

# El Pleistoceno de Mendoza: una síntesis geológica y paleontológica

---

Adriana E. MEHL<sup>1</sup>, Leandro ROJO<sup>2</sup>, Claudio G. DE FRANCESCO<sup>3</sup>,  
Esperanza CERDEÑO<sup>4</sup>, Analía M. FORASIEPI<sup>4</sup>

<sup>1</sup> INCITAP (CONICET-UNLPam). Dto. Geología, FCEyN, UNLPam. Uruguay 151, Santa Rosa, La Pampa, Argentina. [adrianamehl@gmail.com](mailto:adrianamehl@gmail.com)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo / Museo de Historia Natural de San Rafael, Parque Mariano Moreno s/nº, (5600) San Rafael, Mendoza, Argentina. [ldrojo@gmail.com](mailto:ldrojo@gmail.com)

<sup>3</sup> Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), CONICET-Universidad Nacional de Mar del Plata, Juan B. Justo 2550, (7600) Mar del Plata, Argentina. [cgdefra@mdp.edu.ar](mailto:cgdefra@mdp.edu.ar)

<sup>4</sup> IANIGLA, CCT-CONICET, Mendoza. Av. Ruiz Leal s/nº, (5500) Mendoza, Argentina. [espe@mendoza-conicet.gob.ar](mailto:espe@mendoza-conicet.gob.ar); [borhyaena@hotmail.com](mailto:borhyaena@hotmail.com)

## RESUMEN

### Palabras clave:

Geología  
Vegetación  
Invertebrados  
Vertebrados  
Mendoza  
Pleistoceno

Con una superficie de casi 150.000 km<sup>2</sup>, Mendoza ocupa *ca.* 5% del territorio argentino. Está limitada al oeste por la Cordillera de los Andes, la cual alcanza en la provincia alturas máximas (Aconcagua: 6.958 msnm). Esta estructura orográfica ha condicionado los cambios en los ambientes, el establecimiento de desiertos y semidesiertos en la región y la evolución de la biota. El Pleistoceno se caracterizó por drásticas fluctuaciones entre eventos glaciales e interglaciales. Concomitantemente, las comunidades de plantas, invertebrados y vertebrados han fluctuado altitudinal y latitudinalmente, registrándose mayormente extinciones locales, a excepción de la megafauna, cuyos últimos registros datan del Pleistoceno tardío–Holoceno temprano. El registro paleontológico es aún escaso en la provincia comparado con otras aéreas de la Argentina. Fortalecer los esfuerzos de trabajo tiene el potencial de incrementar el conocimiento sobre la biodiversidad pasada, interpretar las fluctuaciones ambientales en asociación a los mayores eventos geológicos y las modificaciones climáticas, y eventualmente elaborar esquemas predictivos a los efectos del actual calentamiento global.

## ABSTRACT

“THE PLEISTOCENE IN MENDOZA: GEOLOGICAL AND PALEONTOLOGICAL APPRAISAL”. Mendoza Province represents *ca.* 5% of the Argentine territory, with almost 150,000

**Keywords:**

Geology  
Vegetation  
Invertebrates  
Vertebrates  
Mendoza  
Pleistocene

km<sup>2</sup>. The Andean Range overlays its occidental border, with the highest elevations in the province (Aconcagua: 6,958 masl). The presence of the Andes has been linked to changes in the environments with establishment of deserts and semi-deserts, and the evolution of the biota. The Pleistocene is characterized by drastic climatic changes with glacial and interglacial events. Concomitantly, the communities (vegetation, invertebrates, and vertebrates) fluctuated in altitude and latitude. Mostly local extinctions have been registered during the Pleistocene, with the exception of the megafauna, whose last records date from the late Pleistocene–early Holocene. The fossil record is still sparse in the province compared to other Argentine areas. Further scientific effort has the potential to increase the knowledge of the past biodiversity, interpret environmental fluctuations in relation to the major geological events and climatic changes, and eventually predict effects of current global warming.

## INTRODUCCIÓN

La provincia de Mendoza, en líneas generales, es un desierto-semidesierto, con un promedio anual de precipitación de ~250 mm, aunque con una estructura ambiental muy diversa (Abraham de Vázquez y Rodríguez Martínez, 2000; Morales *et al.*, 2009). Desde la geomorfología, se destaca hacia el oeste el dominio de la cordillera de los Andes y serranías cisandinas y los valles intermedios; mientras que hacia el este lo hace el piedemonte andino, las planicies orientales y la región volcánica de La Payunia (ver Neme y Gil, 2008; Figura 1). El régimen de precipitaciones es diferencial a lo largo del territorio, definido por la topografía y la influencia diferencial de los anticiclones del Atlántico y el Pacífico. El área cordillerana recibe precipitaciones que alcanzan los 900 mm anuales y mayormente durante el invierno en forma de nieve. El piedemonte y las planicies orientales, al contrario, reciben menos de 300 mm anuales, concentrados mayormente en lluvias de verano, quedando la disponibilidad de agua restringida a los principales ríos y limitadas vertientes (Norte, 2000). Entre los dos grandes dominios geomorfológicos del territorio mendocino se interpone una unidad fisiográfica árida, continua, de ancho variable, que se distingue a lo largo de todo el continente: la Diagonal Árida Sudamericana (Bruniard, 1982; Ruggiero y Ezcurra, 2003).

El Pleistoceno es característico por sus drásticos cambios climáticos vinculados a los eventos glaciales (fríos y secos) e interglaciales (cálidos y húmedos) (Brovkin, 2007). En el continente, el avance glacial afectó únicamente el área de cordillera (Rutter *et al.*, 2012). Alrededor de 20.000 años AP se registra la máxima extensión de la capa de hielo, evento conocido mundialmente como Último Máximo Glacial (LGM por sus siglas en inglés, “Last Glacial Maximum”). En la cordillera, los glaciares estarían en proceso de retracción desde los 14.000 años (Zárate, 2002), evento que se habría intensificado desde *ca.* 10.000 años, luego de condiciones ambientales más rigurosas entre *ca.* 11.000 y 10.000 años, probablemente vinculadas al “Younger Dryas” (García, 1999; Neme y Gil, 2008). Debido a la retracción de los glaciares

cordilleranos, los cursos de agua habrían tenido un mayor caudal hacia finales del Pleistoceno. Hacia los 12.000 años AP, las precipitaciones eran principalmente invernales en las planicies orientales, patrón que cambiaría en algún momento entre esa fecha y los 9.000–8.000 años AP (D'Antoni, 1983; Markgraf, 1983), con un incremento en la aridez hacia el Holoceno medio (Gil *et al.*, 2008). Hacia el Holoceno tardío, *ca.* 4.000–3.000 años AP, se habrían establecido las condiciones climáticas actuales (Zárate, 2002).

El conocimiento disponible sobre el registro fósil del Pleistoceno de la provincia de Mendoza es extremadamente escaso y fragmentario comparado con la información disponible para otros sitios de la Argentina. Esto se aplica tanto para el registro de invertebrados (De Francesco, 2010) como de vertebrados (*e.g.*, Cerdeño y Vera, 2007; Bargo *et al.*, 2010; Forasiepi *et al.*, 2010) y se debe fundamentalmente a la escasez de afloramientos fosilíferos y los escasos trabajos de campo sistemáticos que se han llevado adelante respecto a otras regiones de la Argentina. De acuerdo con la información disponible, las comunidades del Pleistoceno en Mendoza estuvieron mayormente integradas por especies también representadas en la fauna y flora actual. No se han registrado en la región taxones extintos de plantas e invertebrados, solo extinciones locales, vinculadas a los movimientos latitudinales y altitudinales de las regiones biogeográficas en relación a las fluctuaciones climáticas. Las comunidades de vertebrados, sin embargo, han perdido uno de los componentes más significativos del Pleistoceno, la megafauna, y han incorporado en sus ecosistemas al mamífero que mayor impacto ha ocasionado, el hombre.

En este capítulo se presenta una síntesis actualizada del Pleistoceno de Mendoza, tanto de sus características geológicas como del conocimiento paleontológico.

## SÍNTESIS DEL REGISTRO GEOLÓGICO PLEISTOCENO DE MENDOZA

El territorio mendocino está representado por dos dominios geomorfológicos principales, el de la región montañosa y de serranías, y el de las planicies agradacionales pedemontanas (Polanski, 1954; González Díaz y Fauqué, 1993). Estos dominios reflejan principalmente la dinámica impuesta por la tectónica andina durante el Cenozoico y, en particular, durante el Neógeno y Cuaternario, vinculada con la interrelación de convergencia entre la placa oceánica de Nazca y la placa continental Sudamericana (*i.e.*, bajo ángulo de subducción entre los 28° y 32° S, alto ángulo de subducción al sur de los 33° S y una zona transicional entre los 31° y 33° S) (*e.g.*, Jordan *et al.*, 1987; Giambiagi y Ramos, 2002; Kendrick *et al.*, 2003; Costa *et al.*, 2006; Giambiagi *et al.*, 2008; Ramos *et al.*, 2014). En este sentido, en la vertiente chilena de la Cordillera Principal se desarrollaron, durante el Oligoceno y el Mioceno temprano (~27.7–20.5 Ma), grandes zonas de *rift* volcano-tectónicas a lo largo de un cinturón volcánico occidental (Charrier *et al.*, 2005 en Ramos *et al.*, 2014). Al sur de los 35° S, el arco de rocas volcánico mioceno tiene mejor representación en la vertiente argentina de la Cordillera Principal, y registra una expansión hacia el este entre los 20 Ma y ~10 Ma (Ramos *et al.*, 2014 y referencias allí citadas). Giam-

biagi y Ramos (2002) indicaron que la deformación neógena en la faja plegada y corrida del Aconcagua (Cordillera de los Andes; ~ entre los 33° y 33° 45' S) estuvo controlada por el emplazamiento tectónico (*i.e.*, zona de subducción transicional) y por la ocurrencia de estructuras mesozoicas pre-existentes.

Los dos grandes dominios geomorfológicos del territorio mendocino archivan una rica y compleja historia geológica, cuyo registro data desde el Precámbrico, y forman parte, desde el punto de vista morfoestructural, de un complejo mosaico de provincias geológicas. En el occidente, la región montañosa y serrana incluye las unidades morfoestructurales de Cordillera Principal, Cordillera Frontal y Serranías Cisandinas, denominación que agrupa a la Precordillera, las Cerrilladas Pedemontanas, las Huayquerías Pedemontanas Mendocinas, la Meseta del Guadal, el Bloque de San Rafael y la Payunia (González Díaz y Fauqué, 1993; Figura 1). En la región de planicies agradacionales pedemontanas se destacan la “Depresión de Los Huarpes-Graben de Tunuyán”, interpuesta entre el área Cordillerana y el conjunto del Bloque de San Rafael – Huayquerías – Meseta del Guadal, y la ‘gran llanura de La Travesía’, que abarca el área mendocina oriental hasta el río Desaguadero. Ambas son depresiones tectónicas con rellenos aluviales neógenos y cuaternarios (Polanski, 1954; González Díaz y Fauqué, 1993; Ramos, 1999).

La geología del Pleistoceno de Mendoza registra una amplia variedad de procesos geodinámicos, en respuesta no sólo a la dinámica endógena cuaternaria de la región, sino también a la dinámica vinculada con los cambios climáticos que caracterizaron este periodo, la cual se ve reflejada en registros sedimentarios de ambientes glaciarios, fluviales, eólicos y de interacción fluvio-eólica. Esta sección presenta una síntesis de los registros sedimentarios Pleistocenos, por ser estos potenciales portadores de fósiles, tanto vegetales como vertebrados e invertebrados. Los registros vinculados en forma directa con la dinámica endógena (*e.g.*, volcanismo) no se tratarán en esta oportunidad.

### La dinámica glacial cuaternaria

La dinámica glacial generó grandes valles en la alta cordillera mendocina, con geoformas depositacionales asociadas (*e.g.*, morenas, terrazas glaci-fluviales) (Cortés y Wayne, 1983; Espizúa, 1993, 2004, entre otros). En los Andes Centrales, el valle del río Mendoza (~32° S) registra una serie de depósitos de avance glacial pleistocenos y holocenos, que evidencian una posición de los glaciares actuales a mayor altitud respecto del pasado, denominados en orden temporal decreciente: Uspallata, Punta de Vacas, Penitentes, Horcones, Almacenes y Confluencia (Espizúa, 1993). Las edades de los depósitos glaciarios más antiguos fueron inferidas por Espizúa y Bigazzi (1998) a través de las relaciones estratigráficas con niveles de tefra dados por trazas de fisión. Así, los autores sugirieron que el *drift* Uspallata debería asignarse al menos al Pleistoceno medio temprano, mientras que el *drift* Punta de Vacas podría haberse depositado durante el Estadio Isotópico Marino 6 (MIS por sus siglas en inglés, “Marine Isotope Stage”; entre ~190.000 y ~130.000 años AP) (Espizúa y Bigazzi, 1998; Espizúa, 2004). Recientemente, Moreiras *et al.* (2015) re-

