



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

**TESINA PRESENTADA PARA OBTENER
EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

“PALEONTOLOGÍA, SEDIMENTOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA DE LA
FORMACIÓN CERRO AZUL EN EL GUANACO, DEPARTAMENTO CAPITAL,
PROVINCIA DE LA PAMPA”

Silvina Cedeño

SANTA ROSA (LA PAMPA)

ARGENTINA

2010

Paleontología, sedimentología y estratigrafía de la Formación Cerro Azul en El Guanaco, departamento Capital, provincia de La Pampa - Silvina CEDEÑO - 2010

Prefacio

Esta Tesina es presentada como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Licenciado en Ciencias Biológicas, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad ni en otra Institución Académica. Se llevó a cabo en las cátedras de Sedimentología y de Paleontología II, dependientes del departamento de Ciencias Naturales, durante el período comprendido entre el 12 de marzo de 2010 y el 29 de julio de 2010, bajo la dirección de Graciela Visconti y bajo la codirección de Claudia Montalvo.

Agradecimientos

Agradezco muy especialmente a mi directora Graciela Visconti y a mi co-directora Claudia Montalvo, las cuales me brindaron la ayuda indispensable para poder realizar este trabajo.

También manifiesto mi gratitud al constante acompañamiento por parte de mis familiares y amigos durante todo el transcurso de la carrera. Finalmente agradezco a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales por su contribución económica.

ÍNDICE	Página
Resumen-Abstract	2
Introducción	3
Objetivos	5
Hipótesis	5
Materiales y métodos	6
Marco geológico	7
Análisis de facies	8
Análisis petrográfico	13
Análisis micromorfológico	19
Asociación faunística	24
Discusión y Conclusiones	33
Bibliografía citada	42
Anexo I	52
Anexo II	63
Anexo III	65
Anexo IV	67

RESUMEN

Se realizó un estudio sedimentológico, estratigráfico y paleontológico exhaustivo de las sedimentitas continentales miocenas asignadas a la Formación Cerro Azul en El Guanaco, departamento Capital, provincia de La Pampa. Se profundizó en el conocimiento del origen de estos depósitos y de sus características sedimentológicas, que permitieron interpretarlos como una sucesión de loess-paleosuelos. Se evaluaron taxonómicamente los materiales fósiles recuperados de estos niveles vinculándolos con los de otros afloramientos de la misma formación en diferentes áreas de la provincia. Las variaciones observadas se ubican en el marco de cambios faunísticos y paleoambientales para el Mioceno tardío.

ABSTRACT

It was carried out a sedimentological, stratigraphic and paleontological study of the continental sedimentary rocks assigned to the Miocene Cerro Azul Formation, Capital department, La Pampa province. It was focused in the knowledge of the origin of these deposits and their sedimentological features, a sequence loess-paleosols inferred. The recovered fossil materials from these levels were taxonomically evaluated and linked to other outcrops of the same unit in other areas of the province, in this way the observed variations can be located in the scheme of Later Miocene faunistic and paleoenvironmental changes.

INTRODUCCIÓN

Las sedimentitas de la Formación Cerro Azul (*sensu* Llambías, 1975; Linares *et al.*, 1980; Goin *et al.*, 2000; Visconti, 2007; Folguera y Zárate, 2009), que afloran en distintos sectores del este, oeste y centro de La Pampa, han aportado asociaciones faunísticas que se estudian desde hace varios años y que se han asignado principalmente a la Edad Huayqueriense (Mioceno tardío) (Verzi *et al.*, 2008 y bibliografía allí citada). En particular, esas sedimentitas en la provincia de La Pampa recibieron distintas denominaciones v.g. "Formación Araucana" (Döering, 1882), "Formación Pampeano" (Stappenbeck, 1926), "Formación Epecuén" (Pascual, 1961; Pascual y Bocchino, 1963). Llambías (1975:31) las describió en un informe inédito como los: "...limos arenosos pardo rosados a rojizos, sin estratificación interna o muy poco visible, con frecuentes clastos de arcilla rojiza del tamaño de una nuez, dispuestos horizontalmente. Presenta forma de erosión tipo loess con barrancas y cañadones abruptos. En la parte superior, los sedimentos están reemplazados por tosca...". Posteriormente Linares *et al.* (1980) describieron y nombraron formalmente esta formación. Goin *et al.* (2000: 104 y 106) reconocieron en la misma tres asociaciones de facies que fueron interpretadas como depósitos lacustres, sucesiones de loess-paleosuelos y depósitos fluviales efímeros. El 80% de esta formación representa depósitos de loess con paleosuelos intercalados (Visconti, 2007). La mayoría de los paleosuelos fueron clasificados como molisoles a partir de la presencia de horizontes, peds blocosos y rizolitos de diámetro pequeño atribuidos a herbáceas, aunque también se han detectado casos de vertisoles con slickensides (Melchor *et al.*, 2000). El análisis micromorfológico de los paleosuelos de tres afloramientos: Cerro El Morro, Cerro Patagua y Algarrobo del Águila, distantes aproximadamente 150 km uno de otro, permitió identificar microestructuras propias de una vegetación espaciada en ambientes semiáridos (Visconti *et al.*, 2008 a y b).

Mediante el estudio petrográfico de estas rocas, se las clasificó como wackes líticas, provenientes de arcos volcánicos no disectados a transicionales (Visconti, 2007). Son necesarios más estudios de detalle para efectuar comparaciones entre los afloramientos estudiados y otros, ubicados en localidades cercanas, que permitan ajustar estas interpretaciones y analizar la variabilidad que pudiera presentarse.

El estudio de los fósiles recuperados de niveles de la Formación Cerro Azul data de principios del siglo XX, posteriormente y bajo las diferentes denominaciones que se

mencionaron, varios autores se ocuparon del análisis de los vertebrados fósiles (Ameghino, 1904; Rovereto, 1914; Kraglievich, 1932; Rusconi, 1934; Pascual y Bocchino, 1963; Pascual *et al.*, 1965; Ortega Hinojosa, 1967; Zetti, 1972 a y b). En los últimos años se relevaron numerosos afloramientos, se mejoró su conocimiento sedimentológico y estratigráfico (Montalvo *et al.*, 1995, 1996; Visconti *et al.*, 1996; Goin *et al.*, 2000; Visconti, 2007) y se recolectaron abundantes y diversas asociaciones faunísticas, constituidas fundamentalmente por mamíferos (Montalvo y Szelagowski, 1999), lo que resultó en una riquísima y variada colección de fósiles, fundamentalmente de mamíferos Xenarthra, Marsupialia, Litopterna, Notoungulata, Rodentia y Carnívora, si bien también se hallaron anfibios, reptiles y aves. Estos hallazgos incrementaron de modo importante el conocimiento acerca de las asociaciones faunísticas provenientes de la Formación Cerro Azul (Abello *et al.*, 2002; Albino *et al.* 2006; Albino y Montalvo 2006; Cenizo y Montalvo, 2006; Cerdeño y Montalvo, 2001, 2002; Esteban *et al.*, 1996, 2001, 2003; Forasiepi *et al.*, 2009; Goin y Montalvo, 1988; Goin *et al.*, 1997, 2000; Kihn, 2009; Montalvo *et al.*, 1995, 1996, 1998, 1999, 2000 a y b, 2002, 2008, 2009; Montalvo y Casadío, 1988; Montalvo y Rocha, 2001, 2003; Montalvo y Szelagowski, 1999; Rocha y Montalvo, 1999; Sostillo, 2009; Urrutia *et al.*, 2008; Verzi, 1994, 1999; Verzi *et al.*, 1990, 1991, 1993, 1994, 1995, 1996, 1999 a y b, 2003, 2008; Verzi y Montalvo, 2008).

Por otra parte, los análisis detallados de la morfología dentaria en linajes de roedores Ctenomyidae y Echimyidae permitieron identificar patrones evolutivos que incluyen hipótesis sobre el origen y el patrón evolutivo temprano de grupos representados en la fauna viviente. El reconocimiento de estos linajes con patrones evolutivos anagenéticos permitió a su vez detectar diferencias en los tiempos de depositación entre distintos yacimientos de la Formación Cerro Azul y plantear una propuesta biocronológica para esta formación (Verzi, 1994, 1999, 2002; Montalvo y Verzi, 2002; Verzi *et al.*, 1994, 2003, 2004, 2008; Sostillo, 2009).

En particular, el afloramiento de la Formación Cerro Azul en El Guanaco (departamento Capital) ha aportado una asociación faunística que incluye un taxón de Ctenomyidae (*Xenodontomys simpsoni*), que permitió ubicarla en la propuesta biocronológica planteada (Verzi *et al.*, 2008). Dado este hallazgo, sería relevante conocer exhaustivamente cuáles son los taxones que constituyen la asociación faunística en esta localidad. Por otra parte, se requeriría una profundización en su estudio estratigráfico y

sedimentológico. A modo general, se conocía que en el perfil expuesto en esa localidad se observaban paleosuelos.

OBJETIVOS

Objetivos generales

Evaluar la información paleontológica y sedimentológica de la sección de la Formación Cerro Azul que aflora en El Guanaco. Esta evaluación permite analizar el significado paleobiológico y bioestratigráfico de los taxones presentes.

Objetivos sedimentológicos

Inferir el ambiente de depositación.

Determinar la composición petrográfica y la procedencia de los materiales constituyentes de los niveles portadores de fósiles.

Caracterizar los paleosuelos presentes en la sucesión.

Efectuar reconstrucciones paleoambientales y paleoclimáticas.

Objetivos paleontológicos

Evaluar, identificar y describir los materiales depositados en la colección de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Evaluar los nuevos ejemplares recolectados en el marco de este proyecto.

Analizar algunos atributos tafonómicos de interés (por ejemplo bioerosiones, corrosiones, impregnaciones por óxidos, grado de articulación).

Realizar el listado taxonómico actualizado del sitio.

Interpretar el paleoambiente a partir del registro fósil.

Ajustar la biocronología y bioestratigrafía a partir de los antecedentes faunísticos.

HIPÓTESIS

Los materiales fósiles que constituyen la asociación faunística de la Formación Cerro Azul en El Guanaco se encuentran principalmente vinculados a niveles de paleosuelos y estructuras icnológicas relacionadas a éstos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de llevar a cabo la caracterización y evolución del ambiente de sedimentación de los niveles de la Formación Cerro Azul en la localidad El Guanaco se levantó el perfil sedimentológico, representado a escala 1:100.

En primer lugar se identificaron e interpretaron las facies individuales, representadas en la sucesión sedimentaria a nivel de estratos. Posteriormente se analizó la asociación de facies.

Las facies sedimentarias fueron definidas utilizando fundamentalmente criterios de campo, útiles para la interpretación de los ambientes de sedimentación. Los rasgos sedimentológicos considerados para definir las facies sedimentarias fueron: litología, textura, color, espesor, estructuras sedimentarias, características de los contactos, forma de los bancos y contenido paleontológico. Para determinar el color se comparó a las muestras de roca en seco con la tabla de colores *Rock Color Chart* (The Geological Society of America, 1995). Para su nomenclatura se ha utilizado un código de facies semejante al propuesto por Miall (1978). En dicho código, la litología se simboliza en letras mayúsculas y las estructuras sedimentarias características en letras minúsculas.

Para el análisis petrográfico, se analizaron 5 muestras del perfil. Se consideraron una por cada facies (muestra 14 para la facies Sfm y muestra 20 para la facies Fsp), además de tres muestras procedentes de los sectores con evidencias pedogenéticas. Para estimar la composición modal de las sedimentitas estudiadas se realizó el conteo de 400 puntos por cada corte con un microscopio petrográfico Nikon SMZ645, empleando un contador de puntos Prior Model G. Se obtuvieron los tamaños promedios de clasto y poro, midiendo los tamaños de 50 clastos y 10 poros por muestra, siguiendo una transecta determinada por el contador de puntos. También se efectuó una caracterización textual y diagenética de cada una de las muestras. Para la determinación textural se utilizaron las clasificaciones de Folk *et al.* (1970) y para la clasificación composicional de las areniscas la de Dott (1964) modificada por Pettijohn *et al.* (1972, 1987). La granulometría predominante se estableció con las escalas de Wentworth (1922) y Folk *et al.* (1970).

Los estudios micromorfológicos consistieron en la descripción e interpretación de los componentes, rasgos y fábricas en un paleosuelo. Las secciones delgadas fueron confeccionadas con espesores menores a lo normal (<20 μm), en portaobjetos de tamaño 4,5 cm por 2,5 cm. Para ello se utilizaron muestras orientadas verticalmente. La

terminología utilizada para describir la micromorfología de los paleosuelos es la de Bullock *et al.* (1985) con los términos en español provenientes de la traducción realizada por Stoops (1990).

El análisis paleontológico consistió en la evaluación taxonómica, anatómica y tafonómica de los ejemplares procedentes de esta localidad, depositados en la colección de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa, cuyo acrónimo es GHUNLPam y que incluye también los recolectados en el marco de esta tesina.

MARCO GEOLÓGICO

La Formación Cerro Azul se ha depositado sobre las rocas de basamento cristalino y es parte del relleno sedimentario neógeno de las cuencas de Quehué (Kostadinoff y Llambías, 2002), Macachín (Salso, 1966) y del Colorado (Kaasschieter, 1965; Yrigoyen, 1975). El basamento corresponde principalmente a Sierras Pampeanas Occidentales y Orientales (Linares *et al.*, 1980; Sato *et al.*, 1999, 2000). La Formación Cerro Azul cubre amplias extensiones de la parte central y oriental de la provincia (Linares *et al.*, 1980), pero sus afloramientos expuestos son saltuarios y generalmente se desarrollan en valles y cárcavas.

En la localidad de El Guanaco (departamento Capital), ubicada a los 36° 17' S y 64° 16' O, aflora en ambos márgenes de la ruta Nacional n° 35. El perfil fue levantado sobre la pared este del afloramiento. El espesor medido es de aproximadamente 5 m, y litológicamente está compuesto por capas alternantes, que comienzan en la base con areniscas muy finas limosas y limolitas arenosas, a las que suceden limolitas arcillo-arenosas con agregados y marcas de raíces. Estas capas se desarrollan lateralmente una distancia cercana a los 150 m.

Sobre la Formación Cerro Azul, se disponen sedimentos arenosos y suelos actuales. En la Figura 1 se presenta el mapa de ubicación y el perfil levantado en el lugar.

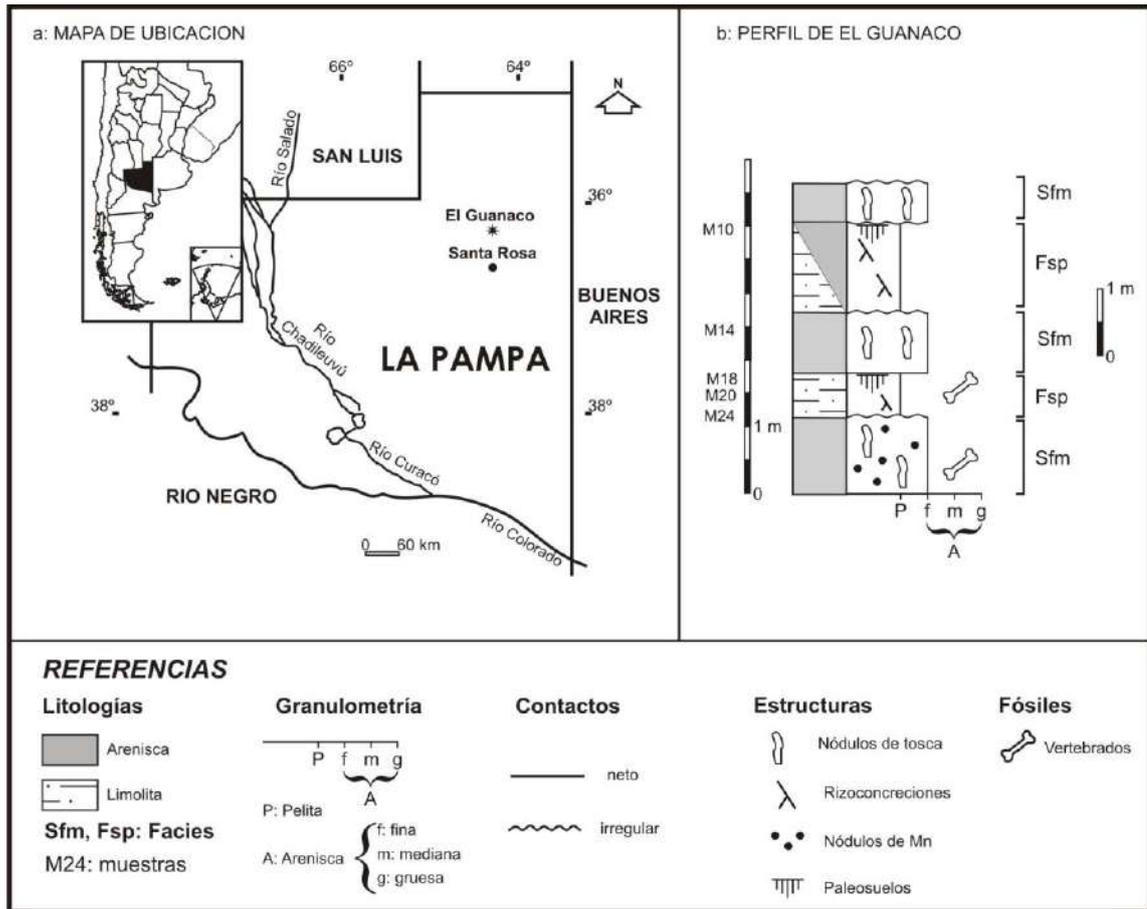


Figura 1. Mapa de ubicación y perfil de El Guanaco

ANÁLISIS DE FACIES

Se realizó el análisis de facies de los niveles de la Formación Cerro Azul en El Guanaco, con el objetivo de caracterizar el ambiente de sedimentación y su evolución temporal. Se levantó el perfil sedimentológico y se caracterizaron e interpretaron las facies individuales (Tabla 1), representadas en la sucesión sedimentaria a nivel de estratos. Finalmente se analizó la asociación de facies.

Descripción e interpretación de facies

A continuación se brinda la descripción e interpretación de las facies reconocidas en el perfil El Guanaco correspondiente a la Formación Cerro Azul (Lámina I, 1, 2 y 3).

Facies SFm: Areniscas muy finas limosas y limolitas arenosas macizas

Descripción

Esta facies está formada por areniscas muy finas limosas, areniscas muy finas limo-arcillosas y areniscas muy finas color rosa anaranjado pálido (5 YR 7/2), friables y de aspecto pulverulento, generalmente macizas (Lámina I, 1). No se observa el contacto inferior; los contactos de las capas superiores son netos y la geometría externa es mantiforme. Una capa se presenta cementada por carbonato de calcio. Se encuentran concreciones cilíndricas con desarrollo vertical dominante. Se observaron restos de vertebrados fósiles *in situ*. En esta facies se encontraron trazas circulares con relleno macizo, solo levemente laminado en la base. Las que pudieron ser medidas presentan 20 cm de largo máximo y 16,7 cm de ancho máximo aproximadamente (Lámina V, 1). Esta facies presenta un espesor máximo aproximado de 2,6 m.

Interpretación

A las capas pertenecientes a esta facies se las interpreta como depósitos eólicos loéssicos, sobre la base de la uniformidad del tamaño de grano, la falta de estructuras sedimentarias primarias, la depositación en manto y la ausencia de contactos erosivos (Pésci, 1968, 1990; Smalley y Vitta-Finzi, 1968; Pye, 1987; Johnson, 1989; Spalletti, 1992). Las trazas podrían interpretarse como paleocuevas. Las concreciones calcáreas alargadas verticalmente responden a rizoconcreciones en los casos en los que se desarrolla un paleosuelo en la capa superior.

Facies FSp: Limolitas arcillo-arenosas con agregados (peds) y marcas de raíces

Descripción

Esta facies está formada por limolitas arcillo-arenosas, friables, color pardo claro (5YR 6/4) en el sector inferior; tornándose más oscuro en la parte superior del estrato (Lámina I, 1), llegando a pardo rojizo pálido (10R 5/4). El contacto superior es neto y abrupto, el inferior irregular. La geometría externa es tabular. Presenta agregados (peds) con estructura en bloques (Lámina I, 2), generalmente de tipo prismático (Retallack, 1988). También se observan marcas de raíces y rizolitos carbonáticos (Lámina I, 3). La

concentración de estructuras producidas a partir de raíces es variable, desde escasa a abundante. El tamaño de estas estructuras se encuentra en dos rangos: las más pequeñas de 0,5 cm a 0,2 cm de diámetro por 1 a 5 cm de largo, y las más grandes de 1 a 3 cm de diámetro por 5 a 15 cm de largo. El espesor de las capas es relativamente constante, variando entre 0,4 y 0,7 m. El espesor total de esta facies es de 1,5 m. Se observaron restos de vertebrados fósiles *in situ*.

