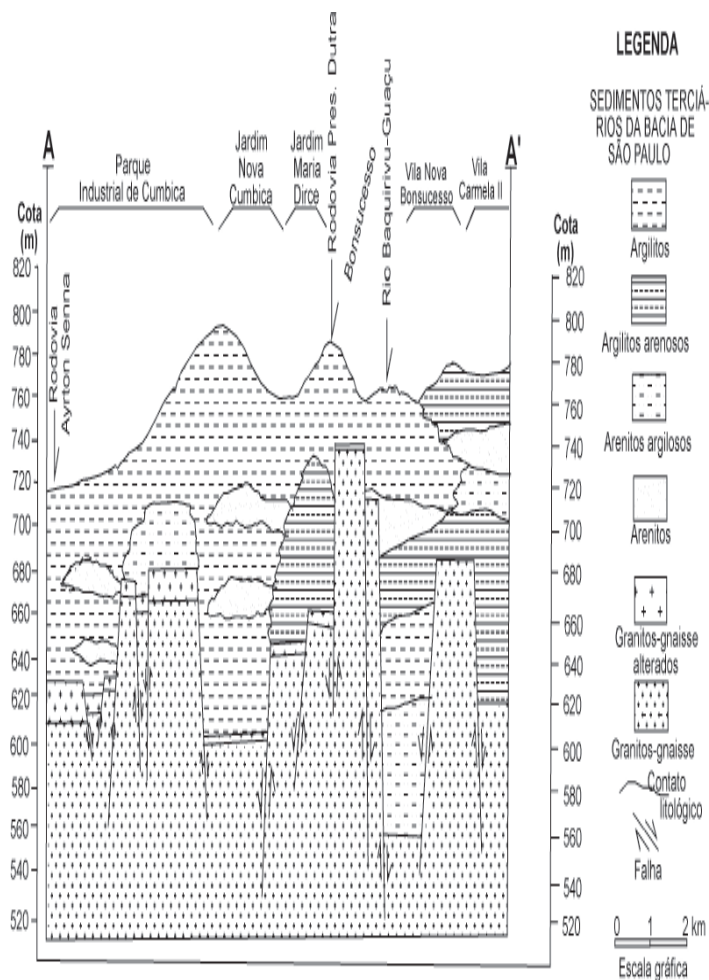


Figura 5. Perfis esquemáticos mostrando las distintas relaciones espaciales entre las Formaciones Mercedes y Asencio y los registros no depositacionales del Paleoceno - Eoceno.

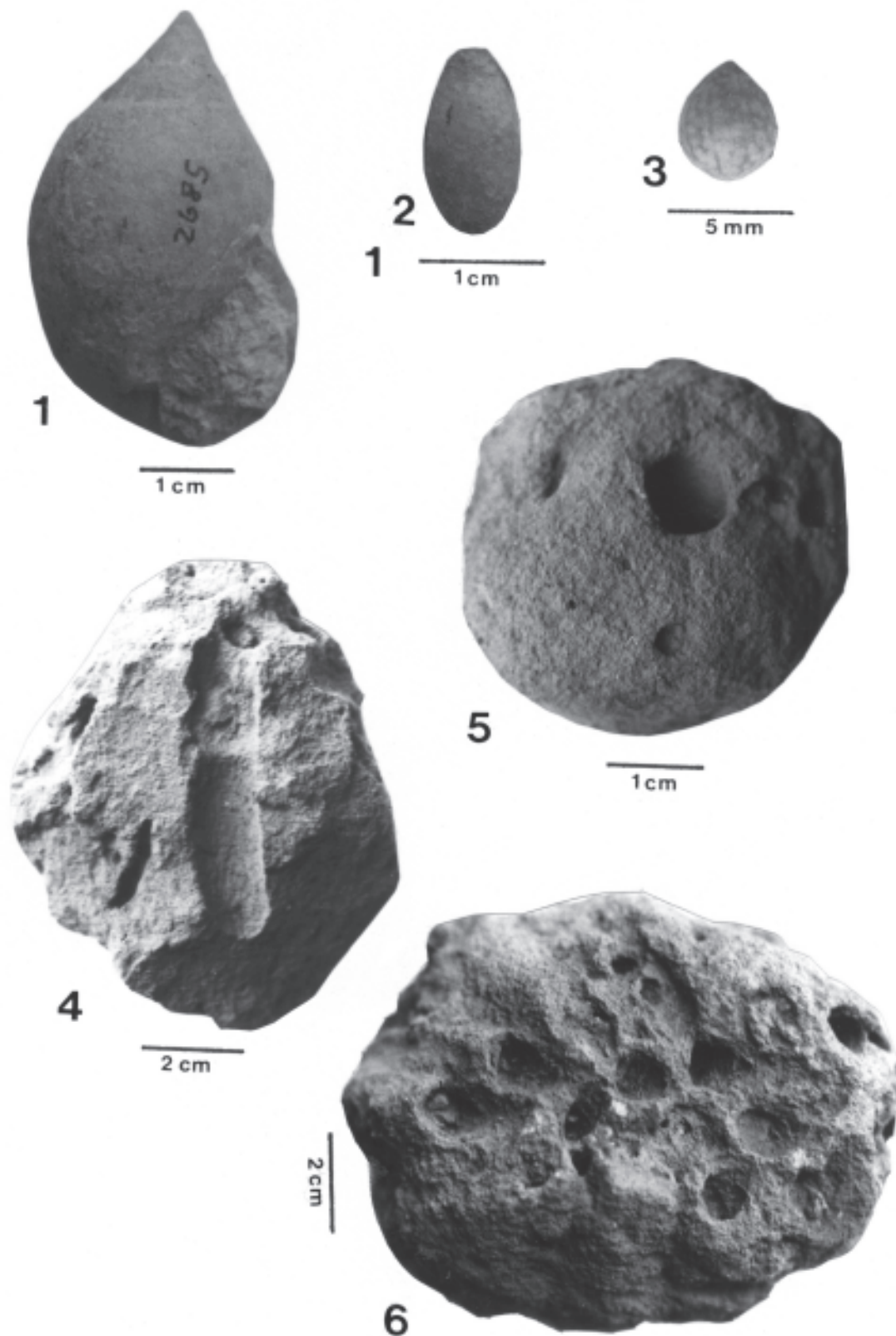


Lámina 1: Figuras 1 - 3: Algunos fósiles de los paleosuelos calcáreos del Paleoceno medio; 1 = *Eoborus charruanus* (Frenguelli, 1930), 2 = *Celliforma* sp., 3 = *Celtis* aff. *C. santosi* (Magalhães, 1950). Figuras. 4 - 6: Algunos fósiles de los paleosuelos lateríticos del Paleoceno superior - Eoceno?; 4 = *Teisseirei* isp., 5 = *Devincenzichnus* isp., 6 = *Uruguay* sp.