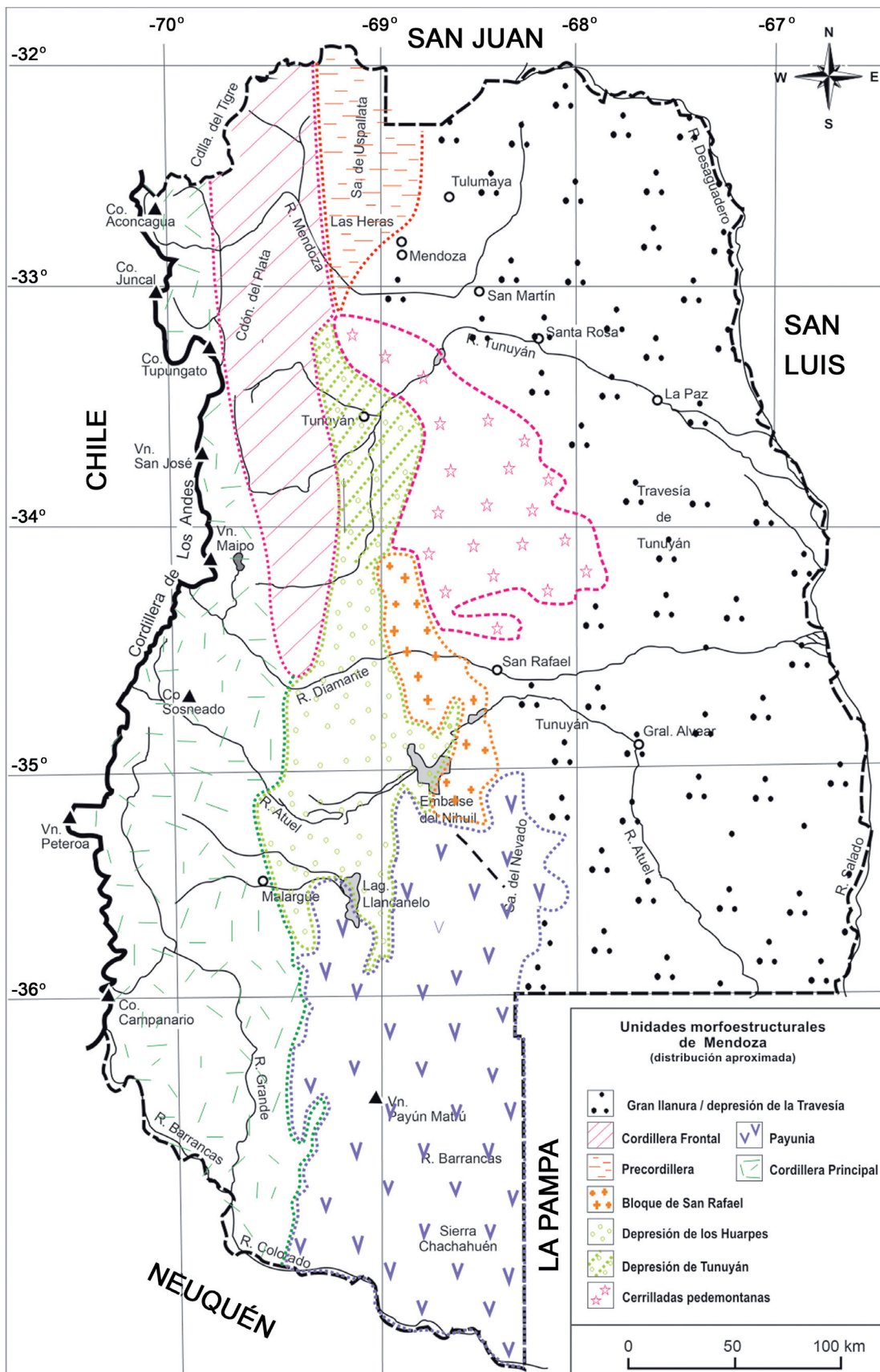


Figura 1. Mapa de la provincia de Mendoza con la distribución aproximada de las unidades morfológicas que componen el territorio. Tomado de González Días y Fauqué (1993).

portaron edades cosmogénicas y de luminiscencia ópticamente estimulada (LOS) de depósitos de avalanchas y paleo-lagos asociados, respectivamente, provenientes del extremo norte del Cordón del Plata. Las edades numéricas, junto con las relaciones estratigráficas y geomorfológicas, permitieron sugerir que los depósitos de la Glaciación Uspallata y los del *drift* Punta de Vacas serían más jóvenes que lo establecido con anterioridad. Los *outwashes* de estas glaciaciones erosionaron los depósitos generados por una avalancha de roca (denominada TD), datada en  $46.71 \pm 2.7$  ka y  $46.42 \pm 3.78$  ka (Moreiras *et al.*, 2015 y referencias allí citadas). En consecuencia, Moreiras *et al.* (2015) indicaron la necesidad de estudiar los depósitos cuaternarios del valle del río Mendoza con las nuevas tecnologías disponibles (e.g. datación numérica por isótopos cosmogénicos) para poder redefinir la estratigrafía glaciaria de este valle, tradicionalmente utilizada como referencia principal para las correlaciones regionales de las condiciones paleoclimáticas pleistocenas. Coronato y Rabassa (2007) indicaron, para el valle del río Mendoza, la ocurrencia de un avance glacial *ca.* 40.000 años AP, previo al LGM, y de condiciones climáticas interglaciales entre 30.000 años AP y 24.500 años AP (inferidas a través de registros palinológicos lacustres). Respecto del LGM, Clark *et al.* (2009) indicaron que, a escala global, los glaciares de montaña alcanzaron su máxima extensión (o estuvieron cerca de ella) alrededor de los 30.000 años AP ( $\sim$  entre 33.000 y 29.000 años AP), en concordancia con el comienzo de la máxima expansión de los mantos de hielo (“global ice sheet”). Alrededor de los 26.500 años AP, todos los mantos de hielo habrían llegado a su máxima extensión en correspondencia con el LGM “sea-level lowstand”. El retraimiento glacial en áreas montañosas de las latitudes medias de América del Sur sería posterior al inicio del retroceso en el oeste de América del Norte, Europa y en los trópicos. En el Hemisferio Norte, el retraimiento temprano de los glaciares de montaña se plantea sincrónico, dentro del error estadístico, con el retroceso de la mayoría de los márgenes locales del manto de hielo del LGM a  $\sim$ 19.000 años AP (Clark *et al.* 2009).

Sobre el faldeo oriental del Cordón del Plata, en la cuenca del río Blanco, Wayne y Corte (1983) registraron cinco glaciaciones de edad pleistocena. Durante la glaciación Vallecitos habrían ocurrido al menos dos momentos de máxima expansión glaciaria. La fase principal, Vallecitos II, donde el hielo habría alcanzado los 2.700 msnm, fue correlacionada por los autores con la glaciación Llanquihue en Patagonia (41° S, Chile) con su máximo entre los 19.500–13.000 años AP. La fase Vallecitos I, sería anterior; Wayne y Corte (1983) le asignaron una edad mayor a 40.000 años a partir de la cubierta de loess, el desarrollo de suelo y el mayor grado de meteorización de estos depósitos, que se extienden por debajo de los 2.600 msnm. No obstante este esquema, recientemente Moreiras *et al.* (2017) indicaron que solo encontraron en el área relictos de una morena disturbada. Los till Río Blanco, La Angostura y Los Mesones fueron diferenciados como pre-Vallecitos. Los dos primeros con edades entre 200.000–100.000 años AP, basados en una datación por trazas de fisión de una capa de tefra suprayacente al till Río Blanco (Corte, 1957, en Wayne y Corte, 1983, sin embargo esta cronología fue rechazada luego por Wayne, 1988, en Moreiras *et al.*, 2017). Los autores asignaron una edad de 1,2 Ma al tercer avance por correlación con las glaciaciones patagónicas y distinguieron tres avances para

el Holoceno —“debris rock glaciers” de acuerdo a Moreiras *et al.* (2017). Nuevas edades numéricas cosmogénicas obtenidas en el flanco oriental del Cordón del Plata resultaron entre ~25.000 y ~8.000 años AP, lo que indica la ocurrencia de depósitos glaciarios que pueden asignarse al LGM (Moreiras *et al.*, 2017) y ajustar las correlaciones paleoclimáticas regionales.

Espizúa (1993) mencionó que la zona de la cuenca del río Tunuyán es una de las más controversiales para el estudio de las glaciaciones cuaternarias, debido a la disparidad de criterios en la interpretación de la historia glacial del área. De acuerdo con Corte (1954–1957 en Espizúa, 1993), en el río Tunuyán y en los arroyos Yaucha, Papagayos y del Rosario, los glaciares habrían descendido hasta la llanura pedemontana (1.100, 1.400, 1.600 y 2.300 msnm, respectivamente). En el ámbito de las Huayquerías, los depósitos identificados por Dessanti (1946 en Polanski, 1961) como una antigua morena del Pleistoceno inferior (Morena del Quemado) fueron redefinidos por Polanski (1961) como un conglomerado plioceno asociado a flujos densos (“volcanic mud flow”), ulteriormente plegados y disectados por movimientos neotectónicos.

Groeber (1951, 1955, entre otros) analizó la dinámica glacial en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel, y refirió a las glaciaciones ‘Diamante’ (penúltima glaciación) y ‘Atuel’ (última glaciación), que habrían alcanzado la llanura pedemontana en esa región. Este esquema fue cuestionado por Polanski (1957), quien no compartió los criterios litológicos y morfológicos planteados, e indicó que los depósitos de morenas indicados para dichas glaciaciones corresponden, en la zona extracordillerana de la cuenca del Diamante, a depósitos fluviales, eólicos y piroclásticos. En el valle del río Atuel (~35° S), la ocurrencia del *drift* pleistoceno Arroyo Colorado (178.000–174.000 años AP) ha sido mencionado por Gosse (1994 en Baker *et al.*, 2009), así como los posibles *drifts* Laguna Blanca y Arroyo Freno, anterior y posterior al *drift* Arroyo Colorado, respectivamente. Además, Gerth (1931, en Espizúa, 1993) reconoció una morena de la última glaciación a los 2.120 msnm (*drift* Arroyo Malo, Gosse *et al.*, 1991, en Gosse y Evenson, 1994 y Baker *et al.*, 2009), que dio lugar por endicamiento a la laguna del Sosneado (~ 34° 53'S) y fue correlacionada regionalmente con el avance glacial Llanquihue III (~ 13.000 años <sup>14</sup>C AP) en Patagonia Norte (Baker *et al.*, 2009). Volkheimer (1978, en Espizúa, 1993) y Stingl y Garleff (1978) reconocieron depósitos de un avance neoglacial del Holoceno medio (depósito de turba datado en 4.080 ± 75 años AP y ubicado en la base de una de terraza aluvial que se habría desarrollado luego del retroceso glacial), superpuesto a la morena terminal de la glaciación Arroyo Malo. Gosse y Evenson (1994) reinterpretaron estos depósitos como deslizamientos de detritos volcanogénicos postglaciales. Las edades numéricas cosmogénicas reportadas para el cercano valle de Las Leñas (35° S) (Zech, 2012) indican que el máximo avance glacial registrado sería significativamente anterior al LGM (~20 ka) y habría ocurrido a los 42,3 ka. La extensión del hielo durante el LGM (edad de 19,2 ka en un remanente de morena terminal) no habría llegado a la posición máxima alcanzada a los 42,3 ka (Zech, 2012).

En el sur de la provincia, el valle del río Grande registra cuatro avances glaciales que fueron correlacionados con los detectados en el valle del río Mendoza (Espizúa, 2005); el *drift* Seguro (penúltima glaciación) y el *drift* Valle Hermoso (última glacia-

ción). Este último consistiría de tres depósitos estadiales: Valle Hermoso I, Valle Hermoso II y Valle Hermoso III. En la cuenca del río Valenzuela, cuenca superior del río Grande ( $\sim 35^\circ$  S), Espizúa (2005) reconoció avances neoglaciales del Holoceno medio-tardío en los valles del Azufre y del Peñón. También en el área del río Valenzuela, Haller *et al.* (1994 en Espizúa, 2005) identificaron tres depósitos de till en el complejo volcánico Planchón-Peteroa (del más antiguo al más joven: Paso Laguna, Teno y Libertad), de los cuales los dos últimos podrían ser de edad holocena.

Cabe mencionar que la estratigrafía glaciaria de los Andes Centrales de Chile y de Argentina es controversial, debido a la clasificación errónea de grandes deslizamientos como depósitos de origen glaciario, con fuertes implicancias en la reinterpretación de los estadios glaciales-interglaciales de los principales valles fluviales mendocinos (Fauqué *et al.*, 2009; Moreiras, 2010; Moreiras y Sepúlveda, 2014). Así, en la cuenca del río Mendoza, Fauqué *et al.* (2009) plantearon la invalidez de la estratigrafía glaciaria propuesta y sugirieron una revisión exhaustiva y redefinición de la misma. Los depósitos de los *drifts* Penitentes (en el valle del río Cuevas), Horcones (en el valle homónimo) y Almacenes (en la zona de Confluencia) se reinterpretaron como deslizamientos rotacionales (Pereyra y González Díaz, 1993, en Fauqué *et al.*, 2009) y/o flujos de avalanchas de rocas (*e.g.*, en el valle del río Las Cuevas los depósitos previamente considerados como parte de una morena terminal del *drift* Penitentes procederían de un flujo de gran envergadura probablemente asociado a un megadeslizamiento de la pared sur del cerro Aconcagua) (Fauqué *et al.*, 2009). En la quebrada de Matienzo, naciente del río de Las Cuevas ( $32^\circ 45' S$ ), los depósitos cuaternarios que fueron interpretados como morenas de la última glaciación (Suárez, 1983 en Moreiras, 2010) se reinterpretaron recientemente como grandes colapsos de laderas (*e.g.*, el deslizamiento de Matienzo era considerado antes un glaciar de escombros inactivo; Moreiras, 2010).

### La morfogénesis fluvial

La dinámica fluvial ha generado profundos valles en el área cordillerana (ríos Mendoza, Tunuyán, Diamante, Atuel, Malargüe y Grande). En el piedemonte andino proximal, estos sistemas fluviales han formado extensos sistemas de abanicos aluviales que componen bajadas con depósitos de diferentes episodios de agradación. El Graben o Depresión de Tunuyán ( $33^\circ$ – $34^\circ$  S y  $69^\circ$ – $69^\circ 30'$  O) puede considerarse como un ejemplo tipo para el registro fluvial-aluvial del Cenozoico tardío de Mendoza. Allí, un importante conjunto de unidades geomorfológicas integradas por depósitos sedimentarios diversos y en menor medida volcánicos registran el lapso Pleistoceno – Holoceno (Polanski, 1963), en el marco de una cuenca tectónica cuaternaria influenciada, a su vez, por la dinámica climática cuaternaria (Zárate *et al.*, 2014). Polanski (1963) reconoció, a escala regional, tres unidades geomorfológicas: la Bajada Joven al Graben de Tunuyán en el borde occidental del piedemonte, la Planicie Loésica hacia el flanco este y la Planicie Piroclástica que se extiende hacia el sur de la anterior. En la primera, se reconocen los depósitos aluviales de mayor antigüedad relativa: fanglomerados de las formaciones Los Mesones, La Inverna-



da y Las Tunas, correspondientes a sendos ciclos de agradación pleistocenos en el piedemonte. La Formación Los Mesones consiste en una serie de afloramientos conglomerádicos, aislados en la proximidad del frente montañoso, que ocupan posiciones topográficas elevadas y aparecen fuertemente disectados. La unidad fue asignada al Pleistoceno inferior y, de acuerdo con Polanski (1963), suprayace en forma discordante a los depósitos pliocenos y también conglomerádicos de la Formación Los Mogotes (Polanski, 1963). Los afloramientos de la Formación Los Mesones mapeados por Polanski (1963) en las Lomas de Gualtallary, Jaboncillo y del Peral fueron reinterpretados como Formación Los Mogotes (Yrigoyen, 1993, en Zárate *et al.*, 2014). El segundo ciclo de agradación pedemontana está representado por la Formación La Invernada, con depósitos conglomerádicos con clastos en general de menor tamaño que los que componen la Formación Los Mesones (Polanski, 1963) y en posiciones topográficas más bajas que esta. Su edad fue asignada al Pleistoceno superior. Zárate *et al.* (2014) indicaron que su discriminación se dificulta cuando no están presentes las formaciones Los Mesones y Las Tunas, o alguna de ellas. La Formación Las Tunas conforma la superficie tope de la Bajada Joven al Graben de Tunuyán (Polanski, 1963) y se ensamblaría lateralmente con los depósitos más profundos de la depresión de Tunuyán en el ámbito de la Planicie Loésica (*e.g.*, Formación El Totoral; Polanski, 1963). La unidad fue asignada al Pleistoceno superior (Polanski, 1963). En el río Las Tunas, área tipo de la formación, Polanski (1963) identificó tres terrazas fluviales resultado de sendos ciclos de erosión; Pepin (2010) y Pepin *et al.* (2013) reportaron edades numéricas cosmogénicas para la sección superior de las mismas. Las edades obtenidas en la terraza más alta y, por lo tanto, más antigua indicaron una antigüedad mayor a 1,2 Ma, así estos depósitos fueron mapeados por Pepin (2010) como Formación Los Mesones. Además, un depósito piroclástico interestratificado en la unidad arrojó una edad de 0,6 + 0,2 Ma; mientras que las terrazas intermedia y baja fueron datadas en *ca.* 15 y 20 ka, respectivamente (Pepin, 2010; Pepin *et al.*, 2013). De este modo la edad de la Formación Las Tunas se extendería considerablemente respecto a la edad originalmente atribuida por Polanski (1963) (ver discrepancias estratigráficas en Zárate *et al.*, 2014).