Tanto las trazas de raíces como los restos fósiles hallados en esta facies presentan roturas, bastante rectas, cuyas superficies coinciden con las superficies de separación entre agregados (peds).

Interpretación

A la facies *FSp* se la interpreta como paleosuelo a partir de la presencia de peds, marcas de raíces, rizolitos, y considerando su geometría externa tabular, el espesor relativamente constante y el tipo de contactos: inferior irregular y superior neto (Retallack, 1988). El cambio de color, de más oscuro a más claro hacia la parte inferior, podría indicar el movimiento vertical de arcillas y coloides desde horizontes superiores que han sido erodados.

Facies	Litología y estructuras	Interpretación
<i>SFm</i>	Areniscas muy finas limosas y limolitas arenosas macizas	Depósito eólico limoso o de grano fino (loess)
<i>FSp</i>	Limolitas arcillo-arenosas con agregados y marcas de raíces	Paleosuelos

Tabla 1. Resumen de las facies identificadas en El Guanaco y su interpretación

Paleoambientes de sedimentación

La definición de la asociación de facies surge de la interrelación espacial observada entre las distintas facies sedimentarias. La misma se manifiesta en el análisis vertical de la

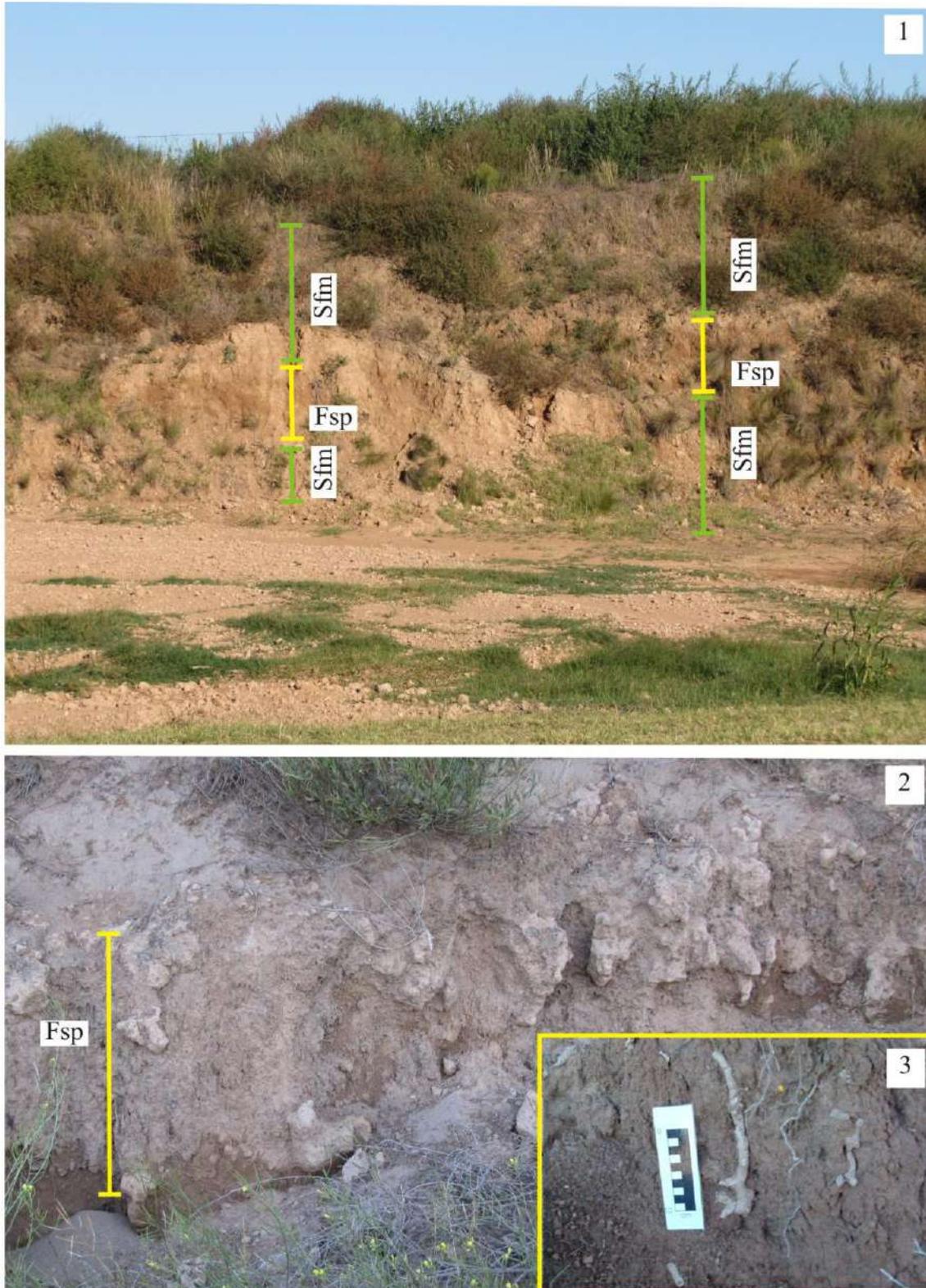


Lámina I. Foto 1: Vista general del afloramiento El Guanaco con indicación de las facies Sfm y Fsp; Foto 2: Detalle del paleosuelo inferior con estructura blocosa; Foto 3: Detalle de los rizolitos carbonáticos presentes en el paleosuelo inferior.

sucesión y sirve para caracterizar a los sistemas depositacionales. Su distribución lateral y vertical puede utilizarse para inferir la evolución del sistema depositacional.

Asociación de facies presente en El Guanaco

Descripción

La asociación está compuesta por una alternancia cíclica de facies SFm y FSp, caracterizándose por presentar una granulometría bastante uniforme.

Interpretación paleoambiental

A la asociación de facies se la interpreta como una sucesión de loess y paleosuelos. En particular, el viento transportó los sedimentos más finos como los limos y las arcillas, depositándolos en una cuenca con espacio disponible (facies *SFm*); estos depósitos, interpretados como loessitas, alternaron con etapas de menor tasa de sedimentación y mayor estabilidad paisajística que permitieron el desarrollo de paleosuelos incipientes (facies *FSp*).

Se las interpreta como loessitas sobre la base de las siguientes características: facies sedimentarias con predominio de limolitas, acompañadas de areniscas y arcilitas, ausencia de estructuras sedimentarias mecánicas internas, nódulos calcáreos, bioturbación vertical, desarrollo de paleosuelos y vertebrados fósiles continentales. Estos caracteres coinciden con los propuestos por Spalletti (1992) para la identificación de este tipo de depósitos.

Un modelo similar de sedimentación fue observado por Johnson (1989) para la Formación Marroon (del Carbonífero Superior al Pérmico Inferior de Colorado, USA), a la que interpreta como integrada principalmente por loessitas (loess litificado). Este autor indica que las loessitas muestran las siguientes características: 1) homogeneidad y predominio de las facies de limolitas arenosas y areniscas limosas, 2) la falta relativa de estructuras sedimentarias primarias, 3) el carácter transicional de muchos de los contactos y la estratificación en manto de las capas y 4) el ambiente paleogeográfico inferido.

ANÁLISIS PETROGRÁFICO

En este punto se presentan los resultados obtenidos a partir de los estudios petrográficos realizados en las muestras de las sedimentitas del perfil El Guanaco, los cuales son utilizados para clasificarlas petrográficamente. El análisis incluyó observaciones de campo, con la lupa binocular y con el microscopio petrográfico.

Siguiendo a Folk *et al.* (1970) y Pettijohn *et al.* (1987) se eligió como límite de tamaño de la matriz a los 30 micrones. De acuerdo a la propuesta de estos autores, son consideradas areniscas también aquellas rocas conformadas por limo grueso. Por lo tanto, el nombre limolita se reserva para aquellas sedimentitas formadas por más del 50% de granos de tamaño menor a este valor.

Petrografía y clasificación

En el Anexo I se encuentran las planillas de descripción petrográfica con todos los datos de las muestras analizadas. En el Anexo II se consignan los resultados de los análisis petrográficos en dos tablas, en la Tabla 1 se indican los componentes básicos (clastos, matriz, cemento y poros) y en la Tabla 2 se consigna el detalle de la composición modal clástica.

Areniscas muy finas limosas y limolitas arenosas

Corresponden a las sedimentitas que pertenecen a la facies *SFm*. Es la litología más característica de este perfil (muestras 10 y 14).

Descripción

Desde el punto de vista textural, corresponden a **areniscas limosas y limolitas arenosas**. El tamaño de grano que predomina es el de **limo** y el color rosa anaranjado pálido (5YR 7/2). La selección es pobre a moderada. Presentan textura flotante, con cemento arcilloso y carbonático.

Entre sus componentes básicos, los clastos varían entre un 29,5% y un 31,25%, con un promedio del 30,38%. No presentan matriz. El cemento arcilloso varía entre el 24,25%

y el 33,50%, y el cemento carbonático varía entre el 42,25% y el 33,50%. La porosidad es variable, dependiendo de la proporción de cemento.

De acuerdo a la composición corresponden a **grauvacas líticas** según la clasificación de Dott, (1964) modificada por Pettijohn *et al.* (1972, 1987; Figura 2) o **litoarenita a litoarenita feldespática** según Folk *et al.* (1970; Figura 3).

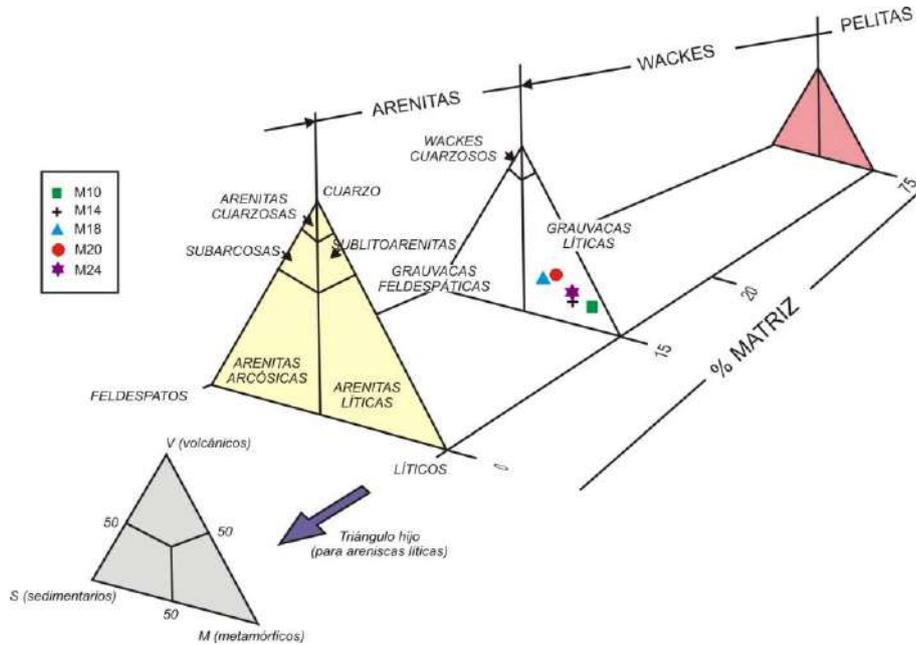


Figura 2. Ubicación de las muestras de El Guanaco en el diagrama de clasificación petrográfica propuesto por Dott (1964) modificado por Pettijohn *et al.* (1972, 1987)

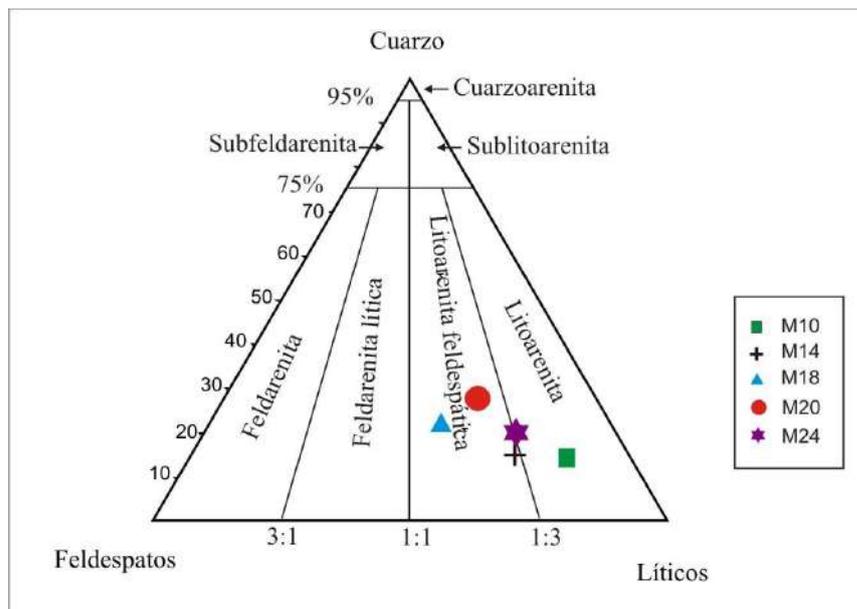


Figura 3. Clasificación de las areniscas muy finas limosas y limolitas arenosas de El Guanaco según Folk *et al.* (1970)

En cuanto a la composición se pudo determinar que el 63,41% de los clastos son fragmentos líticos, de los cuales, el 36,8% son líticos volcánicos (Lámina II, 1, 3 y 9); el 23,84% vidrio volcánico (Lámina II, 4 y 7); el 3,74% de hierro; el 1,69% piroxenos; el 1,6% minerales opacos y el 0,83% micas (Anexo II, Tabla 2).

Los fragmentos de rocas volcánicas son subredondeados a subangulosos, presentando fundamentalmente recubrimientos arcillosos. Es común encontrar agregados redondeados englobando a varios clastos. También se observaron plagioclasas alteradas con textura en tablero de ajedrez y reemplazo parcial por otro cristal. El vidrio se presenta como trizas (Lámina II, 7) y fluidal (Lámina II, 4).

Los feldespatos están representados por un 17,56% del total de los clastos. Dentro de éstos predominan las plagioclasas (15,56%), subhedrales, tabulares, macladas y zonadas (Lámina II, 1, 8 y 9). En general se presentan límpidas, aunque en algunas se pudo observar la textura en tablero de ajedrez. Entre los feldespatos potásicos se observó únicamente ortosa en escasa cantidad (4%; Lámina II, 1).

El cuarzo representa el 14,81% del total de los clastos (Lámina II, 1), encontrándose solo cuarzo monocristalino, que se presenta generalmente incoloro, anhedral, con extinción normal, en granos subangulosos a subredondeados y límpido.

Escasos clastos se advierten alterados, pueden verse reemplazos parciales en algunas plagioclasas. La mayoría de éstas están frescas, lo que demuestra su mezcla en el momento de la depositación

El cemento está representado por dos tipos: carbonático y arcilloso, con un máximo del 42,25% de cemento carbonático (Lámina II, 2). El cemento carbonático se presenta como granular y microgranular, mientras que el arcilloso aparece fluidal.

La porosidad es secundaria y se presenta en escasa proporción, llegando al 4%. Está vinculada a la presencia de raíces y a la cantidad de cemento. La porosidad es de tipo secundaria (Lámina II, 5).

Las manifestaciones de procesos diagenéticos son: películas pigmentantes y recubrimientos arcillosos, disolución interna y reemplazo, alteración en plagioclasas con textura en tablero de ajedrez y presencia de poros alargados, con paredes rugosas, ocasionados por raíces.

La historia diagenética parece haber sido de precipitación de cemento carbonático y formación de cemento arcilloso producto de pedogénesis.

Limolitas arcillo-arenosas

Corresponden a las sedimentitas pertenecientes a las facies *FSp*, que han sido afectadas fuertemente por la pedogénesis. Es la segunda litología más característica (muestras 18, 20 y 24).

Descripción

Desde el punto de vista textural corresponden a **limolitas arcillo-arenosas**. El tamaño de grano que predomina es el de **limo grueso** y el color general pardo claro (5YR 6/4) a pardo rojizo pálido (10R 5/4). Está pobremente a mal seleccionada. Las limolitas presentan cemento carbonático en algunos casos, pero en general tienen un alto porcentaje de material arcilloso (Lámina II, 5).

Entre sus componentes básicos, cuyas proporciones pueden observarse en la Tabla 1 del Anexo II, los clastos varían entre un 26,5% y un 32%, con un promedio del 28,58%. No poseen matriz. La muestra 24 carece de cemento carbonático. Las demás muestras presentan los dos tipos de cemento: carbonático y arcilloso, encontrándose éste último en mayor proporción. La porosidad varía entre 8% y 3%, dependiendo de la proporción de raíces y de la cantidad de cemento.

Se infiere la generación de las limolitas a partir de las wackes líticas que las infrayacen en cada uno de los estratos, por pedogénesis de estas últimas. El cambio de color, la disminución del tamaño de grano y la presencia de mayor cantidad de materiales arcillosos son indicios de destrucción de los materiales originales.

En cuanto a la composición, se pudo determinar que el 56,38% de los clastos son principalmente fragmentos líticos: de los cuales, 22,68% vidrio volcánico; el 11,13% son líticos volcánicos; el 7,79% opacos; el 6,52% alteritas; el 4% micas; el 0,92% anfíboles; el 0,78% piroxenos y el 0,78% hierro (Tabla 2 del Anexo II).

Los fragmentos de rocas volcánicas están subredondeados, a veces subangulosos. Es común encontrar poros con recubrimientos de arcilla (cutanes). Los anfíboles están representados por hornblenda común del tipo verde y parda, y hornblenda basáltica o lamprobolita (Lámina II, 6), diferenciada por el típico color caramelo y el ángulo de extinción menor a la común. El vidrio se presenta como trizas.

Dentro de los feldespatos, representados por un 25,79% del total de los clastos, predominan las plagioclasas (17,63%) sobre la ortosa (7,16%).

Con respecto al cuarzo, sólo se encuentran individuos monocristalinos que representan un 23,45% del total de los clastos.

El cemento que predomina es arcilloso, con un máximo del 65%.

La porosidad es baja, llegando al 8%, vinculada a la presencia de raíces y a la cantidad de cemento. La porosidad es de tipo secundaria. Los poros son de mayor tamaño, alargados y circulares, y se presentan en mayor proporción que en las muestras de la facies *Sfm*.

La historia diagenética comienza con la cementación por carbonatos y posterior depositación de arcilla alrededor de los poros (cutanes) y porosidad producida por raíces.

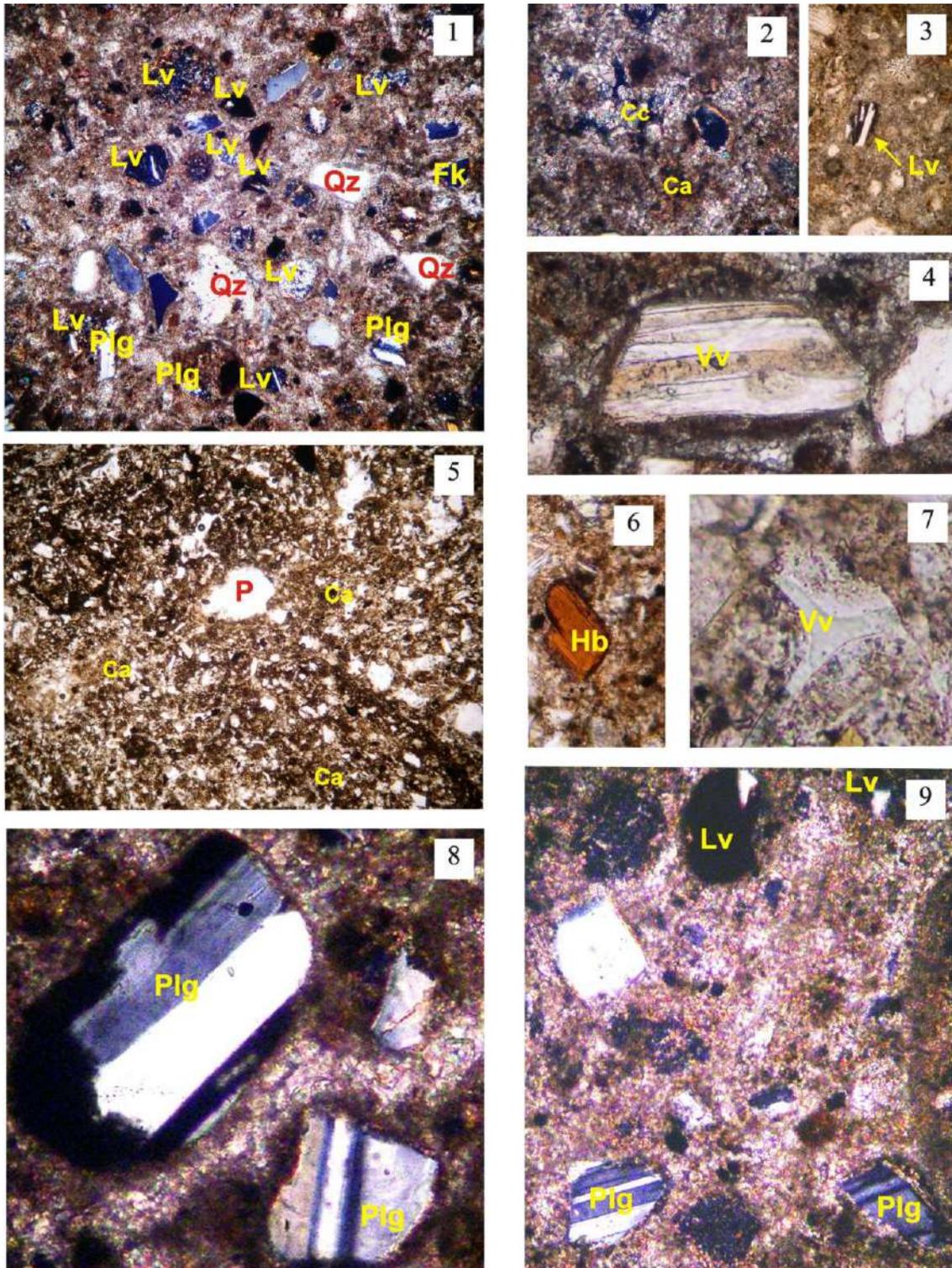


Lámina II. Foto 1: m10, vista general, nc, 10x; Foto 2: m10, vista general, lp, 4x; Foto 3: m10,lp, 20x; Foto 4: m14, lp, 10x, vidrio fluidal; Foto 5: m24, lp,10x; Foto 6: m20, Hb, lp, 20x; Foto 7: m24, lp, 10x, triza vítrea; Foto 8: m14, nc, 20x, Foto 9: m14, nc, 10x.