En el ámbito de la Planicie Loésica se encuentra el registro del cuarto ciclo de agradación fluvial representado por los depósitos del Pleistoceno tardío- Holoceno de la Formación El Zampal (*sensu* Zárate y Mehl, 2008), unidad que reúne los depósitos de las formaciones La Estacada y El Zampal descritas por Polanski (1963). La sección tipo se encuentra en las barrancas del Arroyo La Estacada y sus depósitos consisten en sedimentos predominantemente fluviales y limos “parecidos” al loess; estos suprayacen a la Formación El Totoral (Polanski, 1963). Los depósitos de la Formación El Zampal aflorantes en la cuenca del Arroyo La Estacada registran una agradación fluvial activa desde al menos 50 ka (Toms *et al.*, 2004), interrumpida por periodos de aportes eólicos y pedogénesis (Mehl y Zárate, 2012); no obstante, se ha especulado que la sedimentación habría comenzado durante el último interglacial (*ca.* 130.000 años AP) (Zárate y Mehl 2008; Perucca *et al.*, 2011). Entre 50 ka y *ca.* 8 ka, la sedimentación se habría desarrollado un ambiente de abanico distal con sistemas fluviales entrelazados arenosos; luego de la incisión de estos depósitos, entre *ca.* 7.8 y 5.6 ka, la agradación prosiguió durante el Holoceno en un sistema fluvial

sinuoso a meandriforme (Mehl y Zárate, 2012).

En el ámbito de la Planicie Piroclástica se encuentran sedimentos aluviales que datan del Tardiglacial, *ca.* 12 ka; son depósitos de llanura de inundación y de un curso fluvial sinuoso a meandriforme. En este sector del piedemonte, los depósitos de la Asociación Piroclástica Pumícea (APP) (vinculados al evento de caldera Diamante,  $\sim 450$  ka) (Guerstein *et al.*, 1993) y los fanglomerados de la Formación La Invernada tienen un rol preponderante en la estratigrafía y en el paisaje de la zona (Polanski 1963); no obstante, la Formación Las Tunas también es parte del registro.

La evolución pleistocena en la cuenca del río Diamante fue analizada por Baker *et al.* (2009) en el tramo del río comprendido entre el frente montañoso, al oeste, y el Bloque de San Rafael, al este. A diferencia de otros ríos principales de la provincia, el río Diamante ha erosionado un sustrato pre-Cuaternario formando un profundo cañón a través del piedemonte, donde puede observarse una serie de terrazas fluviales que documentan eventos de agradación-incisión y que fueron correlacionadas con los MIS 16-18 (Qt1), 12 (Qt2), 4 (Qt3) y 2 (Qt4 y Qt5) (Baker *et al.*, 2009). La cronología de las dos terrazas más antiguas (Qt1 y Qt2) se estableció a partir de sus relaciones estratigráficas con una ignimbrita que atraviesa a Qt1 y está interestratificada en Qt2, la cual se correlaciona regionalmente. Su edad más aceptada es de  $450 \pm 60$  ka (Stern *et al.*, 1984, en Baker *et al.*, 2009); así, Qt1 se consideró significativamente mayor a los 450 ka y Qt2 rondaría dicha edad. La superficie de Qt3 fue datada con edades mínimas de  $69 \pm 15$  ka y  $66 \pm 14$  ka, sugiriendo un evento de agradación durante el MIS 4 ( $\sim 55$ – $70$  ka). La depositación del relleno de Qt4 constituye el periodo de agradación fluvial más reciente en el área, posiblemente relacionado con un avance glacial durante el MIS 2. El abandono de esta terraza hace alrededor de  $22 \pm 7$  ka reflejaría el inicio del retroceso glacial en las cabeceras del río. El abandono de la terraza más joven (Qt5) ocurrió alrededor de los  $13 \pm 7$  ka, pero habría sido diacrónico a lo largo del río. Qt4 y Qt5 fueron correlacionadas por los autores con el LGM y el Tardiglacial en Patagonia.

En la cuenca superior del río Atuel (El Sosneado), Messenger (2010) identificó tres conos aluviales (Q6C, Q5C y Q0C de acuerdo con el autor) y cuatro terrazas fluviales (Q4T, Q3T, Q2T, Q1T). Dos de estas terrazas (Q3T y Q2T) fueron correlacionadas con las terrazas más jóvenes descritas por Baker *et al.* (2009), mientras que Q1T se consideró post-pleistocena. Por su parte, la cuenca media del río Atuel, registra a la Formación Villa Atuel (González Díaz, 1972a) que incluye depósitos fluvio-eólicos del Pleistoceno tardío–Holoceno. Esta unidad fue correlacionada con los depósitos del sector superior de la Formación La Estacada, en el Arroyo La Estacada. Los depósitos fluviales holocenos (en sentido amplio) de la Formación Río Seco de la Hedionda, agradados luego de un epiciclo erosivo, complementarían dicha unidad (González Díaz, 1972a). En la localidad La Guevarina ( $34^{\circ}44'20''$ S y  $68^{\circ}02'27''$ O), los depósitos clásticos de grano fino de estas dos formaciones componen tres unidades geomorfológicas conspicuas: una terraza superior o alta, una terraza intermedia y una planicie de inundación actual extensa, con registro de la transición del Pleistoceno tardío–Holoceno temprano en los depósitos de la primera ( $\sim 20$  m de potencia) (Mehl, 2011; Zárate y Mehl, 2011). La base de la sucesión aluvial de esta terraza fue datada en  $9.140 \pm 40$  años  $^{14}\text{C AP}$  (Mehl, 2011). En el

sector superior, a unos 3 m de profundidad, se reconoció un suelo aluvial enterrado, cuyo contenido orgánico fue datado en 6.393 +/- 62 años <sup>14</sup>C AP (Mehl, 2011). En el perfil del Puente Atuel se obtuvo una edad de 4.420 +/- 40 años <sup>14</sup>C AP a partir de conchillas de moluscos de agua dulce contenidas en un depósito a 1,5 m de profundidad respecto a la superficie de la terraza superior (Mehl, 2011).

### El registro eólico

Los depósitos loésicos y campos eólicos arenosos son conspicuos en la provincia de Mendoza. Estos últimos fueron incluidos en la unidad “Andean piedmont dunefields” (Zárate y Tripaldi, 2012), caracterizada por “crescentic dunes”, mega dunas, dunas lineares y parabólicas. En el piedemonte andino proximal, Valle de Uco, los depósitos del Pleistoceno tardío y Holoceno de la Formación El Zampal (*sensu* Zárate y Mehl, 2008) registran, además de facies fluviales, facies eólicas loésicas (Polanski, 1963; Mehl y Zárate, 2008). En cercanías de la localidad de Tupungato, existen depósitos de loess primario de hasta 1 m de potencia en las márgenes de pequeños cursos fluviales que drenan las lomas del Jaboncillo y del Peral (*e.g.*, Estancia Los Helechos) (Polanski, 1963; Mehl, 2011). A su vez, los depósitos eólicos conforman una cubierta mantiforme en el área del piedemonte de la Cordillera Frontal, probablemente holocena por sus relaciones estratigráficas. En el valle de Las Carreras, depresión tectónica en el piedemonte de la Cordillera Frontal, existe una cubierta sedimentaria del Cuaternario tardío con depósitos de arenas loessoides y loess arenoso, aún no calibrada cronológicamente, que conforma el material parental de los suelos de la zona (molisoles) (INTA/CIRN, 1990).

La región de la planicie oriental mendocina presenta una cubierta eólica parcialmente vegetada y formada por geofomas mayormente inactivas. Esta cubierta es prácticamente continua a hacia el norte del río Seco de Las Peñas y el este de la provincia (González Díaz y Fauqué, 1993; Tripaldi *et al.*, 2011). Los depósitos eólicos están ocasionalmente interrumpidos por cuerpos lacustres efímeros o por depósitos fluviales (González Díaz y Fauqué, 1993; Tripaldi *et al.*, 2011). El área correspondiente a la planicie sanrafaelina (34° 30' S) presenta una extensa cubierta eólica con dunas de variada envergadura y diversas morfologías y orientaciones de crestas (*e.g.*, los Médanos de Picardo y los Médanos de los Naranjos están dominados por dunas y megadunas transversales; en los Médanos de la Travesía y la Pampa de la Varita se reconocen, según un orden relativo de edad de formación, dunas transversales, longitudinales y parabólicas, estas últimas de gran envergadura) (Tripaldi, 2010). Así, las sucesiones sedimentarias expuestas en el Arroyo Agua del Chanco, en el extremo suroeste de los Médanos de los Naranjos, registran la interacción de procesos fluviales y eólicos durante el Cuaternario tardío. Sus edades numéricas (cronología obtenida por luminiscencia, OSL por sus siglas en inglés, “optically stimulated luminescence”) indican que, durante *ca.* 58–39 ka y *ca.* 36–24 ka (MIS 3), la agradación estuvo predominantemente asociada a procesos fluviales efímeros (flujos laminares no confinados, corrientes menores canalizadas e interacción fluvio-eólica) bajo condiciones climáticas semiáridas, mientras que durante *ca.* 24–12 ka (MIS 2,

LGM) las condiciones de mayor aridez propiciaron el predominio de una significativa actividad eólica, con agradación de dunas eólicas y depósitos mantiformes.

La cuenca fluvial del río Atuel presenta además importantes depósitos eólicos, entre los que se destacan el campo de Médanos del Nihuil y los Médanos de Soitú. Asimismo, la ocurrencia de depósitos eólicos también se ha reconocido en las estribaciones orientales del cerro Nevado (bordos arenosos según Holmberg, 1973) y en amplios sectores al este de Agua Escondida, donde se observa una cobertura arenosa suelta y amorfa según González Díaz (1972b). En el campo volcánico de la Payunia, los depósitos eólicos cubren coladas eólicas neopleistocenas y eoholocenas, y los faldeos de conos volcánicos. Además, en este campo volcánico, se han reconocido “yardangs”, geofomas eólicas de erosión que se habrían generado por fuertes vientos de azimut 320° durante un prolongado periodo de aridez en el Pleistoceno tardío a Holoceno temprano de acuerdo con Inbar y Risso (2001). Polanski (1963) sugirió la contemporaneidad de los depósitos eólicos –médanos– del piedemonte andino con los depósitos del Pleistoceno tardío–Holoceno de las formaciones El Zampal y La Estacada (Formación El Zampal, *sensu* Zárate y Mehl, 2008).

## VEGETACIÓN DEL PLEISTOCENO DE MENDOZA

El polen depositado y conservado en los ambientes sedimentarios (*e.g.*, depósitos lacustres, aluviales, vegas, entre otros) es la fuente principal de evidencia en paleobotánica. Los modelos actualísticos (*e.g.*, la distribución espacial de la vegetación actual y los parámetros ambientales que la condicionan) resultan útiles para inferir la vegetación del pasado de una región y las causas de sus cambios. Otros restos vegetales como los “macrorestos” (semillas, hojas, tallos, etc.) también aportan información significativa, aunque su alcance es menor debido a que son menos frecuentes en el registro sedimentario y sólo documentan la vegetación local próxima al sitio de depositación. Por otra parte, los recientes avances en la espectrometría de masas han permitido el análisis del contenido de las distintas fuentes de isótopos estables del carbono, los cuales documentan la vía metabólica de la vegetación pasada (*i.e.*, tipos funcionales C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub>), posibilitando nuevas líneas de investigación.

### Contexto ambiental de la vegetación de Mendoza

Mendoza está fundamentalmente constituida por una vegetación desértica o semidesértica. Aproximadamente, el 80% del territorio de la provincia está ocupado por los desiertos del Monte y Patagonia, dos de los tres desiertos sudamericanos juntos con el desierto peruano-chileno (Shmida, 1985). El 20% restante de la vegetación ocurre en la cordillera, noreste y sureste provincial correspondientes a las regiones fitogeográficas Altoandina, Chaco y Espinal, respectivamente (Roig *et al.*, 2000, 2009), las dos últimas regiones formando zonas ecotonales con el Monte (Morello, 1958). De oeste a este, estas cinco grandes unidades de vegetación son:

1) Vegetación Altoandina (entre 2.500 y 4.100 msnm), compuesta por estepas gramíneas y estepas de arbustos bajos en cojín con muy baja cobertura y algunas vegas en zonas con disponibilidad de agua relativamente constante.

2) Vegetación Patagónica (entre 2.500 y 1.600 msnm), conformada por estepas arbustivas con especies afilas, de hojas reducidas o espinosas, o bien con predominancia de arbustos bajos en cojín y en áreas más húmedas con estepas gramíneas y vegas. Según algunos autores (Cabrera, 1976), La Payunia es un subdistrito de Patagonia, aunque otros autores (e.g., Martínez Carretero, 2004) lo han referido como una unidad fitogeográfica independiente.

3) Vegetación del Monte, con estepas arbustivas como los jarillales (*Larrea* spp.), bosques relictuales de *Prosopis flexuosa* DC. y extensas comunidades halófitas en bajos salinos y psamófitas en campos de dunas.

4) Vegetación del Chaco Occidental (noreste provincial), representado por bosques abiertos de quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco* Schltdl.), acompañados de otros elementos chaqueños como *Bromelia urbaniana* (Mez) L.B. Sm, *Acacia caven* (Molina) Molina, *Condalia microphylla* Cav., *Iodina rhombifolia* (Hook. et Arn.) Reissek, *Capsicum* sp., *Lantana* sp., *Teucrium* sp., entre otros.