Referencias: Qz: Cuarzo monocristalino; Plg: Plagioclasa; Fk: Feldespatopotásico; Lv: Lítico volcánico; Vv: Vidrio volcánico; Cc: Cemento carbonático; Ca: Cemento arcilloso; Hb: Hornblenda basáltica, P: Poro; m: Muestra; nc: Nícoles cruzados; lp: Luz paralela, x: Aumento.

ANÁLISIS MICROMORFOLÓGICO

Identificación micromorfológica de los paleosuelos

La presencia de un paleosuelo puede confirmarse por la manifestación de características micromorfológicas de origen pedogenético, tales como la alteración en los minerales, los canales de origen vegetal o animal, los pellets fecales, las raíces, los pseudomorfos calcíticos de raíces, las fábricas de birrefringencia y los recubrimientos de arcillas iluviales (Retallack y Wright, 1990). En general, es preferible basarse en un conjunto de características, ya que en forma individual raramente son diagnósticas de un suelo (Brewer, 1972). El análisis de los rasgos micromorfológicos a través de una sucesión vertical puede respaldar la interpretación pedogenética macroscópica y ayudar a diferenciar suelos inciertamente definidos en el campo (Kemp, 1999).

En El Guanaco, se identificó en el campo un paleosuelo que corresponde a la facies *Fsp*, en el sector inferior del perfil. En el sector superior de la sucesión pueden verse marcas de raíces, pero las características pedogenéticas no son continuas lateralmente y se ven interrumpidas numerosas veces. Por ello se realizó la micromorfología de las cinco muestras tomadas, para buscar en ellas evidencias pedogenéticas.

Características micromorfológicas de los niveles de la Formación Cerro Azul en El Guanaco

Las características micromorfológicas observadas en las muestras de este perfil se encuentran en la Tabla 3 del Anexo III. Se realizó una estimación semicuantitativa de la abundancia de cada una de ellas. Las características observadas se muestran en las Láminas III y IV y son las siguientes:

Microestructura y masa basal

Las microestructuras que predominan son: canales y cavidades (Lámina III, 1) por un lado y esponjosa (Lámina III, 2) por otro. Los canales se desarrollan a lo largo de todo el perfil, mientras que la muestra 24 presenta una combinación de canales con cavidades y esponjosa. Con respecto a la constitución de la masa basal, estimada por la relación $g/f_{20\mu}$

(relación entre gruesos y finos con un límite de 20μ), es generalmente 2:3 para las muestras 10 y 24 y de 3:2 para las muestras restantes.

Fábricas de birrefringencia

Las fábricas predominantes son cristalíticas en las muestras 10, 14 y 18 (Lámina III, 5), cristalítica y moteada en la muestra 20, y moteada en la muestra 24 (Lámina III, 3).

Agregados

La presencia de agregados (Lámina III, 4) aumenta desde los estratos inferiores hacia arriba, aunque los de la muestra 24 (que corresponde al paleosuelo inferior) son de mayor tamaño y están mejor desarrollados. Los agregados presentan fábrica moteada en mosaicos (Lámina III, 5). Se diferencian de la masa basal por las fábricas de birrefringencia y la relación g/f, pero sobre todo por su coloración más oscura, debido a la concentración de arcillas

Concentraciones de arcillas (coatings)

Las concentraciones de arcilla, resultantes de la acumulación por iluviación de material fino proveniente de los horizontes eluviados superiores, son abundantes en la muestra 24 (que sería tentativamente considerado como un horizonte Bt). La mayoría son revestimientos impuros, poco laminados, alrededor de canales y cavidades (Lámina III, 6 y 7). Muy pocos se desarrollan alrededor de granos (Lámina III, 8). También se encuentran revestimientos arcillosos límpidos escasos.

Concentraciones de Fe

Pueden observarse algunas aisladas en la muestra 10 (Lámina IV, 1).

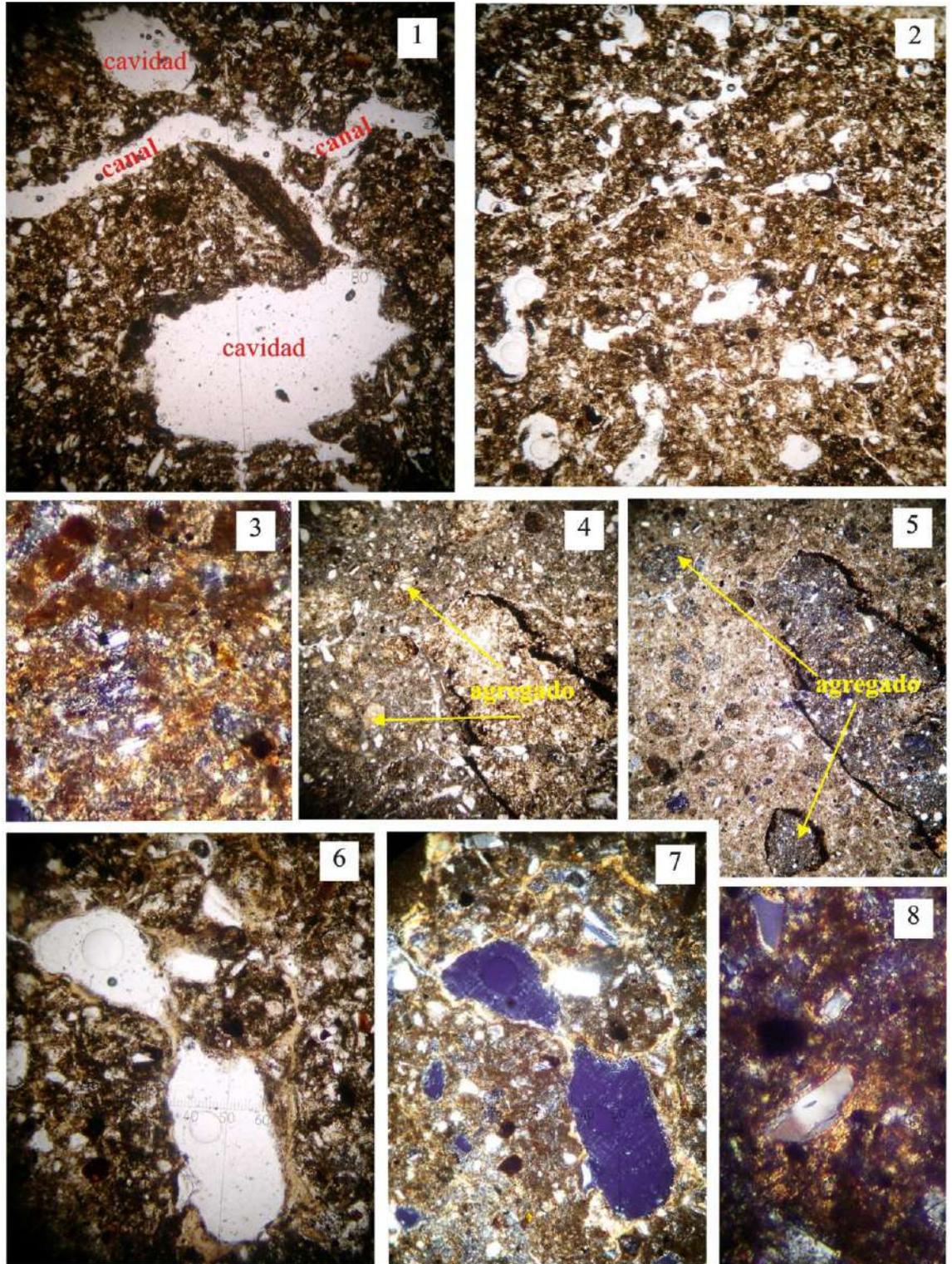


Lámina III. Foto 1: Microestructura basal en canal y cavidades, lp, 4x; Foto 2: Microestructura basal esponjosa, lp, 4x; Foto 3: Fábrica b moteada, nc, 20x; Foto 4: Agregados, lp, 4x; Foto 5: Fábrica b cristalítica y agregados con fábrica b moteada, nc, 4x; Foto 6: Concentraciones de arcilla alrededor de cavidades, lp, 10x; Foto 7: Concentraciones de arcilla, nc, 10x; Foto 8: Concentraciones de arcilla alrededor de granos, nc, 20x. Referencias: se nombran en la Lámina II.

Concentraciones de Mn

Las concentraciones de óxidos de Mn se presentan preferencialmente como nódulos difusos (Lámina IV, 4) e hiporrevestimientos (Lámina IV, 2) en cantidades apreciables en la muestra 24. También se presentan algunos nódulos fuertes (Lámina IV, 3). Los hiporrevestimientos se encuentran generalmente en los agregados (todas las muestras). Tanto los nódulos difusos como los hiporrevestimientos son rasgos que se observan *in situ*.

Rasgos de concentraciones calcíticas

Los rasgos de concentraciones calcíticas que se han observado son hiporrevestimientos (Lámina IV, 5 y 6), generalmente de canales. Son más abundantes en el sector superior del perfil.

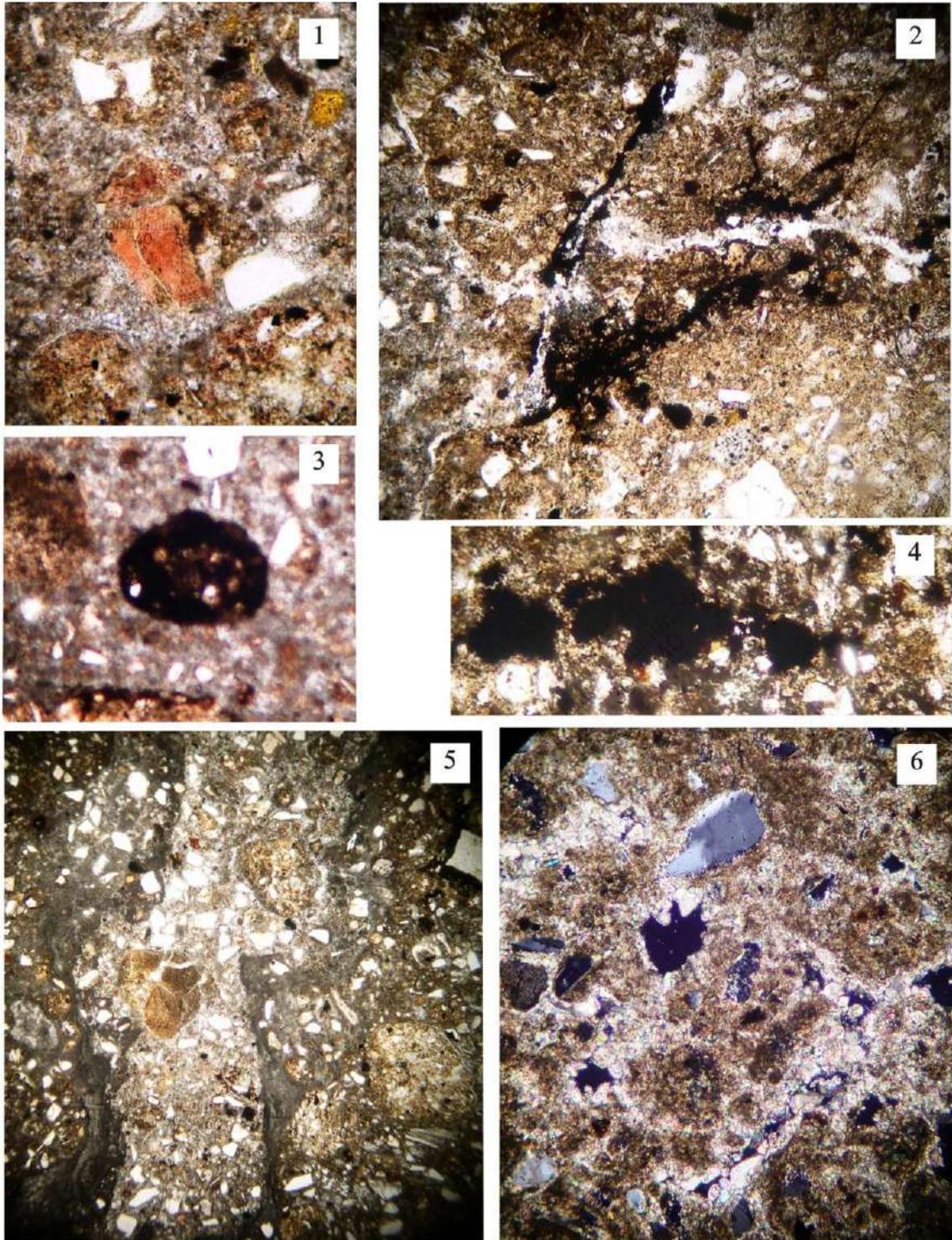


Lámina IV. Foto 1: Concentración de hierro, lp, 10x; Foto 2: Concentración de Mn en canales, lp, 4x; Foto 3: Nódulo fuerte de Mn, lp, 4x; Foto 4: Nódulo difuso de Mn, lp, 4x; Foto 5: Concentraciones calcíticas en canales, lp, 4x; Foto 6: Concentraciones calcíticas alrededor de canales, nc, 10x.

Referencias: se nombran en la Lámina II.

ASOCIACIÓN FAUNÍSTICA

Las primeras menciones de vertebrados fósiles de La Pampa corresponden a Ameghino (1904), Rovereto (1914), Kraglievich (1932) y Rusconi (1934) quienes describieron mamíferos hallados en la zona central y este de la provincia. Ya a mediados del siglo XX, comenzaron a estudiarse sistemáticamente los afloramientos con mamíferos fósiles. Se destacó el afloramiento de Salinas Grandes de Hidalgo (departamento Atréucó), cuyas barrancas aportaron numerosos restos de mamíferos asignados a Xenarthra, Marsupialia, Litopterna, Notoungulata, Rodentia y Carnívora y también restos de aves (Pascual y Bocchino, 1963; Pascual *et al.*, 1965; Ortega Hinojosa, 1967; Zetti, 1967, 1972 a y b; Campbell y Tonni, 1980, 1981; Tambussi, 1987; Vizcaíno y Fariña, 1999).

El incremento en el conocimiento de la diversidad faunística de la Formación Cerro Azul, permitió detectar diferencias en la composición entre algunas de las asociaciones exhumadas. Ello, junto con el análisis particular de los caracteres dentarios de algunos taxa, sobre todo de roedores Ctenomyidae y Echimyidae, facilitó la identificación de procesos anagenéticos (Verzi, 1994, 1999, 2002; Verzi *et al.*, 2003, 2008; Sostillo, 2009). Recientemente Verzi *et al.* (2008) propusieron un esquema biocronológico para el Mioceno tardío de la región central de la Argentina basado en el patrón de cambio anagenético observado en el linaje *Chasichimys* – *Xenodontomys* (Rodentia, Ctenomyidae).

De acuerdo a ese esquema, la localidad de El Guanaco contiene fauna Huayqueriense (Mioceno tardío). Se han descripto los marsupiales (Goin *et al.*, 2000; Forasiepi *et al.*, 2009), dasipódidos (Esteban *et al.*, 2001; Urrutia *et al.*, 2008) y roedores ctenómidos (Verzi *et al.*, 1991) recuperados de esos niveles de la Formación Cerro Azul. Sin embargo, como ya se indicó, la asociación faunística completa no ha sido evaluada hasta el momento.

La colección de restos fósiles estudiada, depositada en la Colección de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales está compuesta por 578 ejemplares, entre los que están representadas dos clases de vertebrados: anfibios y mamíferos. También se tuvieron en cuenta dos ejemplares que proceden de esta localidad y que se encuentran depositados en la Colección del Museo de La Plata. Se identificaron los órdenes de anfibios y mamíferos que constan en la Tabla 2, en la que se consignan los números de colección y la cantidad

de ejemplares presentes. La descripción de cada ejemplar recuperado se brinda en el Anexo IV.

	GHUNLPam	Nº ejemplares
ANURA	nº de colección	1
	nº de ejemplares	1
SPARASSODONTA	nº de colección	1
	nº de ejemplares	1
DIDELPHOIDEA	nº de colección	4
	nº de ejemplares	4
ARGYROLAGIDA	nº de colección	1
	nº de ejemplares	1
XENARTHRA	nº de colección	15
	nº de ejemplares	51
NOTOUNGULATA	nº de colección	64
	nº de ejemplares	140
LITOPTERNA	nº de colección	2
	nº de ejemplares	2
RODENTIA	nº de colección	78
	nº de ejemplares	167
Mammalia indet.	nº de colección	30
	nº de ejemplares	211
TOTALES		196
		578

Tabla 2. Números de colección y cantidad de ejemplares de los grupos de vertebrados presentes

El ítem Mammalia indet. incluye porciones de diferentes elementos esqueléticos (principalmente postcraneanos), que carecen de atributos suficientes para ajustar más su identificación taxonómica (211 ejemplares, 36,51%). Los Anfibios Anura y los diferentes órdenes de mamíferos presentan la distribución que se muestra en la Figura 4.

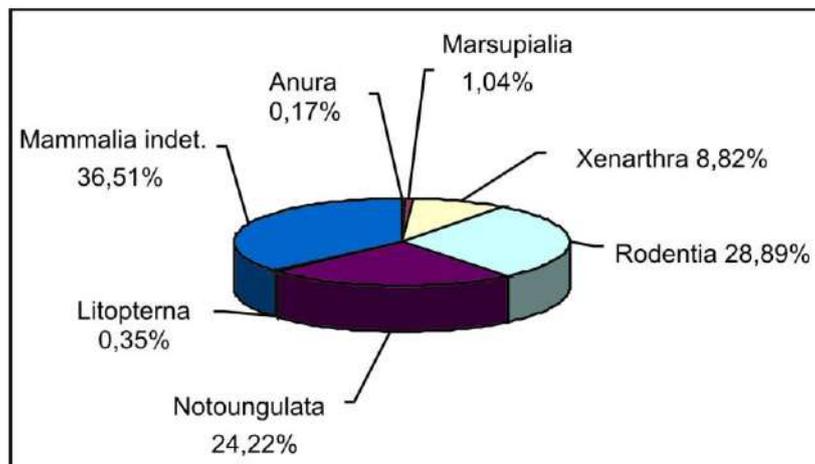


Figura 4. Diagrama de distribución de los diferentes órdenes de anfibios y mamíferos fósiles encontrados en El Guanaco

Entre los mamíferos, los marsupiales están representados por los órdenes Sparassodonta, Didelphoidea y Argyrolagida, y constituyen apenas un poco más del 1% de los ejemplares determinados taxonómicamente. Sin embargo, muestran una alta diversidad, ya que representan el 24,53% de los taxones determinados en El Guanaco. *Achlysictis* cf. *A. lelongi*, es un taxón que también está presente en niveles de la Formación Cerro Azul en Quehué y Salinas Grandes de Hidalgo, *Hesperocynus dolgopola* está presente en Quehué, Telén, Salinas Grandes de Hidalgo y Laguna Chillhué, *Hyperdidelphys pattersoni* fue hallada también en Telén y *Microtragulus rusconii* en Bajo Giuliani (Goin *et al.*, 2000; Forasiepi *et al.*, 2009).