5) Vegetación del Espinal (centro-este provincial), representada por estepas arbustivas de jarilla (*Larrea divaricata* Cav.) y bosque abiertos de algarrobos (*Prosopis flexuosa*) del Monte y distribución esparcida de caldén (*Prosopis caldenia* Burkart).

La distribución de estas unidades de vegetación en la región está condicionada principalmente por un patrón climático subtropical, caracterizado por la prevalencia de la circulación atmosférica de los anticiclones Pacífico y Atlántico y la influencia desde el sur de los vientos del oeste (Garreaud, 2009). Este patrón climático, además, está fuertemente controlado por la barrera orográfica que constituye la cordillera de Los Andes, la cual impone un bloqueo principalmente de la circulación Pacífica hacia el centro y este del territorio. Las regiones fitogeográficas del Monte, Chaco y Espinal quedan bajo la influencia de la humedad que aporta la circulación atmosférica desde el Atlántico, mientras que las de Patagonia y Altoandina quedan bajo la influencia de la humedad que proviene del Pacífico. El límite entre estas dos áreas de influencia de humedad ha sido caracterizada y definida climáticamente como la “Diagonal Árida Sudamericana”—DAS— (Figura 2), que en el territorio provincial corre de noroeste a sureste, dividiendo las áreas desérticas del Monte y Patagonia a derecha e izquierda, respectivamente (Bruniard, 1982). De este modo, las precipitaciones al este de la DAS están asociadas a la humedad proveniente del Atlántico, vía reciclaje de la evapotranspiración del Amazonas, y son principalmente de verano, mientras que las precipitaciones del oeste están asociadas a la humedad del Pacífico y son mayoritariamente nivales y concentradas en el invierno (Garreaud, 2009). Este límite climático coincide con la isoterma anual de 12°C y presenta un fuerte gradiente de temperatura este-oeste, con una diferencia de 5°C (e.g., Uspallata al oeste con 11,6°C; La Paz al este con 16,6°C) a los 32° S de la provincia (Labraga y Villalba, 2009). Estas características térmicas han permitido clasificar a las regiones desérticas del Monte y Patagonia como desierto cálido y frío, respectivamente

(Quinn, 2009). Los desiertos cálidos raramente tienen temperaturas por debajo de 0°C, mientras que los desiertos fríos presentan temperaturas elevadas en verano y por debajo de 0°C en invierno (Quinn, 2009).

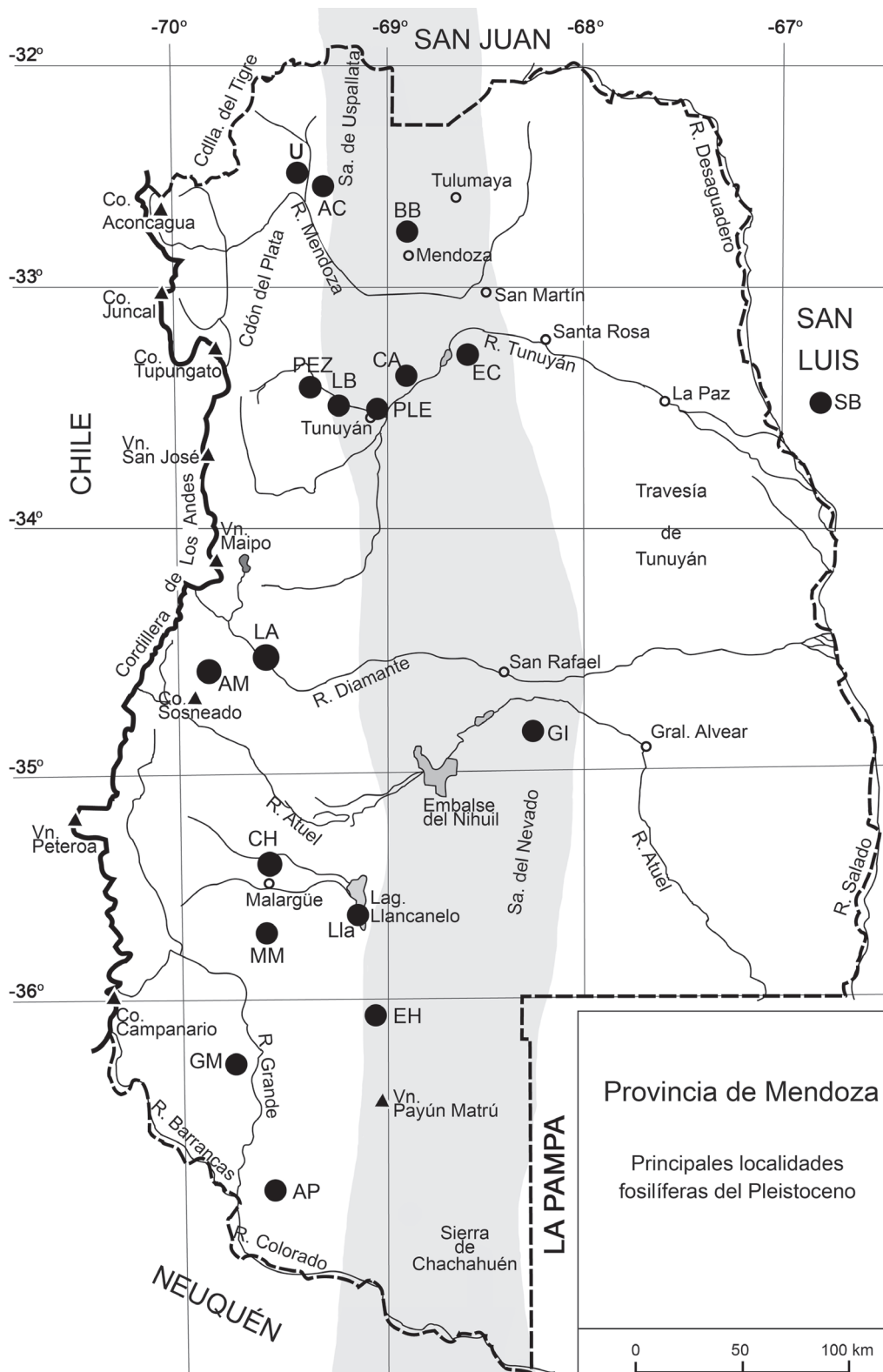
La DAS se habría originado entre el Mioceno tardío–Plioceno (7–4 Ma) en sincronía con el enfriamiento del Océano Antártico e inicio de la acumulación de hielo en la Antártida occidental y se habría constituido en su configuración actual durante la transición Plio-Pleistoceno cuando se formó el desierto de Atacama como consecuencia del levantamiento final de Los Andes (Villagrán e Hinojosa, 1997, y referencias allí citadas).

### El pasado y los cambios de la vegetación en Mendoza

Durante el Paleógeno y principios del Neógeno el continente habría estado cubierto por una vegetación templada y mayormente tropical (Menéndez, 1971), aunque dependiendo de cada región. En este sentido, trabajos en Patagonia (Palazzesi y Barreda, 2007 y referencias allí citadas) han documentado comunidades con taxones adaptados a la aridez, desde al menos el Eoceno temprano. Las regiones áridas de América del Sur se habrían establecido en el Plioceno, mientras que los ambientes desérticos actuales lo habrían hecho durante el Pleistoceno. Los ciclos glaciarios que dominaron este período habrían estado acompañados de movimientos latitudinales y altitudinales de las comunidades vegetales (Villagrán e Hinojosa, 1997).

Los registros más antiguos con evidencia de la vegetación en Mendoza son de *ca.* 35.000–30.000 años AP. Uno de ellos corresponde al sitio arqueológico Gruta del Indio (GI) (34° 45' S, 68° 22' O; 670 msnm; Figura 2), ubicado en la zona de planicies donde en la actualidad predomina la vegetación del Monte (D'Antoni 1983). Desde los *ca.* 32.000 años AP hasta *ca.* 10.000 años AP, el registro evidencia dominancia de la vegetación Patagónica, lo que indicaría un ambiente más frío que el actual y con bajas precipitaciones (D'Antoni, 1983). Esto implica que las planicies orientales mendocinas, desde los 35° S hacia el sur, habrían estado bajo la influencia de los vientos del oeste de latitudes medias, permitiendo que la vegetación desértica patagónica se distribuyera más al noreste de su posición actual.

Otro registro de relevancia para Mendoza corresponde al sitio La Bomba (LB) (33° 30' S, 68° 55' O; 850 msnm; Figura 2), localizado en las barrancas del arroyo La Estacada en el piedemonte de la Cordillera Frontal (Figura 1). El perfil corresponde a un registro aluvial del cual se analizó el contenido de los isótopos estables del carbono (Rojo y Mehl, 2014). Para el período 35.000–31.000 años AP se registró la predominancia de valores isotópicos negativos entre -21 y -26 ‰ que implicaría la predominancia de plantas C<sub>3</sub> (Rojo y Mehl, 2014). En la actualidad, las plantas C<sub>3</sub> predominan en la vegetación Patagónica, mientras que las C<sub>4</sub> lo hacen en la vegetación del Monte. En consecuencia, esta evidencia documentaría un predominio de la vegetación Patagónica donde en la actualidad prevalece la vegetación de Monte, concordante con las inferencias de Gruta del Indio. Sin embargo, por tratarse de un registro aluvial, la vegetación riparia podría haber influenciado el registro isotópico



**Figura 2.** Mapa de la provincia de Mendoza con las localidades fosilíferas mencionadas en el texto. Abreviaturas: AC, Agua de la Cueva; AM, Arroyo Malo; AP, Agua de Pérez o Agua del Carrizo; BB, El Borbollón; CA, Costa Anzorena; CH, Cueva El Chacay o Cueva Casa de Piedra; EC, El Carrizal; EH, Volcán El Hoyo; GI, Gruta del Indio; GM, Gruta El Manzano; LA, Las Aucas; LB, Perfil La Bomba; Lla, Llanquanelo; MM, Manqui Malal; PEZ, Puente El Zampal; PLE, Puente La Estacada; SB, Salinas del Bebedero; U, Uspallata. La franja gris representa a la “Diagonal Árida Sudamericana”—DAS

y entonces la señal de plantas  $C_3$  podría estar reflejando, en parte, la del ambiente fluvial local (Rojo y Mehl, 2014).

Los registros de vegetación pleistocena posteriores a los niveles tempranos de Gruta del Indio y La Bomba, sólo se evidencian para el Tardiglacial (14.000–10.000 años AP). En Gruta del Indio, en los niveles correspondientes entre *ca.* 12.000 y 10.000 años AP, la vegetación es una mezcla de elementos patagónicos y del Monte, lo que sugiere un ambiente con aumento de la temperatura comparado con el período previo, aunque más frío que la actualidad (D'Antoni, 1983; Markgraf, 1983). En la Precordillera del Norte de Mendoza, un registro polínico del sitio arqueológico Agua de la Cueva ( $32^{\circ} 37' S$ ,  $69^{\circ} 10' O$ ; 2.900 msnm; Figura 2), evidencia una vegetación dominada por elementos Altoandino-Patagónicos para *ca.* 11.000 años AP, reflejando un ambiente más frío y húmedo que el actual (García *et al.*, 1999). En otros dos sitios aluviales del arroyo La Estacada, denominados Puente La Estacada y Puente El Zampal (Figura 2), el registro polínico refleja una vegetación asociada a extrema aridez entre *ca.* 11.000 y 10.000 años AP, dominada por la familia Chenopodiaceae (Zárate y Paez, 2002). Hacia el este de Mendoza, un registro polínico del sitio salino-lacustre Salinas del Bebedero (SB) ( $33^{\circ} 30' S$ ,  $66^{\circ} 40' O$ ; 380 msnm; Figura 2) documentó el predominio regional de la familia Chenopodiaceae, sin elementos arbustivos ni arbóreos (Rojo *et al.*, 2012). En la actualidad, Salinas del Bebedero está rodeada por vegetación ecotonal Monte-Espinal, de modo que el registro polínico sugiere un ambiente más árido que la actualidad, debido a menores precipitaciones y/o mayores temperaturas (Rojo *et al.*, 2012).

En síntesis, la información para el Pleistoceno tardío de Mendoza deriva principalmente de los indicadores polínicos, y en menor medida de los isótopos estables del carbono. Las asociaciones polínicas son características de ambientes desérticos-semidesérticos e indican un escenario dominado por un ambiente más frío que el presente, con bajas precipitaciones, permitiendo el desarrollo de una vegetación de tipo Patagónico en el piedemonte y en las planicies orientales mendocinas entre los  $33,5^{\circ} S$  y  $35^{\circ} S$ . En la Precordillera, a los  $32^{\circ} S$ , este ambiente más frío habría permitido el desarrollo de una vegetación Altoandina-Patagónica, reflejando, en este caso también, mayores precipitaciones que en el presente. Abraham de Vázquez *et al.* (2000) mediante un estudio geomorfológico, pedológico y palinológico de distintos sectores de Argentina y Chile, establecieron un escenario paleoambiental similar en relación a las precipitaciones para *ca.* 13.000–12.000 años AP, así como una influencia mayor que en el presente de la humedad del Pacífico en la cordillera y en las planicies del norte de Patagonia y sur de Cuyo, debido al fortalecimiento de los vientos del oeste y el debilitamiento del anticiclón del Pacífico.

**Corolario regional.**— Los registros polínicos que documenten períodos glaciales-interglaciales previos al LGM provienen de sedimentos oceánicos del Atlántico y el Pacífico sur (Groot y Groot, 1966) y de sedimentos lacustres tropicales (Hooghiemstra y Ran, 1994). Groot y Groot (1966) indicaron que la región andina del centro y sur de Chile y Argentina ha experimentado períodos alternados cálido-seco y frío-húmedo durante todo el Cuaternario, correspondientes a los ciclos interglaciales y glaciales, respectivamente. En las planicies de Argentina al este de Los Andes, los



autores reconocieron estepas gramíneas áridas y semiáridas durante los períodos glaciales e interglaciales, aunque habrían sido de mayor extensión durante los períodos glaciales (Groot y Groot, 1966).