Los representantes del orden Rodentia constituyen el 28,89% del total de restos determinados, mientras que los Notoungulata y los Xenarthra el 24,22% y 8,82% respectivamente. El alto porcentaje de restos asignados a este último orden es un dato que debe ser tomado con precaución. No implica un alto número de individuos, ya que solo se recuperaron placas aisladas del caparazón, estructuras óseas que fácilmente se desarticulan (Montalvo, 2004). Los demás órdenes tienen un porcentaje menor de representatividad (Figura 4).

Los Rodentia están muy poco diversificados (20%), sólo un taxón representa a las familias Chinchillidae (51,50%) y Ctenomyidae (11,98%) respectivamente, en tanto los Caviidae (8,38%) están representados al menos por las Subfamilias Dolichotiinae y Caviinae. La baja diversidad de roedores en El Guanaco es un aspecto destacable en el contexto de las asociaciones faunísticas de la Formación Cerro Azul. En Telén, por ejemplo, el 29,79% de los taxones son roedores y en Caleufú, el porcentaje de roedores es apenas menor (28,21%) (Montalvo *et al.*, 2008; Verzi y Montalvo, 2008). Se destaca la abundancia de restos asignados a Chinchillidae. Se trata de *Lagostomus (Lagostomopsis)* sp. Los ejemplares son muy fragmentarios y un porcentaje alto lo constituyen molares aislados o incluso láminas de molares aislados. Este alto grado de fragmentación dificulta su interpretación, tanto en los aspectos taxonómicos como en su frecuencia. Entre los Ctenomyidae, como ya se indicó, la presencia de un cronomorfo del roedor *Xenodontomys simpsoni* en esta localidad fue propuesto como un indicador de la antigüedad de esta asociación faunística (Verzi *et al.*, 2008).

Los Notoungulata están principalmente representados por el Hegetotheriidae *Paedotherium minor* (99,3%) y sólo un ejemplar corresponde a un fragmento de molar de un Mesotheriinae indet.

	%	%	%	%	%	%	
<i>Localidades</i>	Marsupialia	Xenarthra	Notoungulata	Litopterna	Rodentia	Carnívora	Total
El Guanaco	1,64	13,93	38,25	0,55	45,63	0	366
Salinas De Hidalgo	0,54	69,4	18,99	0,54	5,67	0,18	1.111
Bajo Giuliani	1,16	37,77	23,97	0,24	16,61	0	1.164
Laguna Chillhué	0,31	55,45	19,06	0,36	12,69	0	1.962
Quehué	0,57	38,6	21,38	0	7,76	0,05	2.114
Caleufú	0,59	15,31	24,06	0,31	28,16	0,06	3.200
Telén	0,34	49,83	11,69	0,23	11,46	0,11	4.730
Estancia Don Mariano	0	39,51	18,52	0	18,52	0	81
Cerro El Chanco	0	45	9,73	0	10	0	40
Laguna Guatraché	1,16	68,6	5,81	1,16	11,63	0	86
Cerro De Los Guanacos	0	31,75	53,97	0	14,29	0	126
Barrancas Coloradas	0	27,34	19,14	0	28,52	0	256
Cerro De La Bota	0	44,59	9,73	0	0,71	0	370
Puesto Colorado	0,2	68,1	8,38	0,2	12,68	0	489
Loventué	0,31	65,07	16,69	0,16	9,58	0	647

Tabla 3. Relación en porcentaje de restos asignados a cada grupo de mamíferos entre distintas localidades de la Formación Cerro Azul

Los Litopterna son escasos y solo se han preservado molares aislados o fragmentos de los mismos.

Se comparó el porcentaje de ejemplares asignados a cada orden con el de otras localidades fosilíferas de la Formación Cerro Azul (Tabla 3). En cada asociación faunística se incluyó solo el número de ejemplares asignados a alguno de los órdenes de mamíferos presentes.

Los Dasypodidae constituyen el grupo más frecuente dentro de los Xenarthra (98,04%) y están representados por 4 taxones (Urrutia *et al.*, 2008) y una sola placa se incluyó en los Glyptodontidae. *Chasicotatus ameghinoi* se encuentra en la mayoría de los afloramientos de la Formación Cerro Azul, situación similar a la que ocurre con *Doellotatus inornatus*. En cambio *Chorobates* cf. *Ch. villosissimus* es un taxón que se encontró exclusivamente en esta localidad y en Caleufú, mientras que *Macrochorobates chapadmalensis* solo es compartido con la asociación de Barrancas Coloradas (Urrutia *et al.*, 2008).

Evaluación tafonómica de los materiales recuperados

Datos de campo

La asociación faunística de El Guanaco fue recuperada en un área expuesta reducida de la Formación Cerro Azul. Su densidad areal resultó muy baja. Los restos se encontraron principalmente *in situ*, pero muy dispersos. No fueron encontrados restos asociados a las paleocuevas reconocidas. Se destaca el alto grado de desarticulación observado y también el alto grado de rotura de los ejemplares recobrados.

Representación anatómica

Entre los mamíferos, y a fin de evaluar la preservación de los restos recuperados se analizaron los diferentes elementos esqueléticos independientes de su asignación taxonómica de detalle. Entre estos elementos predominan los molares aislados. En la Figura 5 se muestra esta representación anatómica.

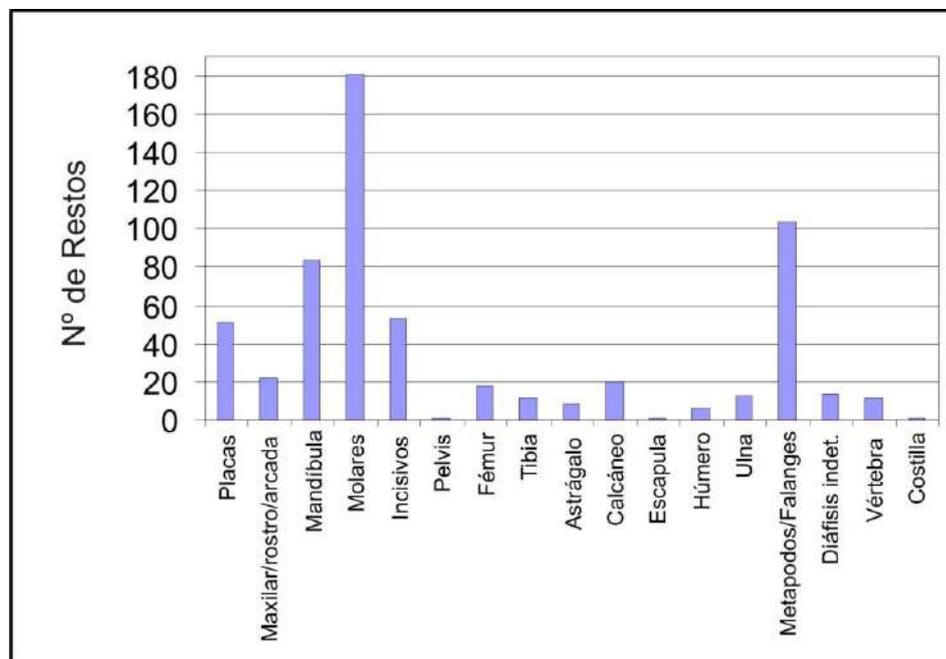


Figura 5. Representación anatómica de los diferentes elementos esqueléticos

Si en la evaluación no se incluye el material craneal, la representación anatómica cambia y entre los elementos postcraneales predominan los metápodos y falanges (Tabla 4).

Elementos anatómicos	Nº de ejemplares
Pelvis	1
Fémur	18
Tibia	11
Astrágalo	8
Calcáneo	20
Escápula	1
Húmero	6
Ulna	13
Metapodo/Falange	103
Diáfisis indet.	14
Vértebra	11
Costilla	1
Placas	51

Tabla 4. Número de ejemplares asignados a cada uno de los elementos esqueléticos

Fue indicado, en el contexto del análisis tafonómico de varias localidades faunísticas de la Formación Cerro Azul que la representación anatómica de los micromamíferos (muy abundantes en El Guanaco) está sesgada hacia los elementos craneanos que en general son más abundantes que los postcraneanos y además hacia la preservación de los elementos esqueléticos más resistentes como paladares, hemimandíbulas, dientes, metápodos y falanges (Montalvo *et al.*, 2008). En el caso de El Guanaco, la abundancia de material craneal sobre el postcraneal obedece fundamentalmente a la presencia frecuente de dientes aislados, ya que es muy alto el grado de rotura entre los elementos del cráneo (Figura 6).

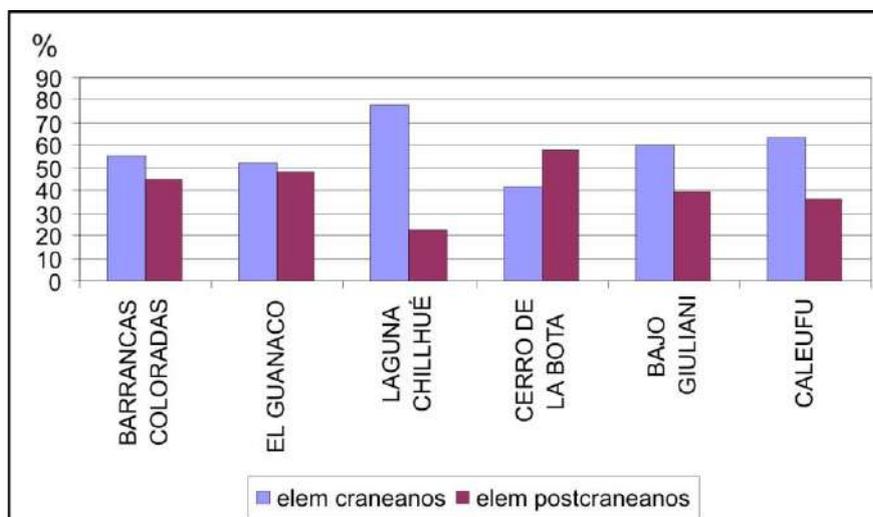


Figura 6. Elementos craneanos y postcraneanos en varias localidades faunísticas de la Formación Cerro Azul

Otros atributos tafonómicos

Se realizó el análisis de algunos atributos tafonómicos, su frecuencia se muestra en la Tabla 5, y en general los datos son coincidentes con los obtenidos previamente por Verzi *et al.* (2008) para esta localidad.

	EL GUANACO
Nº de restos evaluados	366
Grado de articulación	0,35% de los ejemplares evaluados
Grado de rotura	alto – roturas diagenéticas
Marcas de dientes	≤ 1% de los ejemplares evaluados
Digestión	sin evidencias
Abrasión	sin evidencias
Meteorización	1% de los ejemplares evaluados
Corrosión	1% de los ejemplares evaluados
Impregnaciones por óxidos de manganeso	80% de los ejemplares evaluados
Desarrollo de encostramientos calcáreos	2% de los ejemplares evaluados
Inclusión en concreciones calcáreas	1% de los ejemplares evaluados
Presencia de rizolitos adheridos a la superficie	1% de los ejemplares evaluados

Tabla 5. Frecuencia de atributos taxonómicos de los restos encontrados en El Guanaco

El grado de articulación entre elementos del esqueleto fue muy bajo, limitado a hemimandíbulas asociadas a paladares o a placas (Lámina V, 2). No se identificaron especímenes con marcas de dientes o de mordida, marcas que en otras asociaciones de la Formación Cerro Azul fueron relacionadas con actividades de consumo y/o carroñeo.

Como se indicó, el grado de rotura de todos los elementos esqueléticos es alto. Prevalen las roturas de tipo lisa, perpendicular al eje mayor del ejemplar (Marshall, 1989).

Las evidencias de meteorización previa al enterramiento son escasas ya que los más abundantes son los restos sin modificación de la superficie (grado 0 de acuerdo a Andrews, 1990), pero también hay algunos ejemplares con resquebrajamiento superficial y descamación ósea, y otros con diferentes grados de modificación en la dentina de los

molariformes, que va desde un agrietamiento de su superficie hasta la rotura y pérdida de parte de la misma en la zona expuesta del diente (grados 1 y 2, Andrews, 1990).

Fueron identificados restos con evidencias de corrosión, cuyo origen es de difícil interpretación, pero que se pueden atribuir a ácidos o a microorganismos del suelo.

En esta asociación son muy frecuentes los restos con impregnaciones por óxidos de manganeso (Lámina V, 3); hay una gradación en la intensidad de las mismas, de modo tal que hay desde especímenes muy poco afectados a otros muy modificados, muy oscuros.

Sobre unos pocos especímenes se observaron concreciones calcáreas con forma de cilindros huecos, de diámetro bastante regular, interpretados como rizolitos (Lámina V, 4). También se observaron especímenes que presentan una capa fina de calcita cristalina, formando un encostramiento de desarrollo variable que puede aparecer en algunos sectores de los mismos o cubrirlos totalmente.

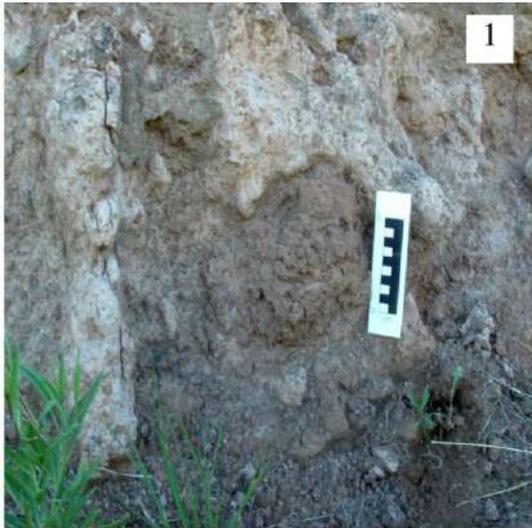


Lámina V. Foto 1: Paleocueva; Foto 2: GHUNLPam 12961 Caviidae indet. restos asociados; Foto 3: GHUNLPam 5469 (1-3) calcáneos de mamífero indet. con impregnación; Foto 4: GHUNLPam 5067 vértebra de mamífero indet. con rizolitos; Foto 5: GHUNLPam 131 *Lagostomus (Lagostomopsis) sp.* hemimandíbula con los molariformes en vista oclusal; Foto 6: GHUNLPam 131 *Lagostomus (Lagostomopsis) sp.* hemimandíbula en vista lateral externa.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La Formación Cerro Azul en El Guanaco representa fundamentalmente depósitos eólicos de material fino tipo loess, con paleosuelos intercalados. Estos depósitos han sido interpretados como loessitas (Pye, 1987) a partir de sus características litológicas y de yacencia (Spalletti, 1992). Los materiales habrían sido transportados en suspensión por vientos superficiales persistentes y depositados durante lluvias (Tsoar y Pye, 1987). El aporte de sedimentos no habría sido continuo y en épocas de menor tasa de sedimentación se desarrollaron paleosuelos sobre las sedimentitas previamente depositadas.

Según la interpretación de los rasgos morfológicos, la presencia de un horizonte (Bt) con pedos blocosos sugiere suelos similares a los alfisoles o molisoles (Retallack, 1990; Nettleton *et al.*, 2000). Buol *et al.* (1991) indicaron que existen gradaciones sutiles entre los alfisoles y los molisoles. Los molisoles indican climas subhúmedos a semiáridos y vegetación gramínea, mientras que los alfisoles indican los mismos climas y vegetación que varía entre praderas boscosas y bosques abiertos (Retallack, 1990). Los rizolitos predominantes de pequeño diámetro indicarían la presencia de vegetación herbácea (Retallack, 1990).

Al efectuar comparaciones entre las cinco muestras del perfil de El Guanaco, se observa que el paleosuelo inferior (muestra 24) se encuentra más desarrollado, mientras que en las muestras que lo suprayacen, la acción pedogenética disminuye paulatinamente.

Las características micromorfológicas permiten profundizar las interpretaciones paleoedafológicas basadas en rasgos de campo y macroscópicos. La microestructura en cavidades y esponjosa representa la actividad faunal (Kemp *et al.*, 2003), mientras que la microestructura en canal refleja la acción de las raíces (Zárate *et al.*, 2000), predominando estas últimas. La presencia de agregados se interpretan como mezcla de materiales debido a la acción de los organismos (Kemp y Zárate, 2000).

Los revestimientos arcillosos (coatings) se originan por la acumulación gradual de la traslocación de arcillas, bajo climas con estaciones secas, temperaturas propias de latitudes medias y paisajes con cubierta vegetal tipo sabana (Kemp, 1999) y son indicativos de suelos bien drenados. Kemp (1999) explicó que la combinación de revestimientos límpidos e impuros en un mismo horizonte responde a la traslocación de arcillas desde una superficie con vegetación espaciada.

También los rasgos de concentraciones calcílicas, resultantes de crecimientos discontinuos, son indicativos de cambios entre estaciones (Retallack, 1990, Kemp y Zárate, 2000). En general, estas características son atribuidas a la precipitación de carbonatos inducida por la actividad radicular en suelos de ambientes semiáridos (Jaillard y Callot, 1987).

Los nódulos de Fe y Mn (características hidromórficas de los suelos) sugieren fluctuaciones en la capa freática. La presencia de nódulos de Fe y Mn en combinación con hiporevestimientos es común en molisoles bien drenados (Buol *et al.*, 1991).

El análisis de la información aportada por el estudio de la micromorfología de los palosuelos brinda elementos de juicio adicionales para refinar la diagnosis paleoambiental. El concepto de “estabilidad del paisaje”, con el cese total de los procesos de erosión y depositación durante los intervalos de “formación del suelo”, no puede aplicarse en este perfil; ya que cuando la pedogénesis y la depositación se producen en forma continua y simultánea a través del tiempo geológico se forman suelos acrecionados (Kemp, 1998). Este proceso parece haber sido el formador de esta sucesión, con un aumento de la sedimentación hacia arriba y una simultánea disminución de la pedogénesis.

Los restos fósiles encontrados en El Guanaco están relacionados a esos depósitos eólicos tipo loess, con paleosuelos intercalados. La presencia de paleosuelos interpuestos en los depósitos eólicos indicaría períodos de condiciones más cálidas y/o húmedas, entre fases de acumulación de loess, frías y/o secas. También podría ser una respuesta a la baja tasa de sedimentación. Particularmente los paleosuelos presentan caracteres propios de ambientes de planicie, con clima semiárido y marcada estacionalidad en las precipitaciones.

Como se indicó, se identificaron rizolitos, en algunos casos sobre los restos fósiles. Por sus características permiten inferir que la vegetación predominante en el área sería la herbácea. Los rizolitos se forman por acumulación de sedimento y/o cementación alrededor de las raíces y proveen información acerca de la colonización del suelo por plantas (Klappa, 1980) e indican, además, que los materiales sobre los que se desarrollaron debían estar cerca de la superficie expuesta, en los horizontes A o B del suelo.

También fueron hallados restos fósiles con sus superficies encostradas, pero no fue posible determinar si dichos encostramientos son de origen biológico; sin embargo, la formación de este tipo de encostramiento calcáreo estaría relacionada con procesos de

evaporación y/o transpiración que ocurrieron en el nivel del suelo que contenía estos especímenes.

En la asociación faunística de El Guanaco, el número de especímenes recuperados es hasta el momento bajo y la representación taxonómica es reducida. Del análisis tafonómico surge que estas asociaciones fósiles serían producto de la mortalidad gradual de individuos en el área. Los restos habrían quedado expuestos un tiempo no muy prolongado, a juzgar por la escasa evidencia de meteorización previa al enterramiento. El tiempo de formación de estas asociaciones fósiles se puede restringir al lapso de desarrollo del suelo. El reconocimiento de atributos tafonómicos que permiten relacionar la génesis de esta asociación con el desarrollo de paleosuelos acota su lapso de acumulación a intervalos temporales breves (10^3 a 10^4 años, Behrensmeyer y Chapman 1993; Bown y Kraus 1981). Las diferencias encontradas en los grados de meteorización de los ejemplares, indicarían diferentes períodos de exposición a los agentes atmosféricos y se pueden relacionar con una incorporación paulatina de los elementos esqueléticos al suelo. La presencia de restos con impregnaciones por óxidos de manganeso, es un indicador de condiciones de mayor humedad en el ambiente hospedante (Diez *et al.*, 1999).