Por su parte, un sitio de las planicies altas (2.550 msnm) de Colombia cuenta con dos registros polínicos continentales (Funza I y Funza II), abarcando sedimentos de hasta 600 m de profundidad, que evidencian la historia de la vegetación local de un intervalo desde *ca.* 3,2 Ma hasta *ca.* 27 ka (Hooghiemstra y Ran, 1994). Este es el único sitio en América del Sur con un registro polínico continental continuo incluyendo el Pleistoceno. Los autores documentaron que las sucesivas glaciaciones del Pleistoceno forzaron los pisos de vegetación colombianos a movimientos altitudinales respecto al presente, en función de las variaciones de la temperatura (Hooghiemstra y Ran, 1994). Uno de los datos interesantes de este trabajo es la inmigración de especies holárticas (*e.g.*, *Quercus* spp. y *Alnus* spp.) hacia el continente sudamericano a través del istmo de Panamá, lo que causó cambios en la composición florística de los bosques tropicales sudamericanos. Otro aspecto igualmente interesante de estos bosques es que la temperatura sería el factor climático principal vinculado a los cambios en la vegetación. La influencia de las precipitaciones, durante los ciclos glaciales-interglaciales, habría sido más influyente en los ambientes abiertos no boscosos, como sugirieron Behling y Hooghiemstra (1998, 2001). Los autores documentaron una expansión de las sabanas tropicales de Colombia durante el LGM debido a condiciones más secas respecto del presente Interglacial (Holoceno).

## INVERTEBRADOS DEL PLEISTOCENO DE MENDOZA

Los datos sobre invertebrados del Pleistoceno de Mendoza son muy escasos. Se conocen únicamente a partir de estudios recientes específicos realizados en sitios puntuales de la provincia (De Francesco *et al.*, 2007; D'Ambrosio, 2014) y corresponden al Pleistoceno tardío (35–12 ka). El registro está representado fundamentalmente por moluscos (acuáticos y terrestres) y ostrácodos. La totalidad de los taxones reconocidos corresponden a especies representadas en la fauna viviente y muchas de ellas se registran en ambientes de la provincia de Mendoza.

**Moluscos.**— Los moluscos pleistocenos están representados en una sucesión aluvial ubicada en las proximidades de Tunuyán (LB) y en sedimentos de la laguna Llancanelo (Lla) (figura 2). El primer caso corresponde al perfil La Bomba (LB) (33° 28' S, 69° 03' O) (De Francesco *et al.*, 2007), ubicado en la planicie de agradación regional de la Formación El Zampal (*sensu* Zárate y Mehl, 2008). Esta sucesión, datada en 35–31 ka, representa un intervalo cálido y húmedo dentro del Pleistoceno tardío, que corresponde a un interstadial (MIS 3) del último ciclo glacial. La sucesión presenta una alternancia de gasterópodos dulceacuícolas y terrestres higrofilos. Entre los gasterópodos dulceacuícolas se encuentra *Lymnaea viator* d'Orbigny, 1835 y *Biomphalaria peregrina* (d'Orbigny, 1835), ambos indicadores de ambientes lénticos vegetados (De Francesco y Hassan, 2009). Los gasterópodos terrestres están representados por *Succinea meridionalis* (d'Orbigny, 1835), un caracol que se halla

asociado a ambientes acuáticos, y por los microgasterópodos *Radiodiscus* aff. *Radiodiscus quillajicola* Vargas-Almonacid, 2000 y *Rotadiscus amancaezensis* (Hidalgo, 1869) (Tabla 1). El microgasterópodo terrestre *Scolodonta semperi* Doering, 1885 ha sido erróneamente citado para el Pleistoceno tardío de Villavicencio, Mendoza (Miquel y Aguirre, 2011). Doering (1885), en su descripción original, mencionó que la especie fue recolectada cerca de esa localidad, pero solamente como material vivo. Al presente, la especie no se ha reconocido en los sedimentos cuaternarios de Mendoza.

De la laguna Llanquanelo (Lla), D'Ambrosio (2014) reportó la presencia de *Heleobia parchappii* (d'Orbigny, 1835) en dos testigos, uno de ellos extraído al oeste de la laguna ("La Playa", 35° 38' 54,7"S, 69° 09' 39,4"O), que incluye un rango temporal de 27,9–2,3 ka (32,1–2,2 ka cal), y el otro ubicado al este de la laguna, en "El Salitral" (35° 36' 16,9"S, 69° 03' 38,2"O), con una edad entre 16,4–2,4 ka (19,6 y 2,5 ka cal). *Heleobia parchappii* es un caracol eurihalino muy común en ambientes acuáticos continentales, principalmente de la llanura pampeana. Su presencia en este caso es indicadora de ambientes de aguas salobres, similares a las que existen actualmente en la laguna (De Francesco, 2010). De hecho, Ciocco y Scheibler (2008) y De Francesco y Hassan (2009) identificaron al caracol viviente en la laguna Llanquanelo como *H. parchappii*, basados en caracteres anatómicos. Sin embargo, es importante destacar que los resultados preliminares de estudios moleculares en proceso sugieren que podría corresponder a una especie diferente de *H. parchappii*, aunque críptica con ésta (Koch *et al.*, 2016). De confirmarse, esto tendría un impacto significativo sobre la identidad de la especie fósil, ya que sería imposible de diferenciarla de estas dos formas actuales sólo a partir de la morfología externa preservada.

Se realizaron prospecciones en busca de moluscos en otras sucesiones aluviales de edad pleistocena, ubicadas en la planicie de agradación regional de la Formación El Zampal (*sensu* Zárate y Mehl, 2008), en las proximidades de Tunuyán, sin hallarse restos, con lo cual la mayor parte del Pleistoceno tardío de Mendoza podría resultar estéril. Sin embargo, existen registros del caracol fluvial *Chilina* en las Salinas del Bebedero (San Luis, Figura 2) desde ca. 20 ka hasta finales del Pleistoceno (González, 1994). Las especies presentes corresponden a *C. parchappii* (d'Orbigny, 1835) y *C. mendozana* Ströbel, 1874 (Font, 2016). También en esta misma área se registró *Heleobia parchappii* en niveles de ca. 14 ka y los bivalvos *Pisidium chiquitanum* Ituarte, 2001 y *Musculium* cf. *M. patagonicum* Pilsbry, 1911 (Font, 2016). Es de destacar que *Chilina* y *P. chiquitanum* se encuentran representados en el sur de Mendoza, a partir del Holoceno temprano, en sucesiones aflorantes en la margen derecha del río Atuel, en las proximidades de las localidades La Junta (perfil Puesto Vicencio) y Villa Atuel (Perfil La Guevarina) (De Francesco, 2010).

**Ostrácodos.**— En los dos testigos extraídos de la laguna Llanquanelo, previamente mencionados ("La Playa" y "El Salitral"; Figura 2), D'Ambrosio (2014) reportó un total de 13 especies de ostrácodos (Tabla 1), todas representadas para el lapso correspondiente al Pleistoceno tardío: *Cyprideis salebrosa hartmanni* Ramírez, 1967, *Limnocythere staplini* Gutentag y Benson, 1962, *L. rionegroensis* Cusminsky y Whatley, 1996, *Alicenula* sp., *Candona* sp. 1, *Candona* sp. 2, *Cyprididae* indet 1, *Eucypris fontana* (Graf, 1931), *E. virgata* Cusminsky y Whatley, 1996, *Heterocypris salina* (Brady, 1868),

*H. similis* (Wierzejski, 1893), *Cypridopsis vidua* (Müller, 1776) e *Ilyocypris ramirezi* Cusminsky y Whatley, 1996. De estas, solamente *L. staplini*, *Alicenula* sp. y *C. vidua* se encuentran actualmente en la laguna Llanquanelo, siendo *L. staplini* la especie dominante, mientras que las restantes viven en otros ambientes acuáticos del sur de Mendoza. Las asociaciones de ostrácodos representadas para el Pleistoceno tardío sugieren ambientes someros, susceptibles a la desecación y elevada salinidad, con ocasionales aportes de agua dulce.

**Significado paleoambiental.**— Los escasos fósiles de invertebrados registrados hasta el momento para el Pleistoceno de la provincia de Mendoza limitan la posibilidad de realizar inferencias paleoambientales y/o paleoclimáticas a nivel regional, aunque constituyen ventanas al pasado de valor estrictamente local.

Los moluscos de la Formación El Zampal, en el área de Tunuyán, constituyen al presente los registros más antiguos del Cuaternario para la provincia de Mendoza y corresponden a un intervalo cálido y húmedo (Interstadial), una situación muy diferente de la que tuvo lugar durante el resto del Pleistoceno, en el que habría predominado un clima frío y árido. En estas circunstancias, se habría desarrollado un cuerpo de agua muy somero y vegetado, probablemente un ambiente húmedo que quedaba sumergido ocasionalmente (De Francesco *et al.*, 2007). Para este mismo momento y en condiciones climáticas similares, se comienza a registrar *H. parchappii* en Llanquanelo (32,1 ka cal) junto a algunas especies de ostrácodos, como *L. staplinii*, *L. rionegrensis* y *E. fontana* (D'Ambrosio, 2014). Las condiciones inferidas para la laguna habrían sido de agua somera y salina. Entre los ~24 ka y ~19 ka se habría producido una disminución de la temperatura, con un posible ingreso de agua dulce a la laguna relacionado con la presencia de *Alicenula* sp. La laguna seguiría siendo somera, pero el clima más frío habría evitado la evaporación, disminuyendo la salinidad. Posteriormente, a los ~19–18 ka, se habría producido un nuevo aumento de temperatura, para luego volver a descender entre los ~17,5 ka y ~12 ka (D'Ambrosio, 2014).

## VERTEBRADOS DEL PLEISTOCENO DE MENDOZA

Uno de los elementos más singulares de los ecosistemas terrestres del Pleistoceno de América del Sur fue sin duda la megafauna en su conjunto: grandes mamíferos (>44 kg) y megamamíferos (>1 tonelada) (Cione *et al.*, 2003) que alcanzaron representatividad hacia el Pleistoceno tardío. En la actualidad, el tapir (*e.g.*, *Tapirus terrestris*, ~300kg) es el mamífero de mayor talla en América del Sur. Durante el Pleistoceno, se han documentado más de 35 especies de megamamíferos (Cione *et al.*, 2003), la mayoría de ellas correspondientes al grupo de los xenartros (perezosos terrestres y gliptodontes), que superaban ampliamente la tonelada de masa corporal (*e.g.*, *Megatherium americanum*, entre 3 y 6 toneladas; Fariña *et al.*, 1998). Estos componentes de la megafauna pleistocena fueron desapareciendo diferencialmente a lo largo del continente hacia el Pleistoceno–Holoceno (*e.g.*, Metcalf *et al.*, 2016 y literatura allí citada).

Tabla 1. Especies de invertebrados registradas para el Pleistoceno de Mendoza.

Taxón	Localidad	Edad de la secuencia portadora	Referencias
MOLLUSCA			
<i>Biomphalaria peregrina</i> (d'Orbigny, 1835)	LB	35–31 ka	De Francesco et al., 2007
<i>Heleobia parchappii</i> (d'Orbigny, 1835)	Lla	27,9–2,3 ka y 16,4–2,4 ka	D'Ambrosio, 2014
<i>Lymnaea viator</i> (d'Orbigny, 1835)	LB	35–31 ka	De Francesco et al., 2007
<i>Radiodiscus</i> aff. <i>R. quillajicola</i> Vargas-Almonacid, 2000	LB	35–31 ka	De Francesco et al., 2007
<i>Rotadiscus amancaezensis</i> (Hidalgo, 1869)	LB	35–31 ka	De Francesco et al., 2007
<i>Succinea meridionalis</i> (d'Orbigny, 1835)	LB	35–31 ka	De Francesco et al., 2007
OSTRACODA			
<i>Alicenula</i> sp.	Lla	27,9–2,3 ka y 16,4–2,4 ka	D'Ambrosio, 2014
<i>Candona</i> sp1.	Lla	16,4–2,4 ka	D'Ambrosio, 2014
<i>Candona</i> sp2.	Lla	27,9–2,3 ka y 16,4–2,4 ka	D'Ambrosio, 2014
<i>Cyprideis salebrosa hartmanni</i> Ramírez, 1967	Lla	27,9–2,3 ka y 16,4–2,4 ka	D'Ambrosio, 2014
<i>Cypridopsis vidua</i> (Müller, 1776)	Lla	27,9–2,3 ka y 16,4–2,4 ka	D'Ambrosio, 2014
<i>Eucypris fontana</i> (Graf, 1931)	Lla	27,9–2,3 ka y 16,4–2,4 ka	D'Ambrosio, 2014
<i>Eucypris virgata</i> Cusminsky y Whatley, 1996	Lla	27,9–2,3 ka y 16,4–2,4 ka	D'Ambrosio, 2014
<i>Heterocypris salina</i> (Brady, 1868)	Lla	27,9–2,3 ka y 16,4–2,4 ka	D'Ambrosio, 2014
<i>Heterocypris similis</i> (Wierzejski, 1893)	Lla	16,4–2,4 ka	D'Ambrosio, 2014
<i>Ilyocypris ramirezi</i> Cusminsky y Whatley, 1996	Lla	16,4–2,4 ka	D'Ambrosio, 2014
<i>Limnocythere rionegroensis</i> Cusminsky y Whatley, 1996	Lla	27,9–2,3 ka y 16,4–2,4 ka	D'Ambrosio, 2014
<i>Limnocythere staplini</i> Gutentag y Benson, 1962	Lla	27,9–2,3 ka y 16,4–2,4 ka	D'Ambrosio, 2014
Cyprididae indet. 2	Lla	27,9–2,3 ka y 16,4–2,4 ka	D'Ambrosio, 2014

Abreviaturas: LB = Perfil La Bomba. Lla = Llanquanelo (sitios "La Playa" y "El Salitral").

En Mendoza, los trabajos iniciales vinculados a la megafauna pleistocena se deben a Rusconi (1946, 1947, 1961–1962), posteriormente incrementados por los resultados de excavaciones arqueológicas (*e.g.*, Semper y Lagiglia, 1962–1968; Gambier, 1980; Neme *et al.*, 2002; Neme y Gil, 2008) o hallazgos eventuales durante tareas de exploración geológica (*e.g.*, Cerdeño *et al.*, 2008; Forasiepi *et al.*, 2010). Sin embargo y a pesar de los esfuerzos focalizados durante las sucesivas décadas, el conocimiento disponible para la región es aún escaso (Cerdeño y Vera, 2007; Bargo *et al.*, 2010; Forasiepi *et al.*, 2010). Los mamíferos pleistocenos reconocidos para Mendoza son: *Megatherium americanum* Cuvier, 1796 (Xenarthra, Megatheriidae), Mylodontidae indet. (Xenarthra), *Glyptodon* sp. (Xenarthra, Glyptodontidae), *Hippidion devillei* (Gervais, 1855) y *Equus* (*Amerhippus*) *neogeus* Lund, 1840 (Perissodactyla, Equidae), cf. *Macrauchenia?* sp. (Litopterna, Macrauchiidae) y Camelidae indet. (Arctiodactyla) (Tabla 2). Si bien existen en la literatura menciones taxonómicas más precisas para varias localidades (*e.g.*, *Paleolama* sp., *Megatherium* sp. y *Myloodon* sp. para Cueva El Chacay (=Casa de Piedra), Rusconi, 1946; *Myloodon* sp., *Hippidion* sp., *Equus* sp., *Macrauchenia* sp. para Gruta del Indio, Semper y Lagiglia, 1962–1968; Lagiglia, 2001; García, 2003; y *Glossotherium* sp. para Volcán el Hoyo, Lagiglia, 2002; Neme y Gil, 2008), muchos de los especímenes sobre los cuales se han basado estas determinaciones son materiales fragmentarios y poco diagnósticos (*i.e.*, elementos postcraneanos, osículos dérmicos o boñigas), o no fueron localizados en los repositorios correspondientes, por lo cual ha sido imposible constatar sus determinaciones (Bargo *et al.*, 2010). La revisión más reciente de los especímenes disponibles ha sugerido determinaciones taxonómicas ambiguas en muchos de los casos (Bargo *et al.*, 2010; Forasiepi *et al.*, 2010). Asimismo, los intentos por resolver la taxonomía alfa de varios de los materiales con el análisis de biomoléculas, utilizando proteínas antiguas (*e.g.*, Brown and Brown, 2013), no ha arrojado resultados positivos hasta el momento (R.D.E. MacPhee, com pers. 2016).

A pesar de este registro acotado, es interesante destacar que la distribución areal y altitudinal de los hallazgos de la megafauna en Mendoza es amplia, ocupando ambientes de altura, hasta al menos 2.600 msnm (valles intermedios de la cordillera de los Andes, como las localidades de Uspallata y Arroyo Malo-3; Cerdeño *et al.*, 2008; Neme y Gil 2008), las planicies orientales (*e.g.*, El Carrizal, Costa Anzorena, Gruta del Indio; García, 2003; García y Lagiglia, 1999; García *et al.*, 2008; Lagiglia 2001, 2002; Semper y Lagiglia, 1962–1968; Cerdeño *et al.*, 2008; Forasiepi *et al.*, 2009, 2010) y La Payunia (*e.g.*, Volcán del Hoyo; Rusconi, 1946, 1949; Neme y Gil, 2008; Bargo *et al.*, 2010; Forasiepi *et al.*, 2010) (Figura 2).

De las doce localidades con registros de megafauna pleistocena, cuatro corresponden a sitios arqueológicos (Gruta del Indio, Arroyo Malo-3, Cueva El Chacay y Gruta El Manzano), entre los cuales solo en uno se ha sugerido la contemporaneidad con las poblaciones humanas (Gruta del Indio, ver más abajo). Entre las localidades paleontológicas de las que se dispone de información, la mayoría corresponden a depósitos aluviales o fluviales (*e.g.*, Rusconi, 1947; Forasiepi *et al.*, 2010), palustres o lacustres (Cerdeño *et al.*, 2008), en líneas generales asociados a los cursos de agua actuales (Figura 2). Entre dichas localidades, cabe destacar el afloramiento de asfaltita de Las Aucas (34° 40' S, 69° 32' O; 1.900 msnm), del cual se han recuperado

Tabla 2. Especies de vertebrados registradas para el Pleistoceno de Mendoza.

Taxón	Material	Localidad	Estratigrafía y edad	Referencias
XENARTHRA				
<i>Megatherium americanum</i>	CRIDC-PV 29: Fragmento de mandíbula con dentición y postcraneo asociado.	MM	12.300 ± 120 <sup>14</sup> C años AP.	Praderio <i>et al.</i> , 2012.
<i>Megatherium</i> sp.	MCNAM-PV 628: fémur izquierdo.	BB		Rusconi, 1947.
<i>Megatherium</i> sp.	IIAM: restos indet.	GM	~9.500 años AP.	Gambier, 1980, Gambier <i>et al.</i> , 1985; Lagiglia, 2002.
<i>Megatherium</i> sp.	MHNSR-PV: diente aislado.	GI		Semper y Lagiglia, 1962-1968; Lagiglia 2001.
cf. <i>Megatherium</i> sp.	MHNSR-PV 1096: cuatro fragmentos vertebrales.	AP		Neme y Gil 2008.
Mylodontidae indet.	MHNSR-PV 901: escápula derecha, cinco fragmentos vertebrales, un fragmento de costilla y fragmentos indeterminados.	EH	10.910 ± 110 <sup>14</sup> C años AP.	Lagiglia, 2002; Neme y Gil, 2008.
Phyllophaga indet.	MHNSR-PV: restos óseos y boñigas.	GI	Dataciones entre 30.800 ± 700 y 8.990 ± 90 <sup>14</sup> C años AP.	Semper y Lagiglia 1962-1968; Long <i>et al.</i> 1998; García y Lagiglia, 1999; Lagiglia 2001; García, 2003; García <i>et al.</i> , 2008.
Phyllophaga indet.	MHNSR AMA-3 B1/NO/36 #384: falange aislada.	AM	10.873 ± 94 <sup>14</sup> C años AP.	Neme y Gil, 2008.
Phyllophaga indet.	MCNAM-PV 141-142: dos cabezas de fémur; MCNAM-PV 143: cuerpo vertebral; MCNAM-PV 144: fragmento de radio; MCNAM-PV 145: fragmento de costilla; MCNAM-PV 146: arco neural; MCNAM-PV 148: fragmento de metápodo.	CH	20.400 ± 650 a 13.960 ± 190 <sup>14</sup> C años AP.	Rusconi 1946, 1949; Neme y Gil 2008; Bargo <i>et al.</i> , 2010; Forasiepi <i>et al.</i> , 2010.
Phyllophaga indet.	MHNSR-PV: fragmentos vertebrales y otros restos postcraneos.	LA		
<i>Glyptodon</i> sp.	MHNSR-PV 489: una placa aislada.	Cerca EC	Imprecisa.	Forasiepi <i>et al.</i> , 2010.

**Tabla 2 (cont.).** Especies de vertebrados registradas para el Pleistoceno de Mendoza.

Taxón	Material	Localidad	Estratigrafía y edad	Referencias
<i>Glyptodon</i> sp.	MCNAM-PV 3912: 76 placas de la coraza dorsal y fragmentos de placas aisladas.	CA	Posible Formación La Invernada (C. Regairaz <i>com pers.</i> , 2016).	Forasiepi <i>et al.</i> , 2009.
PERISSODACTYLA				
<i>Hippidion devillei</i>	MCNAM-PV 3808: incisivos, caninos, premolares y molares superiores y tres premolares inferiores.	U	Plioceno tardío-Pleistoceno medio.	Cerdeño <i>et al.</i> , 2008.
<i>Hippidion devillei</i>	MCNAM-PV 3840: primera falange central.	EC	Sedimentos lacustres-palustres.	Cerdeño <i>et al.</i> , 2008.
<i>Equus</i> ( <i>Amerhippus</i> ) sp.	MHNSR-PV 440: fragmentos de dientes.	cerca EC	Impreciso.	Bargo <i>et al.</i> , 2010; Forasiepi <i>et al.</i> , 2010.
cf. <i>Equus</i> ( <i>Amerhippus</i> ) <i>neogeus</i>	MCNAM-PV 149: sínfisis mandibular.	CH	15.520 ± 130 <sup>14</sup> C años AP.	Rusconi 1946, 1949; Cerdeño <i>et al.</i> , 2008; Neme y Gil, 2008; Bargo <i>et al.</i> , 2010; Forasiepi <i>et al.</i> , 2010.
Equidae indet.	MHNSR-PV: materiales óseos y boñigas.	GI	Pre-Atuel IV: >32.000–11.000 años AP; Atuel IV: 11.000-9.500 años AP.	García y Lagiglia, 1999; Lagiglia 2001; García <i>et al.</i> , 2008.
LITOPTERNA				
cf. <i>Macrauchenia</i> ?	MHNSR-PV: fragmento de metápodo o falange.	GI	Atuel IV: 11.000-9.500 años AP.	García, 2003; Neme y Gil, 2008.
ARTIODACTYLA				
Camelidae indet.	MCNAM-PV 151: fragmento distal de húmero.	CH		Rusconi 1946, 1949; Bargo <i>et al.</i> , 2010; Forasiepi <i>et al.</i> , 2010.

**Abreviaturas institucionales:** IIAM = Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo "Prof. Mariano Gambier", San Juan. MCNAM-PV = Museo de Ciencias Naturales y Antropológicas "J. C. Moyano", Colección Paleontología de Vertebrados, Mendoza. MHNSR-PV = Museo de Historia Natural de San Rafael, Colección Paleontología de Vertebrados, San Rafael, Mendoza.

**Otras abreviaturas:** AM = Arroyo Malo. AP = Agua de Pérez (= Agua del Carrizo). BB = El Borbollón. CA = Costa Anzorena. CH = Cueva El Chacay (= Casa de Piedra). EC = El Carrizal. EH = Volcán El Hoyo. GI = Gruta del Indio. GM = Gruta El Manzano. LA = Las Aucas. MM = Manqui Malal. U = Uspallata.

restos vertebrales y otros elementos postcraneos de perezosos indeterminados (Museo de Historia Natural de San Rafael; Tabla 2). Si bien el material recuperado es fragmentario y poco diagnóstico, el tipo de yacimiento portador resulta peculiar para la región.

Entre los hallazgos mencionados, los perezosos (*Xenarthra*, *Phyllophaga*) son los mamíferos dominantes, seguidos por los équidos, *Hippidion* y *Equus* (*Amerhippus*).

*Megatherium* es el perezoso registrado en la mayor cantidad de sitios; se conocen restos al menos en cinco localidades: Agua de Pérez (AP) (= Agua del Carrizo; 36° 50' 44.8" S, 69° 29' 15.9" O; 1.400 msnm), El Borbollón (BB) (aproximadamente 20 km al norte de la ciudad de Mendoza), Gruta El Manzano (GM) (unos 37 km al sur de Bardas Blancas; 36° 06' S, 69° 52' O; 1.500 msnm), Gruta del Indio (GI) (15 km al sur de San Rafael; 34° 45' S, 68° 22' O; 660 msnm) y Manqui Malal (MM) (30 km al sur de la ciudad de Malargüe; 35° 45' 31" S y 69° 34' 08" O; 1910 msnm) (tabla 2; figura 2). Además, Rusconi (1946) refirió algunos ejemplares recuperados de la Cueva El Chacay (CH) (= Casa de Piedra; aproximadamente 15 km al norte de la ciudad de Malargüe) al género *Megatherium*; sin embargo, no existen caracteres diagnósticos en el material que permitan sostener esta determinación (Bargo *et al.*, 2010). Entre estos hallazgos pleistocenos, cabe destacar que por medio de una calibración relativa Lagiglia (2002) estimó la edad del *Megatherium* de Gruta El Manzano en ~9.500 años AP. Aceptar esta edad implica la supervivencia del taxón en la región hasta el principio del Holoceno. Una datación radiocarbónica de  $9.560 \pm 790$  <sup>14</sup>C años AP fue mencionada para un material óseo de *Megatherium* de Gruta del Indio (GrN 5775) en García *et al.* (2008); sin embargo, es preciso mencionar que esta corresponde en realidad a osículos dérmicos de *Phyllophaga* indet (ver Long *et al.*, 1998). En la región pampeana, se han encontrado megamamíferos más recientes (~7.500 años AP) que corresponden mayoritariamente a xenartros (gliptodontes y perezosos terrestres) (Gutiérrez *et al.*, 2010). Distintos estudios paleobiológicos han concluido que estos herbívoros habrían consumido y explotado una gran variedad de vegetales y de hábitats, lo cual podría vincularse con una mayor flexibilidad para sobrevivir en los ambientes modificados de fines del Pleistoceno y principios del Holoceno y una supervivencia diferencial respecto a los otros componentes de la megafauna (Gutiérrez *et al.*, 2010). En esta línea de interpretación, se efectuaron análisis de isótopos estables sobre los restos del *Megatherium* de la localidad Manqui-Malal, datado en  $12.300 \pm 120$  <sup>14</sup>C años AP, que permitieron inferir una dieta mixta para el espécimen, con un componente de plantas C4 mayor que el registrado para otros especímenes del mismo taxón de la región, pero más antiguos, lo cual se asociaría con una cierta plasticidad en la dieta (Praderio *et al.*, 2012). Asimismo, la comparación de la información isotópica de los herbívoros de finales del Pleistoceno de latitudes medias de América del Sur permitió sugerir un cambio en la dieta alrededor de los 14.000 años AP, coincidente con el significativo cambio plaeoclimático propuesto a partir de los análisis de polen y moluscos, estratigrafía y sedimentología regional (Markgraf, 1983; Labraga y Villalba, 2009; Zárate *et al.*, 2010). Por el contrario, esta señal no es evidente en los análisis de boñigas asignadas a caballos (cf. *Hippidion*) de Gruta del Indio (García *et al.*, 2008; ver más abajo).



Entre los perezosos recuperados en Mendoza, un material particular es una falange aislada de pequeño tamaño referida a un Phyllophaga indeterminado proveniente del sitio Arroyo Malo-3 (AM) (34° 51' 20" S, 69° 53' 15" O; 2.000 msnm, Figura 2), datada en  $10.873 \pm 94$  <sup>14</sup>C años AP (Neme y Gil, 2008). Los perezosos de pequeño tamaño son poco frecuentes en el Pleistoceno de la Argentina, siendo el megaloníquido *Diabolotherium nordenskioldi* de sedimentos del Lujanense de Perú (Pujos *et al.*, 2007) el que presenta una talla comparable al material de Mendoza. El sitio Arroyo Malo-3 está ubicado en un valle intermontano a unos 2.000 msnm, el cual hacia los 11.000 años AP habría estado caracterizado por una vegetación dominada por elementos de la provincia fitogeográfica Patagónica (Diéguez y Neme, 2003). El hallazgo de este perezoso en altitud y asociado a ambientes extremos sugiere requerimientos ecológicos y capacidades metabólicas para el taxón que merecen ser exploradas en detalle.

El género *Glyptodon* es el Glyptodontidae con mayor distribución latitudinal en América del Sur, desde el sur de la Argentina hasta, probablemente, Colombia (Carlini *et al.*, 2008). El hallazgo de *Glyptodon* en el piedemonte andino, *i.e.*, Costa Anzorena (CA) (33° 24' 49" S, 68° 51' 10" O, en las cercanías del Dique El Carrizal), constituye el registro argentino más occidental y podría estar próximo al límite de la distribución del género, considerando la Cordillera de los Andes como una barrera natural para su distribución (Forasiepi *et al.*, 2009).