El análisis de la representación anatómica mostró abundancia de molares aislados. Este carácter fue vinculado con el alto grado de rotura observado en todos los especímenes recuperados de la asociación y, en particular, de los elementos craneanos de todos los taxa presentes. El alto grado de rotura de los diferentes elementos anatómicos de los vertebrados coincide con la alta frecuencia de trazas de raíces rotas. Estos caracteres, observados tanto en fósiles de vertebrados como en icnofósiles (rizolitos), se pueden vincular con las superficies de rotura que presentan los agregados reconocidos en los paleosuelos, los que son comúnmente originados por la contracción de las arcillas durante la diferenciación pedogenética. Esto produjo esfuerzos que causaron la posterior fragmentación de los elementos mencionados, *in situ*, en los niveles portadores.

Si bien fue confirmada la presencia de paleocuevas, éstas no pudieron ser vinculadas directamente con los restos fósiles hallados.

La asociación faunística de la Formación Cerro Azul en El Guanaco presenta particularidades. Si bien el número de ejemplares no es alto, la comparación del porcentaje de ejemplares asignados a cada orden presente, con el de otras localidades de la Formación Cerro Azul, mostró que en El Guanaco el porcentaje de marsupiales, notoungulados y roedores es alto, en tanto que el de xenartros es bajo. Los marsupiales muestran alta

diversidad en el contexto de su comparación con otras localidades de la Formación Cerro Azul.

Discriminando por grupo de mamíferos presente, se observa:

1.- Marsupiales

La diversidad de marsupiales es alta, ya que están representados por 4 taxones.

Los materiales de *Achlysictis* cf. *A. lelongi* son sumamente fragmentarios como para poder precisar sus afinidades específicas (Goin *et al.*, 2000). Estos autores indicaron que el tamaño del canino recuperado de El Guanaco coincide bien con el de ejemplares asignados a *A. lelongi*, en tanto los de otros afloramientos de la Formación Cerro Azul son de tamaño menor.

Hesperocynus dolgopola está presente en otros afloramientos de la Formación Cerro Azul. Previamente estos ejemplares se habían asignado al género "*Thylatheridium*", reconocido por Reig (1952) para incluir marsupiales Didelphidae de pequeño tamaño con rasgos carnívoros, algo más conspicuos que en las especies actuales de los géneros *Monodelphis* y *Lestodelphys*. En una revisión del género, Goin y Montalvo (1988) sugirieron que "*T. dolgopola* y *T. hudsoni* podrían estar más relacionados entre sí que con las otras especies del género y ser más afín a los Sparassocynidae que a los Didelphidae. Dada la carencia de caracteres claramente derivados en la dentición que permitieran sustentar con firmeza esta hipótesis, esta discusión no avanzó en ese momento y el género "*Thylatheridium*" fue mantenido para las especies "*T. dolgopola* y *T. hudsoni*, lo mismo que su ubicación entre los Didelphidae (Goin *et al.*, 2000; Abello *et al.*, 2002). Recientemente Forasiepi *et al.* (2009) estudiaron estos ejemplares e incluyeron a "*T.* " *dolgopola* entre los Sparassocinidae en un nuevo género, *Hesperocynus*.

Hyperdidelphys pattersoni es la especie más generalizada hasta ahora conocida para el género. La presencia de *H. pattersoni* en sedimentitas de la Formación Cerro Azul confirma la amplia distribución geográfica de esta especie durante el Mioceno tardío (Piso/Edad Huayqueriense) en el actual territorio argentino. Una reciente revisión de las especies de este género, incluyendo un análisis filogenético de las mismas, llevó a Goin y Pardiñas (1996) a confirmar hipótesis previas de Reig (1952; 1958) sobre el carácter más generalizado de *H. pattersoni*, coincidente con su mayor antigüedad en el registro (Goin *et al.*, 2000).

2.- Dasipódidos

El Guanaco y Barrancas Coloradas son las únicas localidades donde aparece *Macrochorobates chapalmalensis* (Urrutia *et al.*, 2008). Esta especie, antes de su reconocimiento en la Formación Cerro Azul, había sido registrada en las formaciones "Irene", Monte Hermoso y Chapadmalal en la provincia de Buenos Aires y en la Formación Uquía en Jujuy (Scillato-Yané, 1982). La presencia de *Macrochorobates chapalmalensis* en las localidades de El Guanaco y Barrancas Coloradas es consistente con la propuesta de Verzi (1999) y Verzi *et al.* (2003, 2004, 2008).

Chorobates cf. C. villosissimus está presente solamente en El Guanaco y Caleufú. Con respecto a la asociación faunística de Caleufú, Esteban *et al.* (2003) mencionaron que, considerando los dasipódidos presentes, podría asignarse tanto al Plioceno temprano como al Mioceno tardío. Verzi *et al.* (2003) sugirieron que esta asociación correspondería a la parte final del Mioceno tardío, cercana, pero algo más antigua que la "edad mamífero" Montehermosense. Posteriormente se ajustó su asignación al Huayqueriense tardío (Verzi *et al.*, 2004; Verzi y Montalvo, 2008). Entre los dasipódidos se destaca la presencia de *Chasicotatus ameghinoi* que no se conoce en edades más modernas que la Huayqueriense (Urrutia *et al.*, 2008).

En particular los dasipódidos sustentan la propuesta de la modernidad creciente de los yacimientos de Barrancas Coloradas, El Guanaco y Caleufú. Como se indicó, las dos primeras localidades son las únicas de la Formación Cerro Azul que presentan *Macrochorobates chapalmalensis* y El Guanaco comparte con Caleufú la presencia de *Chorobates cf. C. villosissimus*.

3.- Roedores

Los Chinchillidae están representados en esta localidad por un solo taxón, *Lagostomus (Lagostomopsis)* sp. (Lámina V, 5 y 6; Lámina VI, 1). La subfamilia Lagostominae se registra en la pampasia desde la Edad mamífero Chasiense (Bondesio *et al.*, 1980). *Lagostomus (Lagostomopsis)* sp. ya fue mencionada para otras asociaciones de la Formación Cerro Azul en las localidades de Salinas Grandes de Hidalgo (Zetti, 1972 a; Goin *et al.*, 2000), Quehué (Montalvo *et al.*, 1995) y Laguna Chillhué (Montalvo *et al.*, 1996).

Los materiales asignados a Caviidae son muy fragmentarios (Lámina VI, 2). Es probable que estén representadas las tres subfamilias que han sido reconocidas para el

Huayqueriense, pero con la información disponible no es posible hacer más ajustes en las determinaciones, y sólo se incluyeron por el momento a los Dolichotinae y los Caviinae.

En cuanto al registro de Ctenomyidae, como se indicó, en esta localidad sólo está presente *Xenodontomys simpsoni* (Lámina VI, 3). Esta especie ha sido usada como cronomorfo para ajustar la edad de esta asociación faunística, en el contexto de la Edad Huayqueriense (Mioceno tardío). Esa especie fue registrada también en la localidad de Barrancas Coloradas, la que se propuso como localidad tipo de la biozona de *X. simpsoni* (Verzi *et al.*, 2008). Verzi (2002) y Verzi *et al.* (2003) señalaron que el patrón evolutivo propuesto para *Xenodontomys* implica una hipótesis bioestratigráfica derivada. Los cambios dentarios (incluida la microestructura del esmalte) mostrados por la secuencia filética de *Xenodontomys* sugieren un orden decreciente de antigüedad para las localidades donde está presente: 1. Barrancas Coloradas, 2. El Guanaco, 3. Sección Seminario, 4. "Formación" Irene (estas dos últimas en la provincia de Buenos Aires) y 5. Calefú. Verzi *et al.* (2008) indicaron que el cronomorfo registrado en El Guanaco presenta caracteres que indican que sería un poco más derivado que el de Barrancas Coloradas y, por lo tanto, la asociación de El Guanaco sería un poco más joven que la de Barrancas Coloradas. A su vez, esta asociación sería más antigua que la de Calefú, donde está presente *X. elongatus* (Verzi *et al.*, 2003, 2004, 2008).

4.- Notoungulata

La especie *Paedotherium minor* fue descrita originalmente por Cabrera (1937) para restos hallados en la Formación Arroyo Chasicó. En esa oportunidad también describió para los mismos niveles a *Paedotherium affine*, especie que fue considerada sinónima de *Paedotherium minor* por Zetti (1972 b). En ese trabajo, Zetti (1972 b) describió una nueva especie, *Paedotherium borrelloi* de Edad mamífero Huayqueriense, basada en materiales provenientes de Salinas Grandes de Hidalgo. Cerdeño y Bond (1998), en una revisión de los Pachyrukhinae, consideraron que *P. affine* y *P. borrelloi* son sinónimos de *P. minor*. De este modo *Paedotherium minor* estaría representada en niveles chasicuenses y huayquerienses de las Formaciones Arroyo Chasicó en la provincia de Buenos Aires y en todos los afloramientos fosilíferos de la Formación Cerro Azul (Lámina VI, 4, 5 y 6).



Lámina VI. Foto 1: GHUNLPam12797 *Lagostomus (Lagostomopsis) sp.* fragmento mandibular izquierdo con p4-m1 en vista lateral; Foto 2: GHUNLPam 14850 Caviidae indet. fragmento hemimandibular derecho con incisivo roto y p4-m1 en vista lateral; Foto 3: GHUNLPam 5016 *Xenodontomys simpsoni* hemimandíbula; Foto 4: GHUNLPam 328 *Paedotherium minor* hemimandíbula con ambas series molariformes completas; Foto 5: GHUNLPam 6687 *Paedotherium minor* hemimandíbula izquierda con p3-m2; Foto 6: GHUNLPam 6501-2 *Paedotherium minor* mandíbula derecha con p2-p4.

En síntesis, la asociación faunística de la Formación Cerro Azul en El Guanaco está conformada por 17 taxones:

CLASE AMPHIBIA

SUBCLASE LISSAMPHIBIA

ORDEN ANURA

Anura indet.

CLASE MAMMALIA

SUPERORDEN MARSUPIALIA

ORDEN SPARASSODONTA

FAMILIA THYLACOSMILIDAE

Achlysictis cf. A. lelongi

ORDEN DIDELPHOIDEA

FAMILIA SPARASSOCYNIDAE

Hesperocynus dolgopola

FAMILIA DIDELPHIDAE

SUBFAMILIA DIDELPHINAE

Hyperdidelphys pattersoni

ORDEN ARGYROLAGIDA

FAMILIA ARGYROLAGIDAE

Microtragulus rusconii

SUPERORDEN XENATHRA

ORDEN CINGULATA

FAMILIA DASYPODIDAE

SUBFAMILIA EUPHRACTINAE

TRIBU EUTATINI

Chasicotatus ameghinoi

Doellotatus inornatus

TRIBU EUPHRACTINI

Chorobates cf. C. villosissimus

Macrochorobates chapalmalensis

SUPERORDEN XENARTHRA

ORDEN CINGULATA

FAMILIA GLYPTODONTIDAE

Glyptodontidae indet.

ORDEN RODENTIA

INFRAORDEN CAVIOMORPHA

SUPERFAMILIA OCTODONTOIDEA

FAMILIA OCTODONTIDAE

Xenodontomys simpsoni

SUPERFAMILIA CHINCHILLOIDEA

FAMILIA CHINCHILLIDAE

Lagostomus (Lagostomopsis) sp.

SUPERFAMILIA CAVIOIDEA

FAMILIA CAVIIDAE

SUBFAMILIA DOLICHOTINAE

Dolichotinae indet.

SUBFAMILIA CAVIINAE

Caviinae indet.

ORDEN NOTOUNGULATA

SUBORDEN TYPOTHERIA

FAMILIA HEGETOTHERIIDAE

SUBFAMILIA PACHYRUKEINAE

Paedotherium minor

FAMILIA MESOTHERIIDAE

Mesotheriidae indet.

ORDEN LITOPTERNA

FAMILIA PROTEROTHERIIDAE

Proterotheridae indet.

De lo expuesto surge que la asociación faunística completa de El Guanaco puede asignarse a la Edad mamífero Huayqueriense. Ningún taxón contradujo la propuesta previa de la ubicación de esta localidad en el marco de la biocronología propuesta (Verzi *et al.*, 2008).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Abello, A., Montalvo, C.I. y Goin, F.J., 2002. Marsupiales del Mioceno superior de Caleufú (La Pampa, Argentina). *Ameghiniana*, 39 (4): 433-442.

Albino, A.M., Brizuela, S. y Montalvo, C.I., 2006. New *Tupinambis* remains from the Late Miocene of Argentina and a review of the South American Miocene Teiids. *Journal of Herpetology* 40 (2): 206-213.

Albino, A.M. y Montalvo, C.I., 2006. Snakes from the Cerro Azul Formation (Late Miocene), Central Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology* 26 (3): 581-587.

Ameghino, F., 1904. Nuevas especies de mamíferos cretáceos y terciarios de la República Argentina. *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 56: 192-208 (1903); 57: 162-175, 327-341 (1904); 58:35-71; 182-192, 225-291 (1904).

Andrews, P., 1990. Owls, caves and fossils. Predation, preservation, and accumulation of small mammal bones in caves, with the analysis of the Pleistocene cave faunas from Westbury-sub-Mendip, Somerset, UK. The University of Chicago Press. 231 pp.

Behrensmeyer, A.K. y Chapman, R., 1993. Models and simulations of time-averaging in terrestrial vertebrate accumulations. En: Kidwell y Behrensmeyer, A.K. (eds.): *Taphonomic approaches to time resolution in fossil assemblages. Short courses in paleontology* 6: 125-149.

Bondesio, P., Laza, J., Scillato Yané, G., Tonni, E. y Vucetich, M., 1980. Estado actual del conocimiento de los vertebrados de la Formación Arroyo Chasicó (Plioceno temprano) de la provincia de Buenos Aires. II Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, I Congreso Latinoamericano de Paleontología, Actas III: 101-127, Buenos Aires.

Bown, T. y Kraus, M., 1981. Vertebrate fossil-bearing paleosol units (Willwood Formation, Lower Eocene, Northwest Wyoming, U.S.A.): implications for taphonomy, biostratigraphy, and assemblage analysis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 34: 31-56.

Brewer, R., 1972. The basis of interpretation of soil micromorphological data. *Geoderma* 8 (2-3): 81-94.

Bullock, P., Fedoroff, N., Jongerius, A., Stoops, G. y Tursina, T., 1985. Handbook for soil thin section description. Editorial Waine Research Publications. 152 p.

Buol, S.W., Hole, F.D. y Mac Cracken, R.J., 1991. Génesis y clasificación de suelos. Editorial Trillas, México. 417 p.

Cabrera, A., 1937. Notas sobre el suborden "Tyrotheria". *Notas del Museo de La Plata* 2: 17-43.

- Campbell, K. y Tonni, E., 1980.** A new genus of teratorn from the Huayquerian of Argentina (Aves: Teratornithidae). *Contributions in Sciences* (330): 59-68.
- Campbell, K. y Tonni, E., 1981.** Preliminary observations on the paleobiology and evolution of teratorns (Aves: Teratornithidae). *Journal of Vertebrate Paleontology* 1 (3-4): 265-272.
- Cenizo, M. y Montalvo, C.I., 2006.** Nuevos registros de aves para la Formación Cerro Azul, Mioceno tardío, provincia de La Pampa, Argentina. *Ameghiniana* 43 (4): 29R.
- Cerdeño, E. y Bond, M., 1998.** Taxonomic revision and phylogeny of *Paedotherium* and *Tremacillus* (Packyrukhinae, Hegetotheriidae, Notoungulata) from the Late Miocene to the Pleistocene of Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology* 18: 799-811.
- Cerdeño, E. y Montalvo, C.I., 2001.** Los Mesotheriinae (Mesotheriidae, Notoungulata) del Mioceno superior de La Pampa, Argentina. *Revista Española de Paleontología*, 16 (1): 63-75.
- Cerdeño, E. y Montalvo, C.I., 2002.** Los Hegetotheriinae (Hegetotheriidae, Notoungulata) del Mioceno superior de la provincia de La Pampa, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, n. s. 4(1): 35-43.
- Diez, J.C., Fernández Jalvo, Y., Rosell, J. y Cáceres, I., 1999.** Zooarchaeology and taphonomy of Aurora Stratum (Gran Dolina, Sierra de Atapuerca, Spain). *Journal of Human Evolution* 37: 623- 652.
- Döering, A., 1882.** Informe Oficial de la Comisión Científica agregada al Estado Mayor General de la expedición al Río Negro (Patagonia). Tercera Parte (Geología): 300-490. Edición Oficial, Buenos Aires.
- Dott, R. H., 1964.** Wacke, graywacke and matrix-what approach to immature sandstone classification? *Journal of Sedimentary Petrology* 34: 625-632.
- Esteban, G., Nasif, N. y Montalvo, C.I., 1996.** Nuevos registros de Dasypodidae (Edentata) del Terciario tardío (Huayqueriense) de la provincia de La Pampa. *Ameghiniana* 33 (4): 464.
- Esteban, G., Nasif, G. y Montalvo, C.I., 2001.** Nuevos registros de Dasypodidae (Xenarthra) del Mioceno tardío de la provincia de La Pampa, Argentina. *Revista Española de Paleontología*, 16 (1): 77-87.
- Esteban, G., Nasif, G., Montalvo, C.I. y Visconti, G. 2003.** Nuevos registros de Dasypodidae (Xenarthra) de la Formación Cerro Azul (Mioceno tardío) de Caleufú, La Pampa, Argentina. *Ameghiniana*, 40 (3): 495-499.
- Folguera, A. y Zárate, M.A., 2009.** La sedimentación neógena continental en el sector extrandino de Argentina central. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64 (4): 692-712.

Folk, R. L., Andrews, P.B. y Lewis, D.W., 1970. Detrital sedimentary rocks classification and nomenclature for use in New Zeland. *New Zeland Journal of Geology and Geophysis* 13: 937-968.

Forasiepi, A.M., Goin, F.J. y Martinelli, A.G., 2009. Contribution to the knowledge of the Sparassocynidae (Mammalia, Metatheria, Didelphoidea), with comments on the age of the Aisol Fomation (Neogene), Mendoza province, Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology* 29(4): 1252-1263.

Goin, F.J. y Montalvo, C.I., 1988. Revisión sistemática y reconocimiento de una nueva especie del género *Thylatheridium* Reig (Marsupialia, Didelphidae). *Ameghiniana* 25 (2):161-167.

Goin, F.J., Montalvo, C.I. y Visconti, G., 1997. Los Marsupiales de la Formación Cerro Azul (Mioceno tardío), provincia de La Pampa, Argentina. *Ameghiniana* 34 (4): 536.

Goin, F.J., Montalvo, C.I. y Visconti, G., 2000. Los marsupiales (Mammalia) del Mioceno Superior de la Formación Cerro Azul (provincia de La Pampa). *Revista del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Estudios Geológicos* 56 (1-2): 101-126. España.

Goin, F.J. y Pardiñas, U.F.J., 1996. Revisión de las especies del género *Hyperdidelphys* Ameghino, 1904 (Mammalia, Marsupialia, Didelphidae). Su significación filogenética, estratigráfica y adaptativa en el Neógeno del Cono Sur sudamericano. *Estudios Geológicos* 52: 327-359.

Jaillard, B. y Callot, G., 1987. Action des racines sur la ségrégation mineralogique des constituants minéraux du sol. En: Fedoroff, N., Bresson, L. y Corty, M. (eds.): *Soil Micromorphology*. Association Française pour l'Etude du Sol, Plaisir: 371-375.

Johnson, S., 1989. Significance of loessites in the Maroon Formation (Middle Pennsylvanian to Lower Permian), Eagle Basin, northwest Colorado. *Journal of Sedimentary Petrology* 59: 782-791.

Kaasschieter, J., 1965. Geología de la Cuenca del Colorado. 2º Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 3: 251-269. Tucumán.

Kemp, R.A., 1998. Rol of micromorphology in paleopedological research. *Quaternary International* (51-52): 133-141.

Kemp, R.A., 1999. Micromorphology of loess-paleosol sequences: a record of paleoenvironmental change. *Catena* 35: 181-198.

Kemp, R.A., Toms, P.S., Sayago, J.M., Derbyshire, E., King, M. y Wagoner, L., 2003. Micromorphology and OSL dating of the basal part of the loess-paleosol sequence at La Mesada in Tucumán province, Northwest Argentina. *Quaternary International* (106-107): 111-117.

Kemp, R.A. y Zárate, M.A., 2000. Pliocene pedosedimentary cycles in the southern Pampas, Argentina. *Sedimentology* 47: 3-14.

Kihn, R., 2009. Análisis de la diversidad de los representantes de la Familia Abrocomidae (Rodentia) en la Formación Cerro Azul (Mioceno tardío, La Pampa). Tesina (inédita). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa. 70 pp.

Klappa, C., 1980. Rhizoliths in terrestrial carbonates: classification, recognition, genesis and significance. *Sedimentology* 27: 613-629.

Kostadinoff, J. y Llambías, E., 2002. Cuencas sedimentarias en el subsuelo de la provincia de La Pampa. Actas 5° Congreso de Exploración, y Desarrollo de Hidrocarburos. IAPG, Actas CD, Artículo 49, 9 p. Mar del Plata.

Kraglievich, L., 1932. Diagnósis de nuevos géneros y especies de Roedores Cávidos y Eumegámidos fósiles en la República Argentina. *Anales Sociedad Científica Argentina* 114 (4): 155-181.

Linares, E., Llambías, E. y Latorre, C., 1980. Geología de la provincia de La Pampa, República Argentina y geocronología de sus rocas metamórficas y eruptivas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 35 (1): 87-146.

Llambías, E., 1975. Geología de la provincia de La Pampa y su aspecto minero. Informe inédito. Dirección de Minas de la provincia de La Pampa, Santa Rosa. 74 p.

Marshall, L., 1989. Bone modification and "The laws of burial". En: Bonnicksen, R. y Sorg, M. (eds.): *Bone modification, People of the Americas Publications*. University of Main: 7-24.

Melchor, R.N., Visconti, G. y Montalvo, C.I., 2000. Late Miocene calcic vertisols from central La Pampa, Argentina. II Congreso Latinoamericano de Sedimentología y VIII Reunión Argentina de Sedimentología. Resúmenes: 119-120. Mar del Plata.

Miall, A., 1978. Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: a summary. En: Miall, A. (ed.): *Fluvial sedimentology*. Canadian Society Petroleum Geologists Memoirs 5: 597-604.

Montalvo, C.I., 2004. Paleobiología de la asociación faunística de Caleufú (La Pampa, Formación Cerro Azul, Mioceno superior-Plioceno inferior) a través de análisis tafonómicos. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata. Universidad Nacional de La Plata. 252 pp.

Montalvo, C.I., Cardonatto, M.C., Visconti, G., Verzi, D.H. y Vucetich, M.G., 1996. Vertebrados de la Formación Cerro Azul (Mioceno tardío) del Valle de Quehué, provincia de La Pampa, Argentina. VI Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales, Actas: 159-165. Santa Rosa.

Montalvo, C.I. y Casadío, S., 1988. Presencia del género *Palaeoctodon* (Rodentia, Octodontidae) en el Huayqueriense (Mioceno tardío) de la Provincia de La Pampa. *Ameghiniana* 25 (2): 111-114.

Montalvo, C.I., Melchor, R.N., Visconti, G. y Cerdeño, E., 2008. Vertebrate taphonomy in loess-paleosols deposits: a case study from the late Miocene of Central Argentina. *Geobios* 41(1):133-143.

Montalvo, C.I. y Rocha, A.M., 2001. Presencia de *Neocavia lozanoi* Kraglievich (Rodentia, Caviidae) en el Mioceno superior – Plioceno inferior de La Pampa, Argentina. *Ameghiniana* 38 (4): 37R.

Montalvo, C.I. y Rocha, A.M., 2003. Presencia de *Neocavia* Kraglievich (Rodentia, Caviidae) en la Formación Cerro Azul (Mioceno superior - Plioceno inferior?) de La Pampa, Argentina. *Ameghiniana* 40(3): 501-504.

Montalvo, C.I. y Szlagowski, M., 1999. Vertebrados del Mioceno superior en la Colección Paleontológica de la Universidad Nacional de La Pampa. *Actas VII Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales*: 233-242. Santa Rosa.

Montalvo, C.I. y Verzi, D.H., 2002. Un nuevo *Neophanomys* (Rodentia, Octodontidae) de la Formación Cerro Azul en Caleufú, La Pampa. *VIII Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales, Actas*: 155-156. Santa Rosa,

Montalvo, C.I., Verzi, D.H., Casadío, S., Tiranti, S. y Visconti, G., 2000a. Hallazgo de novedosos roedores en la Formación Cerro Azul en el norte de La Pampa, Argentina. *Implicancias bioestratigráficas. Ameghiniana* 37 (4): 30R.

Montalvo, C.I., Verzi, D.H., Tallade, P.O y Zárate, M.A., 2009. Nueva asociación faunística del Huayqueriense (Mioceno tardío) del este de La Pampa, Argentina. *XXIV Jornadas Argentinas de Paleontología Vertebrados, San Rafael, Mayo 2009. Resúmenes*: 45-46.

Montalvo, C.I., Verzi, D.H. y Tiranti, S., 2000b. Un nuevo *Xenodontomys* (Rodentia, Octodontidae) de la Formación Cerro Azul en Caleufú (La Pampa, Argentina). *Ameghiniana* 37 (4): 75R.

Montalvo, C.I., Verzi, D.H. y Visconti, G., 2002. Hallazgo de un pequeño Octodontoidea (Rodentia, Caviomorpha) en Loventué, La Pampa (Formación Cerro Azul, Mioceno tardío). *VIII Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales, Actas*: 157-158. Santa Rosa, La Pampa.

Montalvo, C.I., Verzi, D.H. y Vucetich, M.G., 1999. Nuevos datos sobre los pequeños Octodontidae (Rodentia, Caviomorpha) del Mioceno tardío de Argentina. *Ameghiniana* 36 (1): 106.

Montalvo, C.I., Verzi, D., Vucetich, M.G. y Visconti, G., 1998. Nuevos Eumysopinae (Rodentia, Echimyidae) de la Formación Cerro Azul (Mioceno tardío) de La Pampa, Argentina. *5º Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses* 1:57-64.

Montalvo, C.I., Visconti, G., Púgener, L. y Cardonatto, M. C., 1995. Los mamíferos de Edad Huayqueriense (Mioceno tardío), Laguna Chillhué, provincia de La Pampa. *4º Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses* 1: 73-78.

Nettleton, W.D., Olson, C.G. y Wysocki, D.A., 2000. Paleosol classification: Problems and solutions. *Catena* 41: 61-92.

Ortega Hinojosa, E., 1967. Descripción de los restos de un Scelidotheriinae (Edentata, Mylodontidae) de edad Huayqueriense. Algunas consideraciones en torno a la filogenia de los Scelidotheriinae. *Ameghiniana* 3 (3): 109-120.

Pascual, R., 1961. Un nuevo Cardiomyinae (Rodentia, Caviidae) de la Formación Arroyo Chasicó (Plioceno inferior) de la Provincia de Buenos Aires. *Ameghiniana* 2 (4):61-71.

Pascual, R. y Bocchino, A., 1963. Un nuevo Borhyaeninae (Marsupialia) del Plioceno medio de Hidalgo (La Pampa). *Ameghiniana* 3 (4): 97-107.

Pascual, R., Ortiz Hinojosa, E., Gondar, D. y Tonni, E., 1965. Las edades del Cenozoico Mamalífero de la Argentina, con especial atención a aquellas del territorio bonaerense. *Comisión de Investigaciones Científicas* 6: 165-193. Buenos Aires.

Pècsi, M., 1968. Loess. En: Fairbridge, R. W. (ed.): *The encyclopedia of geomorphology* 8: 674-678. New York.

Pècsi, M., 1990. Loess in not just accumulation of airborne dust. *Quaternary International* (7-8): 1-21.

Pettijohn, F.J., Potter, P.E. y Siever, R., 1972. *Sand and Sandstones*. (1ra. edición). Editorial Springer-Verlag. 425 p.

Pettijohn, F.J., Potter, P.E. y Siever, R., 1987. *Sand and Sandstones*. (2da. edición). Editorial Springer-Verlag. 553 p.

Pye, K., 1987. *Aeolian dust and dust deposits*. Editorial London Academia Press, 334. p.

Reig, O.A., 1952. Descripción previa de nuevos Ungulados y Marsupiales fósiles del Plioceno y del Eocuartario argentinos. *Rev. Mus. Mun. Cs. Nat. y Trad. Mar del Plata*, 1: 119-129.

Reig, O.A., 1958. Notas para una actualización del conocimiento de la fauna de la Formación Chapadmalal. 11. Amphibia, Reptilia, Aves, Mammalia (Marsupialia: Didelphidae, Borhyaenidae). *Acta Geológica Lilloana* 2: 255-29.

Retallack, G.J., 1988. Field recognition of paleosols. *Geological Society of America. Special Paper* 216. 20 p.

Retallack, G.J., 1990. *Soils of the Past. An Introduction to Paleopedology*. Editorial Unwin-Hyman, Boston. 520 p.

Retallack, G.J. y Wright, V.P., 1990. Micromorphology of lithified paleosols. En: Douglas, L.A. (ed.): *Soil Micromorphology: a Basic and Applied Science*: 641-652. Editorial Elsevier, Amsterdam.

Rocha, A.M. y Montalvo, C.I., 1999. Variabilidad morfológica de los molariformes inferiores de *Kiyutherium* (Rodentia, Hydrochoeridae, Cardiatheriinae). VII Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales, Actas: 279-287, Santa Rosa.

Rovereto, G., 1914. Los estratos araucanos y sus fósiles. Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires 25: 1-247.

Rusconi, C., 1934. Algunos fósiles terciarios de la Gobernación de La Pampa, Argentina, *Diaphoromys fie* sp.n. Plioceno? Argentina. Revista Chilena de Historia Natural 38: 104. Santiago de Chile.

Salso, R., 1966. La cuenca de Macachín, provincia de La Pampa. Nota preliminar. Revista de la Asociación Geológica Argentina 21 (2): 107-117.

Sato, A., Tickyj, H., Llambías, E. y Sato, K., 1999. Rb-Sr, Sm-Nd and K-Ar age constraints of the Grenvillian Las Matras plutón, Central Argentina. 2° South American Symposium on Isotope Geology, Actas: 122-123. Villa Carlos Paz.

Sato, A., Tickyj, H., Llambías, E. y Sato, K., 2000. The Las Matras tonalitic-trondhjemitic plutón, Central Argentina: Grenvillian age constraints, geochemical characteristics, and region implications. Journal of South American Earth Science, 13(7):587-610. Oxford.

Scillato-Yané, G.J., 1982. Los Dasypodidae (Mammalia-Edentata) del Plioceno y Pleistoceno de Argentina. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata, Tesis Doctoral Inédita, 159 pp.

Smalley, I.J. y Vita-Finzi, C., 1968. The formation of fine particles in sandy deserts and the nature of "desert" loess. Journal of Sedimentary Petrology 39: 766-774.

Sostillo, R., 2009. Análisis de la variabilidad dentaria en *Reigechimys* (Rodentia, Echimyidae) en la Formación Cerro Azul (Mioceno tardío, La Pampa). Tesina (inédita). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Santa Rosa, La Pampa. 92 pp.

Spalletti, L. A., 1992. El loess y el problema de la identificación de las loessitas. Revista Museo de La Plata (nueva serie) Geología 11 (102): 45-53.

Stappenbeck, R., 1926. Geologie und Grundwasserkunde der Pampa. 409 pp. Stuttgart

Stoops, G., 1990. Multilingual translation of the terminology use in the "Handbook for soil thin section description". En Douglas, L. A. (Ed.): Soil micromorphology: a basic and applied science. Developments in soil science 19. 716. pp.

Tambussi, C., 1987. Catálogo crítico de los Tinamidae (Aves: Tinamiformes) fósiles de la República Argentina. Ameghiniana 24 (3-4): 241-244.

Tsoar, H. y Pye, K., 1987. Dust transport and the question of desert loess formation. Sedimentology 34: 139-154.

Urrutia, J.J., Montalvo, C.I. y Scillato Yané, G.J., 2008. Dasypodidae (Xenarthra, Cingulata) de la Formación Cerro Azul (Mioceno tardío) de la provincia de La Pampa, Argentina. *Ameghiniana* 45 (2): 289-302.

Verzi, D.H., 1994. Origen y evolución de los Ctenomyinae (Rodentia, Octodontidae): un análisis de anatomía cráneo-dentaria. Tesis doctoral (inédita), Universidad Nacional de La Plata: 1-227+17.

Verzi, D.H., 1999. The dental evidence on the differentiation of the ctenomyine rodents (Caviomorpha, Octodontidae, Ctenomyinae). *Acta Theriologica* 44 (3): 263-282. Bialowieza

Verzi, D.H., 2002. Patrones de evolución morfológica en Ctenomyinae (Rodentia, Octodontidae). *Mastozoología Neotropical (Homenaje a Osvaldo A. Reig)*, 9(2): 309-328.

Verzi, D.H. y Montalvo, C.I., 2008. The oldest South American Cricetidae (Rodentia) and Mustelidae (Carnivora): Late Miocene faunal turnover in central Argentina and the Great American Biotic Interchange. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 267: 284-291.

Verzi, D.H., Montalvo, C.I. y Deschamps, C.M., 2008. Biostratigraphy and biochronology of the Late Miocene of central Argentina: Evidence from rodents and taphonomy. *Geobios* 41 (1): 145-155.

Verzi, D.H., Montalvo, C.I. y Tiranti, S.I., 2003. Un nuevo *Xenodontomys* (Rodentia, Octodontidae) del Mioceno tardío de La Pampa, Argentina. *Patrón evolutivo y bioestratigrafía. Ameghiniana*. 40 (2): 229-238.

Verzi, D.H., Montalvo, C.I. y Vucetich, M.G., 1990. La sistemática de los más antiguos Ctenomyinae (Rodentia, Octodontidae) del Mioceno superior. *Ameghiniana* 27 (3-4): 391.

Verzi, D.H., Montalvo, C.I. y Vucetich, M.G., 1991. Nuevos restos de *Xenodontomys simpsoni* Kraglievich y la sistemática de los más antiguos Ctenomyinae (Rodentia, Octodontidae). *Ameghiniana* 28(3-4):325-331.

Verzi, D.H., Montalvo, C.I. y Vucetich, M.G., 1996. Estado sistemático, afinidades y significado evolutivo del octodóntido *Neophanomys biplicatus* del Mioceno tardío-Plioceno temprano? de Argentina (Rodentia, Caviomorpha). *Ameghiniana* 33 (4): 472.

Verzi, D.H., Montalvo, C.I. y Vucetich, M.G., 1999a. Afinidades y significado evolutivo de *Neophanomys biplicatus* (Rodentia, Octodontidae) del Mioceno tardío-Plioceno temprano de Argentina. *Ameghiniana* 36(19): 83-90.

Verzi, D.H., Montalvo, C.I. y Vucetich, M.G., 1999b. La morfología de *Pampamys* y la diferenciación del viviente *Thrichomys* (Rodentia, Echimyidae). *Ameghiniana* 36 (4): 23R.

Verzi, D.H., Vieytes, E.C. y Montalvo, C.I., 2004. Dental evolution in *Xenodontomys* and first notice on secondary acquisition of radial enamel in rodents (Rodentia, Caviomorpha, Octodontidae). *Geobios* 37 (6): 795-806.

Verzi, D.H., Vucetich, M.G. y Montalvo, C.I., 1993. Dos nuevos Eumysopinae (Rodentia, Echimyidae) de la Formación Cerro Azul (Mioceno tardío) de La Pampa y consideraciones acerca de la historia de la subfamilia. V Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales: 50.

Verzi, D.H., Vucetich, M.G. y Montalvo, C.I., 1994. Octodontid-like Echimyidae (Rodentia): an upper Miocene episode in the radiation of the family. *Palaeovertebrata* 23(1-4):199-210.

Verzi, D.H., Vucetich, M.G. y Montalvo, C.I., 1995. Un nuevo Eumysopinae (Rodentia, Echimyidae) del Mioceno tardío de la provincia de La Pampa y consideraciones sobre la historia de la subfamilia. *Ameghiniana* 32(2):191-195.

Visconti, G., 2007. Sedimentología de la Formación Cerro Azul (Mioceno superior) en la provincia de La Pampa. Tesis Doctoral (inérita). Biblioteca de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires "Luis Federico Leloir". N° de Tesis: 4084. 203 pp.

Visconti, G., Melchor, R.N. y Umazano, A.M., 2006. Petrografía y análisis de proveniencia de las loessitas de la Formación Cerro Azul (Mioceno superior), provincia de La Pampa. IX Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales, Resúmenes: 97.

Visconti, G., Melchor, R.N. y Umazano, A.M., 2008a. Evidencias de cambios paleoclimáticos en las sucesiones de loess-paleosuelos del Mioceno superior de la provincia de La Pampa. XII Reunión Argentina de Sedimentología, Buenos Aires. Resúmenes: 189.

Visconti, G., Melchor, R.N. y Umazano, A.M., 2008b. Reconstrucción pedosedimentaria de los depósitos loésicos miocenos de la provincia de La Pampa. XII Reunión Argentina de Sedimentología, Buenos Aires. Resúmenes: 190.

Visconti, G., Montalvo, C.I., Cardonatto, M.C. y Púgener, L., 1996. Análisis sedimentológico e interpretación paleoambiental de la Formación Cerro Azul (Mioceno tardío) en el Valle Argentino, provincia de La Pampa. VI Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales, Comunicaciones: 86-88. Santa Rosa, La Pampa.

Vizcaíno, S.F. y Fariña, R., 1999. On the flight capabilities and distribution of the giant Miocene bird *Argentavis magnificens* (Teratornithidae). *Lethaia* 32: 271-278.

Wentworth, C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology* 30: 377-392.

Yrigoyen, M., 1975. Geología del subsuelo y plataforma continental. En Angelelli, R. (Ed.): Geología de la provincia de Buenos Aires. VI Congreso Geológico Argentino, Actas: 139-168. Buenos Aires.

Zárate, M.A., Kemp, R.A., Espinosa, M. y Ferrero, L., 2000. Pedosedimentary and palaeoenvironmental significance of a Holocene alluvial sequence in the southern Pampas, Argentina. *The Holocene* 10: 481-488.

Zetti, J., 1967. Sobre la presencia del género *Marmosa* (Didelphidae, Marsupialia) en sedimentos de la Formación Epecuén (Plioceno medio). *Ameghiniana* 5 (5): 169-173.

Zetti, J., 1972a. Los mamíferos fósiles de Edad Huayqueriense (Plioceno medio) de la región pampeana. Tesis Doctoral n° 304 (inérita). Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de la Plata, 149 pp.

Zetti, J., 1972b. Un nuevo Paquiruquino de la región pampeana. *Revista Museo Municipal de Ciencias Naturales de Mar del Plata* 2 (2): 41-56.

Anexo I

Planillas de descripción petrográfica

Muestra: 10
Formación: Cerro Azul

Fecha: 12-Marzo-2010
Localidad: El Guanaco

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA	según Dott (1964) modificada por Pettijohn <i>et al.</i> (1972, 1987): GRAUVACA LÍTICA según Folk <i>et al.</i> (1970): LITOARENITA
---------------------------------------	---

COMPONENTES BÁSICOS	
<i>Clastos (%)</i>	29,5
<i>Matriz (%)</i>	0
<i>Cemento (%)</i>	66,5
<i>Porosidad óptica (%)</i>	4

CARACTERIZACIÓN TEXTURAL	
<i>Fábrica</i>	Flotante
<i>Contactos entre granos</i>	No tiene
<i>Tamaño promedio de grano</i>	0,07676 mm (Arena muy fina)
<i>Selección</i>	Moderada
<i>Redondez</i>	Subredondeados

COMPOSICIÓN MODAL DE LA FRACCIÓN CLÁSTICA			
<i>Componente clástico</i>	%	<i>Componente clástico</i>	%
<i>Cuarzo monocristalino (Qm)</i>	14,41	<i>Anfíboles (A)</i>	0
<i>Feldespato potásico (Fk)</i>		<i>Opacos (Op)</i>	0,85
<i>Feldespato plagioclasa (Fp)</i>	12,71	<i>Alteritas (Alt)</i>	0
<i>Frag. líticos volcánicos (Lv)</i>	41,52	<i>Piroxenos (Px)</i>	1,70
<i>Trizas (Tr)</i>	22,88	<i>Hierro (Fe)</i>	5,08
<i>Micas (Mi)</i>	0,85		

CEMENTOS		
<i>Tipo de cemento</i>	<i>Composición mineralógica</i>	%
<i>Cemento principal</i>	Carbonático	42,25
<i>Cemento secundario</i>	Arcilloso	24,25
<i>Texturas de los cementos:</i> Carbonático microgranular. Arcilloso fluidal		
<i>Estratigrafía de los cementos:</i> No se presenta		
<i>Observaciones:</i> Hay zonas con cemento carbonático y zonas con cemento arcilloso		

POROSIDAD	
Porcentaje de porosidad estimado ópticamente	4 %
POROS	
<i>Tamaño:</i> 0,21189 mm	
<i>Distribución:</i> Al azar, no uniforme	
<i>Selección:</i> Muy pobre	
<i>Rugosidad:</i> Paredes rugosas	
<i>Observaciones:</i> Tubos producidos por gusanos, rellenos con excremento	

PRINCIPALES PROCESOS DIAGENÉTICOS
<i>Sucesión de los principales eventos diagenéticos:</i> 1) Precipitación de cemento carbonático y formación de cemento arcilloso producto de pedogénesis.
<i>Observaciones:</i> Hay agregados redondeados que engloban varios clastos. Recubrimientos arcillosos. Poro alargado (tunnel?), relleno.