El registro de caballos, *Hippidion*, *Equus* (*Amerhippus*) o Equidae indeterminados, proviene de cuatro localidades en la provincia: Uspallata (U) (32° 43' S, 69° 20' O; 2648 msnm), cercanías del dique El Carrizal, Cueva El Chacay y Gruta del Indio (Figura 2). La distribución espacial de estas localidades, incluyendo ambientes de altura como el ejemplar de Uspallata, sugiere una versatilidad ecológica importante. En este sentido, García *et al.* (2008) analizaron el registro de macrorrestos de las boñigas atribuidas a *Hippidion* de dos sitios arqueológicos del Pleistoceno tardío de Argentina: Los Morrillos (31° 43' S, 68° 42' O; 3.000 msnm; San Juan) y Gruta del Indio (Mendoza). Los resultados indicaron una flexibilidad en la dieta de estos caballos comparando ambas localidades, con un mayor componente herbáceo en la primera localidad y más arbustivo en la segunda. Para Gruta del Indio, no se detectó un cambio en la dieta a lo largo de la secuencia (entre 31.000 y ca 9.000 años AP), a diferencia de lo registrado mediante análisis de isótopos para *Megatherium* en la región (Praderio *et al.*, 2012). Si bien García *et al.* (2008) distinguieron las boñigas entre unas más grandes e irregulares, que refirieron a perezosos, y otras más pequeñas y redondeadas que refirieron a *Hippidion*, la asignación de estas últimas a nivel genérico resulta ambigua, siendo más oportuno considerarlas como pertenecientes a un Equidae indeterminado hasta que otra metodología (*e.g.*, análisis de biomoléculas: proteómica o ADN antiguo) permita precisar su determinación.

Los Litopterna cuentan con un único registro dudoso de *Macrauchenia* del sitio arqueológico Gruta del Indio (García, 2003; García *et al.*, 2008; Neme y Gil, 2008). El material consiste en un fragmento distal de un metápodo o una falange. Su talla concuerda con la de *Macrauchenia patachonica*; sin embargo, no existen caracteres diagnósticos que permitan sustentar la determinación de este material. *Macrauchenia* tiene una distribución amplia en el continente, incluyendo el sur de la Patagonia

argentina y chilena (*e.g.*, Scherer *et al.*, 2009), por lo cual podría eventualmente corresponder su presencia en Gruta del Indio.

Una situación similar ocurre con un fragmento distal de un húmero proveniente de Cueva El Chacay, originalmente referido por Rusconi (1946) a *Paleolama* sp. Hasta no contar con material diagnóstico, se prefirió considerar el espécimen como Camelidae indeterminado (Bargo *et al.*, 2010).

No existen evidencias claras de fauna extinta en el sitio Agua de la Cueva (figura 2). La mayor parte de su registro faunístico corresponde a guanaco (*Lama guanicoe*). Sin embargo, algunos restos de camélidos se atribuyeron tentativamente a *Lama* (*Vicugna*) *gracilis* (García 1999), una especie extinta reconocida para el Pleistoceno y el Holoceno temprano de Argentina y Uruguay (Cajal *et al.*, 2010). Si bien la validez taxonómica de este camélido ha sido discutida (*e.g.*, Weinstock *et al.*, 2009), los estudios recientes de ADN antiguo han revelado su identidad genómica (Metcalf *et al.*, 2016), quedando entonces pendiente la determinación precisa de los materiales del norte mendocino.

**Extinción de la megafauna.**— La mayoría de los fechados más recientes de megafauna en Mendoza rondan los 11.000 años AP, con registros aislados que eventualmente sugieren edades más modernas (*ca.* 9.000 años AP; García, 2003; García *et al.*, 2008). Las etapas más tempranas de exploración y colonización de los grupos humanos en Mendoza habrían comenzado hacia finales del Pleistoceno (*ca.* 11.000  $^{14}\text{C}$  años AP) con evidencias en los sitios Gruta del Indio (Lagiglia, 1979; García y Lagiglia 1999; Lagiglia 2001, 2002; Neme y Gil 2008) y Agua de la Cueva (García, 1995, 1998, 2003). Debido a la escasa cantidad de elementos culturales hallados, se ha interpretado que estos grupos humanos se encontraban en un proceso de exploración del paisaje local, de ocupación efímera y baja densidad (Neme y Gil, 2008).

Entre los sitios arqueológicos con megafauna, solo para Gruta del Indio se ha sostenido la coexistencia temporal con el hombre (*e.g.*, García, 2003; García y Lagiglia, 1999; Lagiglia, 1962–1968; aunque véase Long *et al.*, 1998). Los restos de mamíferos extintos se recuperaron de dos niveles en la cueva: Pre-Atuel IV y Atuel IV (Semper y Lagiglia, 1962–1968; Lagiglia, 2001), ambos diferenciados por la presencia de restos culturales a partir del Atuel IV. Si bien los fechados radiométricos de osículos dérmicos, boñigas y carbones han sugerido contemporaneidad, esta coexistencia no implica explotación por parte del hombre (García, 2003; Gil y Neme, 2010), dado que no existe evidencia directa de la utilización de la megafauna como recurso (Neme y Gil, 2008). Los reportes de huesos dérmicos de Mylodontidae quemados o huesos fracturados (Lagiglia, 1979) podrían vincularse a modificaciones postdepositacionales. Previamente, Rusconi (1946) mencionó la presencia de marcas, perforaciones e indicios de quemaduras sobre varios de los huesos asignados de Phyllophaga provenientes de la Cueva El Chacay. Sin embargo, las observaciones más recientes indicaron que estas marcas aparentemente no representarían actividades de los paleoindios (Neme y Gil, 2008). Asimismo, los fechados efectuados sobre estos huesos representan edades tempranas (tabla 2), discordantes con las edades más antiguas conocidas para los primeros asentamientos humanos de la región, *ca.* 11.000  $^{14}\text{C}$  años AP (Neme y Gil, 2008). Es interesante

destacar que el sitio arqueológico chileno Tagua Tagua, próximo latitudinalmente a Gruta del Indio y de edad fini-pleistocena, ha sido interpretado como un lugar de matanza y descuartizamiento de mastodontes (*Cuvieronius hyodon*; ver Frassinetti y Alberdi, 2000), fundamentalmente, aunque también se hallaron caballos (*Equus* sp.) y ciervos (*Antifer niemeyeri*) (Nuñez *et al.*, 1994; García, 1999). Desde una perspectiva antropológica, las diferencias entre los sitios de cordillera sin asociación y los sitios del bajo con asociación se interpretaron alternativamente como dos patrones culturales diferentes o como el producto de la explotación estacional diferencial de un mismo grupo (Neme y Gil, 2008 y literatura allí citada).

Se han propuesto diversos modelos para explicar la extinción de la megafauna en América de Sur; entre ellos, diversos factores físicos y biológicos como los cambios climáticos, diversos eventos geológicos, el impacto de un asteroide, la biología de las especies implicadas, la caza intensiva de los primeros pobladores humanos, las consecuencias indirectas de la presencia humana, patógenos o la conjunción de estos factores (*e.g.*, Martin, 1967, 1995; Barnosky, 1989, 2009; MacPhee y Marx, 1997; Cione *et al.*, 2003; Barnosky *et al.*, 2004, 2016; Haynes, 2006; Koch and Barnosky, 2006; Brook *et al.*, 2008; Borrero, 2009; Politis y Messineo, 2008; Barnosky y Lindsey, 2010; Monjeau *et al.* 2015; Metcalf *et al.*, 2016). Entre estos, los paradigmas principales son el ambiente vs. el hombre, en torno a los cuales ronda la discusión, la cual parece encontrarse al momento bloqueada (Monjeau *et al.*, 2015). Los procesos, la duración y la cronología del evento de extinción de la megafauna sin duda han actuado diferencialmente en cada región (Metcalf *et al.*, 2016). En la Región de Cuyo, la transición Pleistoceno–Holoceno parece no haber afectado otras comunidades, excepto a los componentes de la megafauna. Alternativamente, las fluctuaciones altitudinales o latitudinales de las comunidades han devenido en extinciones locales de plantas, invertebrados y vertebrados. Si bien existe evidencia de coexistencia temporal entre la megafauna y el hombre en un solo sitio arqueológico en Mendoza (*i.e.*, Gruta del Indio), no hay evidencia positiva de la utilización de la megafauna como recurso. Sobre la base del análisis de isótopos estables, tanto los caballos extintos como los perezosos habrían tenido una amplitud y una flexibilidad importantes en la dieta, lo cual explicaría la utilización de hábitats diversos, aunque no explicaría su extinción hacia los 11.000 años AP en asociación a las fluctuaciones climático-ambientales y la vegetación asociada. Hacia el Pleistoceno más tardío y tal vez el Holoceno temprano, habrán persistido en Mendoza solo algunos taxones relictuales.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Alfredo Zurita por la invitación a participar de este capítulo. CGDF agradece a Sabina D'Ambrosio, Eduardo Koch y Sergio Miquel por clarificaciones relacionadas con los antecedentes de invertebrados fósiles y actuales de la región de estudio. Agradecemos al revisor por sus comentarios y sugerencias que ayudaron a mejorar el manuscrito original. Contribución al proyecto PUE 0091 (IANIGLA).

**Contribuciones.**— AEM, marco geológico; LR, vegetación; CGDF, invertebrados; EC y AMF, vertebrados. Todos los autores han leído y han contribuido a la versión final del manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abraham de Vázquez, E. y Rodríguez Martínez, F. (Eds.). 2000. Argentina, recursos y problemas ambientales de la zona árida. Programa de Cooperación para la Investigación, Junta de Gobierno de Andalucía – Universidades y Centros de Investigación de la Región Andina Argentina, GTZ, IDR (Univ. Granada), IADIZA, SDSyPA. Argentina, 143 pp. y atlas.
- Abraham de Vázquez, E. M., Garleff, K., Liebricht, H., Regairaz, A. C., Shäbitz, F., Squeo, F. A., Stingl, H., Veit, H. y Villagrán, C. 2000. Geomorphology and paleoecology of the Arid Diagonal in Southern South America. *Zeitschrift für Angewandte Geologie*, SH 1: 55-61.
- Baker, S. E., Gosse, J. C., McDonald, E. V., Evenson, E. B. y Martínez, O. 2009. Quaternary history of the piedmont reach of Río Diamante, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 28: 54-73.
- Bargo, M. S., Montalvo, C. I., Chiesa, J., Forasiepi, A. M., Cerdeño, E., Lucero, P. y Martinelli, A. G. 2010. El registro de mamíferos del Pleistoceno tardío–Holoceno temprano del centro oeste de Argentina. En: Zárate, M., Gil, A. y Neme, G. A. (Eds.), *Paleoambientes y Ocupaciones Humanas del Centro-Oeste de Argentina durante el Pleistoceno tardío – Holoceno*: 213-238. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- Barnosky, A. D. 1989. The Late Pleistocene event as a paradigm for widespread mammal extinction. En: S. Donovan (Ed.), *Mass Extinctions: Processes and Evidence*: 235-254. Belhaven Press, London.
- Barnosky, A. D. 2009. *Heatstroke: nature in an Age of Global Warming*. Island Press, Washington, DC, 269 pp.
- Barnosky, A. D. y Lindsey, E. L. 2010. Timing of Quaternary megafaunal extinction in South America in relation to human arrival and climate change. *Quaternary International* 217: 10-29.
- Barnosky, A. D., Koch, P. L., Feranec, R. S., Wing, S. L. y Shabel, A. B. 2004. Assessing the causes of Late Pleistocene extinctions on the continents. *Science* 306: 70-75.
- Barnosky, A. D., Lindsey, E. L., Villavicencio, N. A., Bostelmann, E., Hadly, E. A., Wanket, J. y Marshall, C. R. 2016. Variable impact of late Quaternary megafaunal extinction in causing ecological state shifts in North and South America. *Proceeding of the National Academy of Sciences* 113: 856-861.
- Behling, H. y Hooghiemstra, H. 1998. Late Quaternary paleoecology and paleoclimatology from pollen records of the savannas of Llanos Orientales in Colombia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 139: 251-267.
- Behling, H. y Hooghiemstra, H. 2001. Neotropical savanna environments in space and time: Late Quaternary inter-hemispheric comparisons. En: Margraf, V.

- (Ed.), *Inter-Hemispheric Climatic Linkages*: 307-323. Academic Press, San Diego.
- Borrero, L. 2009. The elusive evidence: the archaeological record of the South American extinct megafauna. En: Haynes, G. (Ed.), *American Megafaunal Extinctions at the End of the Pleistocene*: 145-68. Springer Science, Dordrecht.
- Brovkin, V. 2007. Glacial climates. En: Elias, S. A (Ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science*: 721-729. Elsevier, Amsterdam.
- Brown, K. A. y Brown, T. A. 2013. Biomolecular archaeology. *Annual Review of Anthropology* 42: 159-174.
- Brook, B. W., Sodhi, N. S., Bradshaw, C. J. A. 2008. Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in Ecology and Evolution* 23: 453-460.
- Bruniard, E. 1982. La Diagonal Árida Argentina: un límite climático real. *Revista Geográfica* 95: 5-20.
- Cabrera, A. L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. En: Kugler, W. F. (Ed.), *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería* vol. 2, parte 1. ACME, Buenos Aires, 85 pp.
- Cajal, J., Tonni, P. E. y Tartarini, V. 2010. The extinction of some South American camelids: the case of *Lama (Vicugna) gracilis*. *Mastozoología Neotropical* 17: 129-134.
- Carlini, A. A., Zurita, A.E. y Aguilera, Y. O. 2008. North American glyptodontines (Xenarthra, Mammalia) in the Upper Pleistocene of northern South America. *Palaeontologische Zeitschrift* 82: 125-138.
- Cerdeño, E. y Vera, B. 2007. Research on Cenozoic mammals in Mendoza Province, Argentina. En: Díaz-Martínez, E. y Rábano, I. (Eds.), *4th European Meeting on Paleontology and Stratigraphy of Latin America*. Cuadernos del Museo Geominero 8: 91-96. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- Cerdeño, E., Moreiras, S. y Alberdi, M. T. 2008. Primeros hallazgos del équido *Hippidion* (Perissodactyla) en el Pleistoceno de la Provincia de Mendoza, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 10: 211-220.
- Ciocco, N. F. y Scheibler, E. E. 2008. Malacofauna of the littoral benthos of a saline lake in southern Mendoza, Argentina. *Fundamental and Applied Limnology* 172: 87-98.
- Cione, A. L., Tonni, E. P. y Soibelzon, L. 2003. The broken Zig-Zag: Late Cenozoic large mammals and tortoise extinction in South America. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 5: 1-19.
- Clark, P. U., Dyke, A. S., Shakun, J. D., Carlson, A. E., Clark, J., Wohlfarth, B., Mitrovica, J. X., Hostetler, S. W. y McCabe, M. 2009. The Last Glacial Maximum. *Science* 325: 710-714.
- Coronato, A., Rabassa, J. 2007. Late Quaternary in South America. En: Elias, S.A. (Ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science*: 1101-1109. Elsevier, Amsterdam.
- Costa, C. H., Audemard, F. A., Becerra, F. R., Lavenu, A., Machette, M. N. y París, G. 2006. An overview of the main Quaternary deformation of South America. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 61: 461-479.
- D'Ambrosio, D. S. 2014. Reconstrucción paleolimnológica de la laguna Llacanelo (Mendoza, Argentina) a través del estudio de ostrácodos del Cuaternario. Tesis