Muestra: 14
Formación: Cerro Azul

Fecha: 12-Marzo-2010
Localidad: El Guanaco

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA	según Dott (1964) modificada por Pettijohn <i>et al.</i> (1972, 1987): GRAUVACA LÍTICA según Folk <i>et al.</i> (1970): LITOARENITA FELDESPÁTICA
---------------------------------------	--

COMPONENTES BÁSICOS	
<i>Clastos (%)</i>	31,25
<i>Matriz (%)</i>	0
<i>Cemento (%)</i>	67
<i>Porosidad óptica (%)</i>	1,75

CARACTERIZACIÓN TEXTURAL	
<i>Fábrica</i>	Flotante
<i>Contactos entre granos</i>	No tiene
<i>Tamaño promedio de grano</i>	0,08159 mm (Arena muy fina)
<i>Selección</i>	Pobre
<i>Redondez</i>	Subredondeados a subangulosos

COMPOSICIÓN MODAL DE LA FRACCIÓN CLÁSTICA			
<i>Componente clástico</i>	%	<i>Componente clástico</i>	%
<i>Cuarzo monocristalino (Qm)</i>	15,20	<i>Anfíboles (A)</i>	
<i>Feldespato potásico (Fk)</i>	4	<i>Opacos (Op)</i>	2,40
<i>Feldespato plagioclasa (Fp)</i>	18,40	<i>Alteritas (Alt)</i>	
<i>Frag. líticos volcánicos (Lv)</i>	32	<i>Piroxenos (Px)</i>	
<i>Trizas (Tr)</i>	24,80	<i>Hierro (Fe)</i>	2,40
<i>Micas (Mi)</i>	0,80	<i>otros:</i>	

CEMENTOS		
<i>Tipo de cemento</i>	<i>Composición mineralógica</i>	%
<i>Cemento principal</i>	Carbonático	33,5
<i>Cemento secundario</i>	Arcilloso	33,5
<i>Texturas de los cementos:</i> Carbonático: granular cristalina, microgranular, Arcilloso: fluidal		
<i>Estratigrafía de los cementos:</i> No presenta		
<i>Observaciones:</i> Cemento carbonático y arcilloso en igual proporción, distribuidos al azar		

POROSIDAD	
<i>Porcentaje de porosidad estimado ópticamente</i>	1,75 %
POROS	
<p><i>Tamaño:</i> 0,17097 mm <i>Distribución:</i> Al azar <i>Selección:</i> Pequeños redondeados, grandes alargados <i>Rugosidad:</i> Paredes rugosas <i>Observaciones:</i> De tipo secundaria</p>	

PRINCIPALES PROCESOS DIAGENÉTICOS
<p><i>Observaciones:</i> La muestra no está compactada. No hay importantes procesos de diagénesis (los clastos estaban alterados antes de ser depositados). Hay evidencia de pedogénesis.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Películas pigmentantes y recubrimientos arcillosos en clastos -Reemplazo parcial de un cristal de plagioclasa. -Disolución interna y reemplazo, con precipitación de cemento carbonático. -Alteración en plagioclasa: textura en tablero de ajedrez (cambio mineralógico, reemplazo). -Presencia de poros alargados, con paredes rugosas (formados por raíces). <p>(Mezcla de plagioclasas, frescas y alteradas, significa que no es un proceso diagenético, sino que ya venían alteradas).</p>

Muestra: 18 **Fecha: 12-Marzo-2010**
Formación: Cerro Azul **Localidad: El Guanaco**

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA	según Dott (1964) modificada por Pettijohn <i>et al.</i> (1972, 1987):
	GRAUVACA LÍTICA
	según Folk <i>et al.</i> (1970): LITOARENITA FELDESPÁTICA

COMPONENTES BÁSICOS	
<i>Clastos (%)</i>	32
<i>Matriz (%)</i>	0
<i>Cemento (%)</i>	60
<i>Porosidad óptica (%)</i>	8

CARACTERIZACIÓN TEXTURAL	
<i>Fábrica</i>	Flotante
<i>Contactos entre granos</i>	No presenta
<i>Tamaño promedio de grano</i>	0,0741 mm (Arena muy fina)
<i>Selección</i>	Pobre
<i>Redondez</i>	Subredondeados

COMPOSICIÓN MODAL DE LA FRACCIÓN CLÁSTICA			
<i>Componente clástico</i>	%	<i>Componente clástico</i>	%
Cuarzo monocristalino (Qm)	21,87	Anfíboles (A)	0
Feldespato potásico (Fk)	3,91	Opacos (Op)	9,38
Feldespato plagioclasa (Fp)	29,69	Alteritas (Alt)	0
Frag. líticos volcánicos (Lv)	14,84	Piroxenos (Px)	0,78
Trizas (Tr)	17,97	Hierro (Fe)	0,78
Micas (Mi)	0,78	Otros:	
CEMENTOS			
<i>Tipo de cemento</i>	<i>Composición mineralógica</i>		%
<i>Cemento principal</i>	Arcilloso		32,25
<i>Cemento secundario</i>	Carbonático		27,75
<i>Texturas de los cementos:</i> Carbonático: granular y microgranular. Arcilloso: en algunos sectores fluidal y amorfo en otros			
<i>Estratigrafía de los cementos:</i> Arcilloso/Carbonático			
<i>Observaciones:</i> Se observa como una alteración en los clastos rodeados por cemento carbonático			

POROSIDAD	
<i>Porcentaje de porosidad estimado ópticamente</i>	8 %
<i>Tipo de porosidad</i>	
POROS	GARGANTAS PORALES
<i>Tamaño: 0,65133 mm</i>	<i>Abundancia: Escasa</i>
<i>Distribución: Al azar</i>	<i>Tortuosidad: Poca</i>
<i>Selección: Pobre</i>	<i>Tamaño: (10x) 0,3943 – 0,2563</i>
<i>Rugosidad: Paredes rugosas</i>	<i>Número de coordinación: 2</i>
<i>Observaciones: Producidos por raíces</i>	

PRINCIPALES PROCESOS DIAGENÉTICOS
<p><i>Observaciones:</i> La arcilla se deposita en láminas cuando hay movimiento vertical en el suelo.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Precipitación de carbonato como cemento. -Fragmento arcilloso grande. -Recubrimientos arcillosos de un solo lado de clastos o agregados. -Poros producidos por raíces, de mayor tamaño y en mayor cantidad. -Hay menos agregados que en la muestra 14.

Muestra: 20 **Fecha: 12-Marzo-2010**
Formación: Cerro Azul **Localidad: El Guanaco**

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA	según Dott (1964) modificada por Pettijohn <i>et al.</i> (1972, 1987): GRAUVACA LÍTICA según Folk <i>et al.</i> (1970): LITOARENITA FELDESPÁTICA
---------------------------------------	--

COMPONENTES BÁSICOS	
<i>Clastos (%)</i>	26,5
<i>Matriz (%)</i>	0
<i>Cemento (%)</i>	70,5
<i>Porosidad óptica (%)</i>	3

CARACTERIZACIÓN TEXTURAL	
<i>Fábrica</i>	Flotante
<i>Contactos entre granos</i>	No presenta
<i>Tamaño promedio de grano</i>	0,08386 mm (Arena muy fina)
<i>Selección</i>	Pobre
<i>Redondez</i>	Subredondeados

COMPOSICIÓN MODAL DE LA FRACCIÓN CLÁSTICA			
<i>Componente clástico</i>	%	<i>Componente clástico</i>	%
<i>Cuarzo monocristalino (Qm)</i>	28,30	<i>Anfíboles (A)</i>	0
<i>Feldespato potásico (Fk)</i>	4,72	<i>Opacos (Op)</i>	8,49
<i>Feldespato plagioclasa (Fp)</i>	18,87	<i>Alteritas (Alt)</i>	6,6
<i>Frag. líticos volcánicos (Lv)</i>	7,55	<i>Piroxenos (Px)</i>	0
<i>Trizas (Tr)</i>	18,87	<i>Hierro (Fe)</i>	0
<i>Micas (Mi)</i>	6,6	<i>otros:</i>	

CEMENTOS		
<i>Tipo de cemento</i>	<i>Composición mineralógica</i>	%
<i>Cemento principal</i>	Arcilloso	42
<i>Cemento secundario</i>	Carbonático	28,5
<i>Texturas de los cementos:</i> Carbonático microgranular, y arcilloso macizo		
<i>Estratigrafía de los cementos:</i> No se presenta. Mezclados, al azar		

POROSIDAD	
<i>Porcentaje de porosidad estimado ópticamente</i>	%
POROS	
<i>Tamaño: 0,55198 mm</i>	
<i>Distribución: Al azar</i>	
<i>Observaciones: Producidos por raíces</i>	

PRINCIPALES PROCESOS DIAGENÉTICOS
<i>Sucesión de los principales eventos diagenéticos:</i>
1) Cementación por carbonatos y traslocación de arcillas
2) Alteración por pedogénesis

Muestra: 24 Fecha: 12- Marzo- 2010
Formación: Cerro Azul Localidad: El Guanaco

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA	según Dott (1964) modificada por Pettijohn <i>et al.</i> (1972, 1987):
	GRAUVACA LÍTICA
	según Folk <i>et al.</i> (1970): LITOARENITA-LITOARENITA FELDESPÁTICA

COMPONENTES BÁSICOS	
<i>Clastos (%)</i>	27,25
<i>Matriz (%)</i>	0
<i>Cemento (%)</i>	65
<i>Porosidad óptica (%)</i>	7,75

CARACTERIZACIÓN TEXTURAL	
<i>Fábrica</i>	Flotante
<i>Contactos entre granos</i>	No presenta
<i>Tamaño promedio de grano</i>	0,056446 mm (Limo Grueso)
<i>Selección</i>	Pobre a mala
<i>Redondez</i>	Subangulosos

COMPOSICIÓN MODAL DE LA FRACCIÓN CLÁSTICA			
<i>Componente clástico</i>	<i>%</i>	<i>Componente clástico</i>	<i>%</i>
<i>Cuarzo monocristalino (Qm)</i>	20,18	<i>Anfíboles (A)</i>	0,92
<i>Feldespato potásico (Fk)</i>	12,84	<i>Opacos (Op)</i>	5,51
<i>Feldespato plagioclasa (Fp)</i>	7,34	<i>Alteritas (Alt)</i>	6,42
<i>Frag. líticos volcánicos (Lv)</i>	11,01	<i>Piroxenos (Px)</i>	0
<i>Trizas (Tr)</i>	31,19	<i>Hierro (Fe)</i>	0
<i>Micas (Mi)</i>	4,59	<i>Otros:</i>	

CEMENTOS		
<i>Tipo de cemento</i>	<i>Composición mineralógica</i>	<i>%</i>
<i>Cemento principal</i>	Arcilloso	65
<i>Texturas de los cementos:</i> En cutanes: coliforme. Fuera de cutanes: amorfo.		

POROSIDAD	
<i>Porcentaje de porosidad estimado ópticamente</i>	7,75 %
POROS	
<i>Tamaño:</i> 2,46869 mm <i>Distribución:</i> Al azar <i>Observaciones:</i> De tipo secundaria. Producidos por raíces. Hay en mayor cantidad que en las muestras previamente analizadas y son de mayor tamaño. Alargados y circulares.	

PRINCIPALES PROCESOS DIAGENÉTICOS
<i>Sucesión de los principales eventos diagenéticos:</i> 1) Alteración por pedogénesis 2) Depositación de arcillas alrededor de poros (cutanes)

Anexo II

Componentes básicos y composición modal de la muestras de El Guanaco

Muestra	Total Clastos	Cemento arcilloso	Cemento carbonático	Poros	Total
10	29,50	24,25	42,25	4,00	100,00
14	31,25	33,50	33,50	1,75	100,00
18	32,00	32,25	27,75	8,00	100,00
20	26,50	42,00	28,50	3,00	100,00
24	27,25	65,00	0,00	7,75	100,00

Tabla 1. Componentes básicos de las muestras de El Guanaco (cada columna está expresada en porcentaje relacionado con el total de puntos contados)

Muestra	Cuarzo total		Feldespatos			Líticos totales									% Total
	Qm	Total	Or	Plg	Total	Lv	Vv-Tr	Mi	Anf	Op	Alt	Px	Fe	Total	
10	14,4	14,4	0	12,7	12,7	41,52	22,9	0,8	0	0,8	0	1,7	5,1	64,8	100
14	15,2	15,2	4	18,4	22,4	32	24,8	0,8	0	2,4	0	0	2,4	62,3	100
18	21,9	21,9	3,9	29,7	33,6	14,8	18,0	0,8	0	9,4	0	0,8	0,8	44,6	100
20	28,3	28,3	4,7	18,9	23,6	7,5	18,9	6,6	0	8,5	6,6	0	0	61	100
24	20,2	20,2	12,8	7,3	20,2	11	31,2	4,6	0,9	5,5	6,4	0	0	63,5	100

Tabla 2. Composición modal de la fracción clástica de las muestras de El Guanaco

Anexo III

Características Micromorfológicas

N° de muestra	Facies	Microestructura	c/f	Fábrica b	Concentraciones arcillosas			Concentraciones de Fe/Mn			Concentraciones calcíticas	Fragmentos en capas
					Límpidos	Impuros	Alrededor de granos	Nódulos fuertes	Nódulos difusos	Revestimientos		
10	Sfm	Ch	2:3	c	---	---	---	*	*	**	*****	---
14	Sfm	Ch	3:2	c	---	---	---	--	*	*	***	--
18	Fsp	Ch	3:2	c	---	---	---	---	*	*	***	---
20	Fsp	Ch	3:2	c-m	---	---	**	---	---	---	**	---
24	Fsp	E-Ch-V	2:3	m	**	*****	**	---	***	*****	---	**

Microestructura

Ch Canal
E Esponjosa
V Con cavidades

Fábrica b

c cristalítica
m moteada en mosaico

Abundancia

--- no detectada
* rara (> 0,2 %)
** muy poca (0,2 – 2 %)
*** poca (2-5%)
***** común (> 5%)

Tabla 3. Características micromorfológicas de las muestras de El Guanaco

Anexo IV

Descripción de los ejemplares analizados

CLASE AMPHIBIA Linnaeus, 1785
SUBCLASE LISSAMPHIBIA Haeckel, 1866
ORDEN ANURA Merrem, 1820
Anura indet.

GHUNLPam **5063**
/21 húmero

CLASE MAMMALIA Linnaeus, 1785
SUPERORDEN MARSUPIALIA (Illiger, 1811)
ORDEN SPARASSODONTA (Ameghino, 1872) Aplin y Archer, 1987
FAMILIA THYLACOSMILIDAE (Riggs, 1933)
Achlysictis* cf. *A. lelongi

GHUNLPam **5997** fragmento de canino superior izquierdo sin la porción distal

ORDEN DIDELPHOIDEA (Gray, 1821)
FAMILIA SPARASSOCYNIDAE (Reig, 1958)
***Hesperocynus dolgopola* (Forasiepi, Goin y Martinelli, 2009)**

La presencia de este taxón esta basada en un ejemplar de la Colección del Museo de La Plata **MLP 86-VII-10-1** un fragmento mandibular derecho con el p2, m1 y m3-4 completos, que fue asignado primeramente a la familia Didelphidae pero que recientemente fue incluida esta familia (Forasiepi *et al.* , 2009).

FAMILIA DIDELPHIDAE Gray, 1821
SUBFAMILIA DIDELPHINAE (Gray, 1821) Simpson, 1927
***Hyperdidelphys pattersoni* (Reig, 1952)**

La presencia de este taxón esta basada en un ejemplar de la Colección del Museo de La Plata **MLP 87-XI-20-5** un fragmento mandibular, un incisivo, un canino y dos premolares aislados; un M1 izquierdo, un M1 derecho, un M2 derecho y un M3 izquierdo, todos aislados aunque probablemente pertenezcan a un mismo individuo.

Didelphidae indet.

GHUNLPam **6519** hemimandíbula derecha
GHUNLPam **14861**
/4 fragmento hemimandibular sin dientes

ORDEN ARGYROLAGIDA Reig, 1981
FAMILIA ARGYROLAGIDAE Ameghino, 1904
***Microtragulus rusconii* Goin, Montalvo y Visconti, 2000**

GHUNLPam **5076** un fragmento mandibular derecho con los alvéolos de los p4-m3

SUPERORDEN XENATHRA Cope, 1889
ORDEN CINGULATA Illiger, 1811
FAMILIA DASYPODIDAE Bonaparte, 1838
SUBFAMILIA EUPHRACTINAE Pocock, 1924
TRIBU EUTATINI Bordas, 1933
***Chasicotatus ameghinoi* Scillato-Yané, 1979**

GHUNLPam **2283**
/3 placa
GHUNLPam **5465**

/2 placa

***Doellotatus inornatus* (Rovereto) Bordas, 1932**

GHUNLPam **2283**

/2 placa

GHUNLPam **5066**

/3 placa

GHUNLPam **12806**

/1 placa

/2 placa

GHUNLPam **12999**

/1 placa

/2 placa

/3 placa

TRIBU EUPHRACTINI Pocock, 1924

Chorobates cf. *C. villosissimus*

GHUNLPam **2283**

/1 placa

GHUNLPam **5066**

/5 placa

GHUNLPam **5348** placa

GHUNLPam **5465**

/1 placa

/4 placa

GHUNLPam **12964**

/2 placa

GHUNLPam **14853**

/1 placa

/2 placa

/3 placa

/4 placa

***Macrochorobates chapalmalensis* (Ameghino) Scillato-Yané, 1980**

GHUNLPam **5976**

/1 placa

GHUNLPam **12965** placas asociadas

Dasypodidae indet.

GHUNLPam **5066**

/2 placa

/4 placa

/6 placa

/7 placa

/8 placa

GHUNLPam **5465**

/3 placa

/5 placa.

GHUNLPam **5976**

/2 placa

/3 placa

GHUNLPam **6689**

/ 1 placa

/ 2 placa

/ 3 placa

/ 4 placa
GHUNLPam **12799**
/45 placa
GHUNLPam **12964**
/1 placa
GHUNLPam **14853**
/5 placa
GHUNLPam **22506**
/1 placa
/2 placa
/3 placa
/4 placa
/5 placa
/6 placa
/7 placa
GHUNLPam **22654**
/1 placa
/2 placa
/3 placa
/4 placa
GHUNLPam **27000**
/1 placa
/2 placa

Superorden XENARTHRA Cope, 1889
Orden CINGULATA Illiger 1811
Familia GLYPTODONTIDAE Burmeister 1879
Glyptodontidae indet.

GHUNLPam **12964/3** placa

ORDEN RODENTIA Bowdich, 1821
INFRAORDEN CAVIOMORPHA Wood y Patterson in Wood, 1955
SUPERFAMILIA OCTODONTOIDEA Simpson, 1945
FAMILIA CTENOMYIDAE (ver autor en trabajos)
Xenodontomys simpsoni

GHUNLPam **342** fragmento hemimandibular derecho con p4-m1
GHUNLPam **2403** hemimandíbula
GHUNLPam **5016** hemimandíbula
GHUNLPam **5018** hemimandíbula
GHUNLPam **5027** hemimandíbula
GHUNLPam **5341** molar inferior
GHUNLPam **5342** fragmento de maxilar con P4 izquierdo
GHUNLPam **5460** molar inferior
GHUNLPam **6381** fragmento hemimandibular izquierdo con i1 roto y p4 roto
GHUNLPam **6517** molar aislado
GHUNLPam **6518** molar aislado
GHUNLPam **12799**
/6 molar inferior
/54 fragmento de molar
GHUNLPam **12811** dos molares
GHUNLPam **12996** molar
GHUNLPam **14291** m3 derecho
GHUNLPam **14852** fragmento mandibular con p4-m1
GHUNLPam **14857** molar aislado
GHUNLPam **22648**
/1 molar

/2 molar

ORDEN RODENTIA Bowdich, 1821
INFRAORDEN CAVIOMORPHA Wood y Patterson in Wood, 1955
SUPERFAMILIA CHINCHILLOIDEA Kraglievich, 1940
FAMILIA CHINCHILLIDAE Bennett, 1833
Lagostomus (Lagostomopsis) sp.

GHUNLPam **131** fragmento mandibular derecho con il, diastema y p4-m3, m3 izquierdo aislado, un incisivo aislado, una tibia proximal, 2 metápodos rotos, y varios fragmentos indet.

GHUNLPam **436** molar superior

GHUNLPam **5017**

/1 hemimandíbula derecha com incisivo roto y p4

/2 molar inferior aislado

/3 molar inferior aislado

/4 molar inferior aislado

/5 molar inferior aislado

/6 molar superior aislado

/7 molar superior aislado

/8 molar superior aislado

/9 molar superior aislado

/10 molar superior aislado

/11 molar superior aislado

GHUNLPam **5037** molar superior aislado

GHUNLPam **5065**

/1 molar superior aislado

/2 molar superior aislado

/3 molar inferior aislado

/4 molar inferior aislado

GHUNLPam **5346** molar inferior aislado

GHUNLPam **5347** molar inferior aislado

GHUNLPam **5466**

/1 molar superior

/2 molar superior

/3 molar superior

/4 molar inferior

/5 molar inferior

/6 molar inferior

/7 molar inferior

/8 molar inferior

/9 molar inferior

GHUNLPam **5977** fragmento mandibular izquierdo con p4-m3 e incisivo

GHUNLPam **5978**

/1 M3 derecho

/2 molar superior aislado

/3 molar superior aislado

GHUNLPam **5984** sínfisis derecha con incisivo

GHUNLPam **6383**

/1 molar inferior

/2 molar inferior

/3 molar inferior

GHUNLPam **6505** fragmento de molar inferior

GHUNLPam **6520** fragmento de sínfisis mandibular sin dientes

GHUNLPam **6521** molar superior M3 derecho

GHUNLPam **6522** molar superior aislado

GHUNLPam **6523** molar superior aislado

GHUNLPam **6524** molar inferior aislado

GHUNLPam **6525** molar inferior aislado

GHUNLPam **6526** molar inferior aislado

- GHUNLPam 6527 molar inferior aislado
GHUNLPam 6682
 /1 molar inferior
 /2 molar inferior
 /3 molar inferior
GHUNLPam 12797 fragmento mandibular izquierdo con p4-m1
GHUNLPam 12798
 /1 molar superior
 /2 molar inferior
 /3 molar inferior
 /4 molar inferior
 /5 molar inferior
GHUNLPam 12799
 /53 fragmento de molar inferior
GHUNLPam 12800 molar superior
GHUNLPam 12801 molar superior aislado
GHUNLPam 12802 molar superior
GHUNLPam 12803 molar inferior aislado
GHUNLPam 12804 molar superior aislado
GHUNLPam 12805 molar inferior
GHUNLPam 12958 hemimandíbula derecha con incisivo roto y p4-m3
GHUNLPam 12959 hemimandíbula izquierda con m1-2
GHUNLPam 12960
 /1 molar superior
 /2 molar superior
GHUNLPam 14854 porción de paladar derecho con P4-M2
GHUNLPam 14855 porción de paladar izquierdo con P4 roto y M1-3
GHUNLPam 14856
 /1 M3 derecho aislado
 /2 M3 izquierdo aislado
 /3 molar superior aislado
 /4 molar inferior aislado
 /5 molar inferior aislado
 /6 molar inferior aislado
 /7 molar inferior aislado
 /8 molar inferior aislado
 /9 molar inferior aislado
 /10 molar inferior aislado
 /11 molar inferior aislado
 /12 molar inferior aislado
 /13 molar inferior aislado
 /14 molar inferior aislado
 /15 molar inferior aislado
GHUNLPam 22651
 /1 molar superior
 /2 molar inferior
GHUNLPam 22657 molar aislado

SUPERFAMILIA CAVIOIDEA Kraglievich, 1930
FAMILIA CAVIIDAE Alston, 1876
SUBFAMILIA DOLICHOTINAE Pocock, 1922

- GHUNLPam 132 un molar superior
GHUNLPam 408 fragmento hemimandibular izquierdo con p4-m1 (sólo se preserva el prisma anterior) y m2-3
GHUNLPam 5019 p4 izquierdo
GHUNLPam 5343 fragmento hemimandibular izquierdo con incisivo roto y p4 izquierdo
GHUNLPam 5983 molar aislado
GHUNLPam 6686 molar superior aislado

GHUNLPam **12961** restos asociados. Una hemimandíbula izquierda con incisivo roto y p4-m3, una hemimandíbula seccionada con incisivo p4, y m1 rotos. Un hemipaladar con los P4-M3 izquierdos y P4-M1 derechos

GHUNLPam **12962** fragmento hemimandibular derecho con m1-3 (parece juvenil)

GHUNLPam **12963** porción de hemimandíbula izquierda con un molar

GHUNLPam **14849** hemimandíbula

GHUNLPam **14850** fragmento hemimandibular derecho con incisivo roto y p4-m1

GHUNLPam **14851** hemimandíbula

GHUNLPam **14861**

/18 porción de paladar

GHUNLPam **22646** fragmento de molar

RODENTIA indet.

GHUNLPam **5467**

/1 fragmento de incisivo

/2 fragmento de incisivo

/3 fragmento de incisivo

/4 fragmento de incisivo

GHUNLPam **6382**

/1 rostro roedor con I1 izquierdo y alveolo de derecho

/2 incisivo aislado

/3 incisivo aislado

GHUNLPam **6507**

/1 sínfisis con incisivos rotos

/2 sínfisis con incisivos rotos

/3 sínfisis con incisivos rotos

/4 incisivos rotos aislados

/5 incisivos rotos aislados

GHUNLPam **6516**

/1 fragmento de incisivo aislado

/2 fragmento de incisivo aislado

/3 fragmento de incisivo aislado

/4 fragmento de incisivo aislado

/5 fragmento de incisivo aislado

/6 fragmento de incisivo aislado

/7 fragmento de incisivo aislado

/8 fragmento de incisivo aislado

/9 fragmento de incisivo aislado

GHUNLPam **6688**

/1 incisivo

/2 incisivo

/3 incisivo

/4 incisivo

GHUNLPam **12799**

/44 fragmento de molar

/50 fragmento de incisivo

/52 arcada cigomática

GHUNLPam **12808**

/1 fragmento con arcada zigomática

/2 fragmento con arcada zigomática

/3 fragmento con arcada zigomática

GHUNLPam **12809**

/1 incisivo aislado

/2 incisivo aislado

/3 incisivo aislado

/4 incisivo aislado

GHUNLPam **12966**

/1 fragmento de sínfisis izquierda con incisivo roto

GHUNLPam **14858**

- /1 incisivo aislado
- /2 incisivo aislado
- /3 incisivo aislado
- /4 incisivo aislado
- /5 incisivo aislado
- /6 incisivo aislado
- /7 incisivo aislado

GHUNLPam 22645

- /1 incisivo aislado
- /2 incisivo aislado
- /3 incisivo aislado
- /4 incisivo aislado

ORDEN NOTOUNGULATA Roth, 1903
SUBORDEN TYPOTHERIA Zittel, 1892
FAMILIA HEGETOTHERIIDAE Ameghino, 1894
SUBFAMILIA PACHYRUKEINAE Kraglievich, 1934
Paedotherium minor Cabrera, 1937

GHUNLPam **328** hemimandíbula con ambas series molariformes completas

GHUNLPam **409** fragmento mandibular derecho con p2; alvéolos de p3-4 y m1

GHUNLPam **410** fragmento hemimandibular izquierdo con p4-m2

GHUNLPam **2282** fragmento hemimandibular izquierdo con ml-2; p4 y m3 derechos sueltos

GHUNLPam 2285

- /1 M3 derecho
- /2 M2 izquierdo

GHUNLPam **5028** fragmento hemimandibular derecho con p4-m2

GHUNLPam **5029** fragmento hemimandibular izquierdo con p4-m2

GHUNLPam **5030** porción sinfisaria con los i1 izquierdo y derecho (el derecho roto)

GHUNLPam **5031** fragmento hemimandibular derecho con p3-m1

GHUNLPam **5032** porción sinfisaria sin dientes

GHUNLPam **5033** fragmento hemimandibular derecho con m1

GHUNLPam **5034** fragmento hemimandibular derecho con p3-4

GHUNLPam 5036

- /1 m3 derecho
- /2 m3 derecho
- /3 m3 izquierdo
- /4 m1 izquierdo
- /5 m1 derecho?
- /6 m1 derecho?
- /7 m2 izquierdo
- /8 p4 derecho
- /9 p4 izquierdo
- /10 m1 izquierdo
- /11 m1 derecho
- /12 p4 izquierdo
- /13 p4 derecho?
- /14 p4 derecho
- /15 M2 derecho
- /16 M3 izquierdo
- /17 M2 izquierdo
- /18 M1 izquierdo

GHUNLPam 5064

- /1 I1 izquierdo
- /2 M2 derecho
- /3 m1? izquierdo roto
- /4 p4 derecho

GHUNLPam **5344** porción sinfisaria con incisivos seccionados

- GHUNLPam **5345** M1 izquierdo
GHUNLPam **5459** fragmento hemimandibular izquierdo con p4 roto y ml-3
GHUNLPam **5461** fragmento de paladar izquierdo con P2-4; M1-2 rotos y M3
GHUNLPam **5462** fragmento de maxilar con M2-3 derechos
GHUNLPam **5463** fragmento hemimandibular derecho con m1 entero y m2 roto
GHUNLPam **5464**
 /1 m1 derecho
 /2 m1 derecho
 /3 m2 izquierdo
 /4 p4 izquierdo
 /5 M1 derecho
 /6 P4 izquierdo
 /7 MI? izquierdo roto
 /8 P4 derecho
 /9 M1 derecho
 /10 P2 derecho
 /11 P2 izquierdo
 /12 p2 derecho
- GHUNLPam **5515** p4 izquierdo; m3 izquierdo sueltos y fragmento mandibular izquierdo con m1
GHUNLPam **5979** fragmento mandibular izquierdo con m1 y p4 roto
GHUNLPam **5980** porción maxilar izquierda con M1-2
GHUNLPam **5981** p4 izquierdo
GHUNLPam **5982** I1 izquierdo
GHUNLPam **6279** fragmento mandibular izquierdo con p3-4
GHUNLPam **6380**
 /1 fragmento mandibular derecho con p2-m1
 /2 molar superior izquierdo
 /3 hemimandíbula derecha con m3 roto
 /4 molar superior
 /5 m1 derecho
 /6 molar superior roto
- GHUNLPam **6501**
 /1 sínfisis con p2 izquierdo roto
 /2 mandíbula derecha con p2-p4
 /3 molar superior aislado
- GHUNLPam **6502** hemimandíbula
GHUNLPam **6503** hemimandíbula
GHUNLPam **6508** fragmento maxilar con un molar
GHUNLPam **6509** molar aislado
GHUNLPam **6510** fragmento mandibular derecho sin dientes
GHUNLPam **6511** sínfisis izquierda con i1-2
GHUNLPam **6512** incisivo inferior aislado
GHUNLPam **6513** p4 izquierdo aislado
GHUNLPam **6514** incisivo superior derecho aislado
GHUNLPam **6515** diente indet. aislado
GHUNLPam **6683**
 /1 molar inferior
 /2 molar inferior
 /3 molar inferior
- GHUNLPam **6687** hemimandíbula izquierda con p3-m2
GHUNLPam **9178**
 /1 I1 izquierdo
 /2 hemimandíbula derecha con m3
 /3 I1 izquierdo
 /4 p2 derecho
 /5 molar superior
 /6 molar superior
 /7 molar superior
 /8 molar inferior
 /9 molar inferior

- /10 molar inferior
GHUNLPam **12795** porción sinfisaria con i1-2 izquierdos, alvéolos de p2-4; il derecho y alvéolos de i y premolares, un p4 derecho, p4 izquierdo, p2 izquierdo y 3 fragmentos mandibulares indet..
GHUNLPam **12796** fragmento hemimandibular sin dientes, m2 derecho suelto, m3 derecho roto y m1 izquierdo.
GHUNLPam **12799**
/30 fragmento de molar inferior
/46 fragmento de premolar superior
/55 fragmento mandibular con un diente emergente (es un juvenil)
GHUNLPam **12997** hemimandíbula derecha con i1-2 rotos, y p2-3
GHUNLPam **12998**
/1 P2 izquierdo aislado
/2 p4 izquierdo aislado
/3 M2 derecho aislado
/4 M3 derecho aislado
/5 molar superior aislado
GHUNLPam **14841** hemimandíbula derecha con p2-m3
GHUNLPam **14842** hemimandíbula izquierda con p3-m2
GHUNLPam **14843** paladar izquierdo con P2-M3
GHUNLPam **14844** fragmento mandibular o maxilar
GHUNLPam **14845** hemimandíbula izquierda con m2-3
GHUNLPam **14846** paladar derecho con P4-M1
GHUNLPam **14847** hemimandíbula izquierda con p3-4
GHUNLPam **14848** hemimandíbula izquierda con p4
GHUNLPam **14858**
/1 rostro con los I1 derecho e izquierdo
/2 incisivo aislado
/3 incisivo aislado
/4 incisivo aislado
/5 incisivo aislado
/6 incisivo aislado
GHUNLPam **14859** fragmento mandibular izquierdo con m1-3
GHUNLPam **14860**
/1 incisivo superior izquierdo aislado
/2 incisivo superior derecho aislado
/3 m3 izquierdo aislado
/4 m3 derecho aislado
/5 p4 derecho aislado
/6 m2 izquierdo aislado
/7 m2 izquierdo aislado
GHUNLPam **22649** porción derecha de paladar con M2-3
GHUNLPam **22650**
/1 incisivos
/2 molar superior
/3 molar superior
/4 molar superior
/5 molar inferior
/6 molar inferior
/7 molar inferior
/8 molar inferior
/9 molar inferior
/10 sínfisis sin dientes
GHUNLPam **22652** hemimandíbula muy rota
GHUNLPam **22656** hemimandíbula derecha con p2-p3 y otro fragmento roto, hemimandíbula izquierdo con p4-m2
GHUNLPam **22782** hemipaladar con rostro con el incisivo izquierdo y P2-P4

FAMILIA MESOTHERIIDAE Alston 1876

GHUNLPam 6506 fragmento de molar inferior

ORDEN LITOPTERNA Ameghino, 1889
FAMILIA PROTEROTHERIIDAE Ameghino, 1887
Proterotheridae indet.

GHUNLPam 6379 molar superior

GHUNLPam 12807 corona de un molar superior

Mammalia indet.

GHUNLPam 2284

- /1 fémur proximal
- /2 tibia proximal
- /3 metapodo entero
- /4 metapodo entero
- /5 vértebra
- /6 tibia proximal con parte de diáfisis
- /7 calcáneo
- /8 calcáneo

GHUNLPam 5063

- /1 ulna proximal
- /2 calcáneo
- /3 calcáneo roto
- /4 calcáneo roto
- /5 tibia proximal con parte de diáfisis
- /6 tibia proximal con parte de diáfisis
- /7 húmero distal
- /8 húmero distal
- /9 diáfisis de ulna
- /10 metápodo entero
- /11 metápodo entero
- /12 metápodo entero
- /13 metápodo roto
- /14 metápodo roto
- /15 metápodo roto
- /16 metápodo roto
- /17 metápodo roto
- /18 metápodo roto
- /19 metápodo roto
- /20 astrágalo

GHUNLPam 5067 1 vértebra

GHUNLPam 5349 fémur proximal con parte de diáfisis

GHUNLPam 5350 diáfisis de ulna

GHUNLPam 5351 calcáneo

GHUNLPam 5352 metápodo entero

GHUNLPam 5353 metápodo entero

GHUNLPam 5354 metápodo entero

GHUNLPam 5355 metápodo entero

GHUNLPam 5356 fragmento de metápodo

GHUNLPam 5357 fragmento de metápodo

GHUNLPam 5358 fragmento de metápodo

GHUNLPam 5359 fragmento de metápodo

GHUNLPam 5360 diáfisis de fémur

GHUNLPam 5468

- /1 vértebra
- /2 vértebra

GHUNLPam 5469

- /1 calcáneo
- /2 calcáneo
- /3 calcáneo

GHUNLPam 5470

- /1 metápodo entero
- /2 metápodo entero
- /3 metápodo entero
- /4 metápodo entero
- /5 metápodo entero
- /6 metápodo entero
- /7 metápodo entero
- /8 metápodo roto
- /9 metápodo roto
- /10 metápodo roto
- /11 metápodo roto
- /12 metápodo roto
- /13 metápodo roto
- /14 metápodo roto
- /15 fragmento de diáfisis
- /16 fragmento de diáfisis
- /17 fragmento de diáfisis
- /18 fragmento de diáfisis
- /19 tibia proximal
- /20 tibia proximal
- /21 diáfisis de fémur
- /22 diáfisis de fémur
- /23 fémur proximal

GHUNLPam 5985

- /1 calcáneo
- /2 calcáneo
- /3 fragmento de tibia distal
- /4 diáfisis de ulna
- /5 diáfisis de fémur
- /6 fragmento de tibia distal
- /7 metápodo entero
- /8 metápodo entero
- /9 metápodo entero
- /10 vértebra

GHUNLPam 6384

- /1 calcáneo
- /2 metápodo entero
- /3 metápodo entero
- /4 metápodo entero
- /5 calcáneo
- /6 diáfisis de ulna
- /7 epífisis distal saltada de fémur
- /8 metápodo entero
- /9 fragmento distal de húmero
- /10 fragmento proximal de fémur
- /11 fragmento de metápodo
- /12 fragmento de pelvis
- /13 diáfisis de fémur
- /14 fragmento de metápodo
- /15 fragmento de metápodo
- /16 fragmento de metápodo
- /17 fragmento de metápodo
- /18 fragmento de metápodo
- /19 metápodo
- /20 metápodo

GHUNLPam 6500

- /1 diáfisis de ulna
- /2 diáfisis de ulna
- /3 fragmento de metápodo
- /4 fragmento de metápodo
- /5 fragmento de metápodo

GHUNLPam 6504

- /1 vértebra
- /2 metápodo
- /3 metápodo
- /4 fragmento de metápodo
- /5 fragmento de metápodo
- /6 fragmento de metápodo
- /7 fragmento de metápodo
- /8 fragmento de metápodo
- /9 porción de escápula
- /10 diáfisis de fémur
- /11 porción articular de hemimandíbula
- /12 diáfisis de tibia
- /13 epífisis proximal saltada de fémur

GHUNLPam 6684

- /1 fragmento de metápodo grande
- /2 fémur proximal
- /3 diáfisis de ulna
- /4 diáfisis de ulna
- /5 astrágalo
- /6 metápodo
- /7 metápodo
- /8 calcáneo
- /9 metápodo
- /10 húmero distal
- /11 astrágalo
- /12 calcáneo
- /13 fémur proximal
- /14 fragmento ulna
- /15 metápodo

GHUNLPam 6685 una vértebra

GHUNLPam 12799

- /2 astrágalo
- /3 falange
- /4 falange
- /5 diáfisis de ulna
- /7 diáfisis indet.
- /8 diáfisis indet.
- /9 fragmento de metápodo
- /10 fragmento de metápodo
- /11 fragmento de metápodo
- /12 diáfisis de fémur
- /13 fragmento de metápodo
- /14 porción articular de hemimandíbula indet.
- /15 porción hemimandibular indet.
- /16 diáfisis de ulna
- /17 metápodo
- /18 metápodo
- /19 vértebra
- /20 fragmento de arcada cigomática
- /21 fragmento de arcada cigomática
- /22 costilla
- /23 fragmento de metápodo
- /24 metápodo
- /25 fragmento hemimandibular indet.

- /26 porción de arcada cigomática
- /27 falange
- /28 diáfisis indet.
- /29 fragmento de metápodo
- /31 calcáneo
- /32 fragmento de metápodo
- /33 fragmento de metápodo
- /34 metápodo
- /35 metápodo
- /36 fragmento hemimandibular
- /37 metápodo
- /38 epífisis distal saltada de fémur
- /39 metápodo
- /40 fragmento de diáfisis de fémur
- /41 diáfisis
- /42 diáfisis
- /43 diáfisis
- /47 diáfisis
- /48 diáfisis
- /49 diáfisis
- /51 diáfisis

GHUNLPam 12966

- /2 metápodo
- /3 diáfisis de ulna
- /4 fragmento de metápodo
- /5 fragmento de metápodo
- /6 fragmento de metápodo

GHUNLPam 14861

- /1 vértebra
- /2 astrágalo
- /3 astrágalo
- /5 astrágalo
- /6 metápodo
- /7 metápodo
- /8 metápodo
- /9 metápodo
- /10 metápodo
- /11 metápodo
- /12 metápodo
- /13 metápodo
- /14 calcáneo
- /15 calcáneo
- /16 calcáneo
- /17 fragmento proximal de fémur
- /19 fragmento distal de húmero
- /20 fragmento de metápodo
- /21 diáfisis de ulna

GHUNLPam 22647

- /1 calcáneo
- /2 metápodo
- /3 metápodo
- /4 fragmento metápodo

GHUNLPam 22653 vértebra

GHUNLPam 22658

- /1 fragmento metápodo
- /2 astrágalo
- /3 fragmento ulna
- /4 vértebra
- /5 fragmento metápodo