- Doctoral Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 209 pp. La Plata.
- D'Antoni, H. 1983. Pollen analysis of Gruta del Indio. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 1: 83-104
- De Francesco, C. G. 2010. Moluscos y paleoambientes del centro-oeste de Argentina durante el Cuaternario. En: Zárate, M. A., Gil, A. y Neme, G. A. (Eds.), *Condiciones Paleoambientales y Ocupaciones Humanas durante la transición Pleistoceno-Holoceno y Holoceno de Mendoza*: 151-174. Sociedad de Antropología, Buenos Aires.
- De Francesco, C. G. y Hassan, G. S. 2009. The significance of molluscs as paleoecological indicators of freshwater systems in central-western Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 274: 105-113.
- De Francesco, C. G., Zárate, M. A. y Miquel, S. E. 2007. Late Pleistocene mollusc assemblages and inferred paleoenvironments from the Andean piedmont of Mendoza, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 251: 461-469.
- Diéguez, S. y Neme, G. A. 2003. Geochronology of the Arroyo Malo-3 site and the first human occupations in north Patagonia in the early Holocene. En: Miotti, L., Salemme, M. y Flegenheimer, N. (Eds.), *Where the South Winds Blows: Ancient Evidence for Paleo South Americans*: 87-92. A&M University Press, Texas.
- Doering, A. 1885 ("1884"). Apuntamientos sobre la fauna de moluscos de la República Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de la República Argentina* 7: 457-474.
- Espizúa, L. E. 1993. Quaternary glaciations in the Río Mendoza Valley, Argentine Andes. *Quaternary Research* 40: 150-162.
- Espizúa, L. E. 2004. Pleistocene glaciations in the Mendoza Andes, Argentina. En: Ehlers J. y Gibbard P. L. (Eds.), *Quaternary Glaciations -Extent and Chronology, Part III*: 69-73. Elsevier. Amsterdam.
- Espizúa, L. E. 2005. Holocene glacier chronology of Valenzuela Valley, Mendoza Andes, Argentina. *The Holocene* 15: 1079-1085.
- Espizúa, L. E. y Bigazzi, G. 1998. Fission-track dating of the Punta de Vacas glaciation in the Río Mendoza Valley, Argentina. *Quaternary Science Reviews* 17: 755-760.
- Fariña, R. A, Vizcaíno, S. F. y Bargo, M. S. 1998. Body mass estimations in Lujanian (late Pleistocene – early Holocene of South America) mammal fauna. *Mastozoología Neotropical* 5: 87-108.
- Fauqué, L., Hermanns, R., Hewitt, K., Rosas, M., Wilson, C., Baumann, V., Lagorio, S. y Di Tommaso, I. 2009. Mega-deslizamientos de la pared sur del cerro Aconcagua y su relación con depósitos asignados a la glaciación pleistocena. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 65: 691-712.
- Font, E. A. 2016. Bioestratigrafía y paleoecología de moluscos y carófitas en paleoambientes cuaternarios del oeste de San Luis, Argentina. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis, 195 pp. San Luis.

- Forasiepi, A. M., Martinelli, A. G., Zurita, A. y Ponce, H. 2009. Primer registro de *Glyptodon* Owen (Mammalia, Xenarthra, Cingulata) para el Pleistoceno de la provincia de Mendoza (Argentina). *Mastozoología Neotropical* 16: 217-222.
- Forasiepi, A. M., Martinelli, A. G., Gil, A., Neme, G. A. y Cerdeño, E. 2010. Fauna extinta y ocupaciones humanas en el Pleistoceno final – Holoceno temprano del Centro Occidente Argentino. En: De Nigris, M., Fernández, P. M., Giardina, M., Gil, A., Gutiérrez, M. A., Izeta, A., Neme, G. A. y Yacobaccio, H. D. (Eds.): *Zoarqueología a Principios del Siglo XXI: Aportes Teóricos, Metodológicos y Casos de Estudio*: 219-229. Ediciones El Espinillo, Buenos Aires.
- Frassinetti, D. y Alberdi, M. T. 2000. Revisión y estudio de los restos fósiles de mastodontes de Chile (Gomphotheriidae): *Cuvieronius hyodon*, Pleistoceno superior. *Estudios Geológicos* 56: 197-208.
- Gambier, M. 1980. Excavaciones arqueológicas en la Gruta de El Manzano, Río Grande, Mendoza. *Boletín del Museo de Ciencias Naturales y Antropológicas "J. C. Moyano"* 1: 45-56.
- Gambier, M., Michieli, C. T. y Pastore, M. A. 1985. La cultura de los Morrillos, San Juan. Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo, Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, 231 pp.
- García, A. 1999. La extinción de la fauna pleistocénica en los Andes Centrales Argentino-Chilenos. *Revista Española de Antropología Americana* 29: 9-30.
- García, A. 2003. On the coexistence of man and extinct Pleistocene megafauna at Gruta del Indio (Argentina). *Radiocarbon* 45: 33-39.
- García, A. y Lagiglia, H. 1999. A 30,000-year-old megafauna dung layer from Gruta del Indio (Mendoza, Argentina). *Current Research in the Pleistocene* 16: 116-118.
- García, A., Martínez Carretero, E. y Dácar, M. A. 2008. Presence of *Hippidion* at two sites of western Argentina. Diet composition and contribution to the study of the extinction of Pleistocene megafauna. *Quaternary International* 180: 22-29.
- Garreaud, R. D. 2009. The Andes climate and weather. *Advances in Geosciences* 7: 1-9.
- Gil, A. y Neme, G. A. 2010. Registro Arqueológico en la Cuenca Media del Atuel: viejos y nuevos problemas; viejos y nuevos datos. En: Zárate, M., Gil, A. y Neme, G. A. (Eds.), *Paleoambientes y Ocupaciones Humanas del Centro-Oeste de Argentina durante el Pleistoceno tardío – Holoceno*: 239-275. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- Giambiagi, L. B. y Ramos, V.A. 2002. Structural evolution of the Andes in a transition zone between the flat and normal subduction (33° 30' – 33° 45'S), Argentina and Chile. *Journal of South American Earth Sciences* 15: 101-116.
- Giambiagi, L. B., Bechis, F., García, V. y Clark, A. H. 2008. Temporal and spatial relationships of thick- and thin-skinned deformation: a case study from the Malargüe fold-and-thrust belt, southern Central Andes. *Tectonophysics* 459: 123-139.

- Gil, A., Guerci, A. y Neme, G. A. 2008. Human occupation, environmental structure and the archaeofaunal record during the mid-Holocene in west-central Argentina. *Before Farming* 2008: 1-16.
- González, M. A. 1994. Salinas del Bebedero Basin (República Argentina). En: Gierowski-Cordesch, E. y Kelts, K., (Eds.), *Global Geological Records of Lake Basins*, vol. 1: 381-386. Cambridge University Press, Cambridge.
- González Díaz, E. 1972a. Descripción geológica de la Hoja 27d, San Rafael. Ministerio de Industria y Minería. Subsecretaría de Minería. Servicio Nacional Minero Geológico. Buenos Aires. Boletín 132: 127 pp.
- González Díaz, E. 1972b. Descripción geológica de la Hoja 30e, Agua Escondida, Provincias de Mendoza y La Pampa. Ministerio de Industria y Minería. Subsecretaría de Minería. Servicio Nacional Minero Geológico. Buenos Aires. Boletín 135: 1-79.
- González Díaz, E. y Fauqué, L. E. 1993. Geomorfología. En: Ramos, V. A. (Ed.): *Geología y Recursos Naturales de Mendoza. XII° Congreso Geológico Argentino y II° Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Vol. I (17): 217-234.*
- Gosse, J. C. y Evenson, E. B. 1994. Reinterpretation of the evidence for a significant Mid- Holocene ice advance in the Rio Atuel valley, Mendoza province, Argentina. *Zeitschrift für Geomorphologie* 38: 327-338.
- Groeber, P. 1951. La Alta Cordillera entre las latitudes 34° y 29°30'. Instituto Investigaciones de las Ciencias Naturales. Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Revista (Ciencias Geológicas) 1(5): 1-352.
- Groeber, P. 1955. Bosquejo paleogeográfico de los glaciares del Diamante y Atuel. Asociación Geológica Argentina, Revista 9 (1954): 89-108.
- Groot, J. J. y Groot, C. R. 1966. Pollen spectra from deep-sea sediments as indicators of climatic changes in southern South America. *Marine Geology* 4: 525-537.
- Guerstein, P. G. 1993. Origen y significado de la Asociación piroclástica Pumícea. Pleistoceno de la provincia de Mendoza entre los 33° 30' y 34° 40' L.S. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 253 pp. La Plata.
- Gutiérrez, M. y Martínez, G. 2008. Trends in the faunal human exploitation during the Late Pleistocene and Early Holocene in the Pampean region (Argentina). *Quaternary International* 191: 53-68.
- Gutiérrez, M. A, Martínez, G. A, Bargo, M. S. y Vizcaíno, S. F. 2010. Supervivencia diferencial de mamíferos de gran tamaño en la Región Pampeana en el Holoceno temprano y su relación con aspectos paleobiológicos. En: Gutierrez, M, De Nigris, M., Fernández, P, Giardina, M., Gil, A., Izeta, A., Neme, G. A. y Yacobaccio, H (Eds.), *Zooarqueología a Principios del Siglo XXI. Aportes Teóricos, Metodológicos y Casos de Estudio: 231-242.* Ediciones El Espinillo, Buenos Aires.
- Haynes, G. 2006. A review of some attacks on the Overkill hypothesis, with special attention to misrepresentations and doubletalk. *Quaternary International* 169-170: 84-94.



- Hooghiemstra, H. y Ran, E. T. H. 1994. Late Pliocene–Pleistocene high resolution pollen sequence of Colombia: an overview of climatic change. *Quaternary International* 21: 63-80.
- Holmberg, E. L. 1973 Descripción Geológica de la Hoja 29d, Cerro Nevado, Provincia de Mendoza (1:200.000). Boletín 144: 1-71. Servicio Nacional Minero Geológico, Buenos Aires.
- INTA/CIRN. 1990. Atlas de suelos de la República Argentina. Escala 1:500.000 y 1:1.000.000. Proyecto PNUD ARG. 85/019, Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca, Buenos Aires.
- Jordan, T. y Gardeweg, M. 1987. Tectonic evolution of the late Cenozoic Central Andes. En: Ben Avraham, Z. (Ed.) *Mesozoic and Cenozoic Evolution of the Pacific Margins*: 193-207. Oxford University Press, Nueva York.
- Kendrick, E. Bevis, M., Smalley, R., Brooks, B., Barriga Vargas, R., Lauría, E. and Souto Fortes, L. 2003. The Nazca-South America Euler vector and its rate of change. *Journal of South American Earth Sciences* 16: 125-131.
- Inbar, M. y Risso, C. 2001. Holocene yardangs in volcanic terrains in the southern Andes, Argentina. *Earth Surface Processes and Landforms* 26: 657–666.
- Koch, P. L. y Barnosky, A. D. 2006. Late quaternary extinctions: state of the debate. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37: 215-250.
- Koch, E., Martin, S. M. y Ciocco, N. F. 2016. Nuevos avances sobre estudios moleculares en el género *Heleobia* (Caenogastropoda, Rissooidea, Cochliopidae), de los Andes Centrales y Patagonia. II Congreso Argentino de Malacología. Resúmenes: 26, Mendoza.
- Labraga, J. y Villalba, R. 2009. Climate in the Monte desert: Past trends, present conditions, and future projections. *Journal of Arid Environments* 73:154-163.
- Lagiglia, H. 1962-1968. Secuencias culturales del centro-oeste argentino: valles del Atuel y Diamante. *Revista Científica de Investigaciones Museo de Historia Natural de San Rafael* 1: 159-174.
- Lagiglia, H. 1979. Dinámica cultural en el centro oeste y sus relaciones con áreas aledañas argentinas y chilenas. *Actas del VII Congreso de Arqueología de Chile II*: 531-560. Altos de Vilches.
- Lagiglia, H. 2001. El paleoindio del Atuel en Sudamérica (Análisis de la cronología absoluta del paleoindio del Atuel). *Notas del Museo de Historia Natural de San Rafael* 48: 1-12.
- Lagiglia, H. 2002. Arqueología prehistórica del sur Mendocino y sus relaciones con el centro oeste Argentino. En: Gil, A. y Neme, G. A. (Eds.), *Entre Montañas y Desiertos: Arqueología del sur Mendocino*: 43-64. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- Long, A., Martin, P. y Lagiglia, H. 1998. Ground sloths and humans at Gruta del Indio, Argentina. *Radiocarbon* 40: 693-700.
- MacPhee, R. D. E. y Marx, P. A. 1997. The 40.000-year plague. Humans, hyperdisease, and first-contact extinctions. En: Goodman, S. B., Patterson, B. (Eds.), *Natural Change and Human Impact in Madagascar*: 169-217. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

- Markgraf, V. 1983. Late postglacial vegetational and paleoclimatic change in subarctic temperature and arid environments in Argentine. *Palynology* 7: 43–70.
- Martin, P. S. 1967. Pleistocene overkill. En: Martin, P. S., Wright Jr., H. E. (Eds.), *Pleistocene Extinctions, the Search for a Cause*: 75-120. Yale University Press, New Haven.
- Martin, P. S. 1995. Rediscovering the desert laboratory. En: Steadman, D. W. y Mead, J. I. (Eds.), *Late Quaternary Environments and Deep History: A Tribute to Paul S. Martin*. Scientific Papers Vol. 3 Mammoth Site of Hot Springs, South Dakota: 1-24.
- Martínez Carretero, E. 2004. La Provincia fitogeográfica de la Payunia. *Boletín Sociedad Argentina de Botánica* 39: 195-226.
- Mehl, A. E. 2011. Sucesiones aluviales del Pleistoceno tardío-Holoceno, Valle de Uco (provincia de Mendoza): inferencias paleoambientales y paleoclimáticas. Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Buenos Aires. Pp. 355.
- Mehl, A. E. y Zárate, M. A. 2012. Late Pleistocene and Holocene environmental and climatic conditions in the eastern Andean piedmont of Mendoza (33°–34°S, Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 37: 41-59.
- Menéndez, C. 1971. Floras terciarias de la Argentina. *Ameghiniana* 8: 357-370.
- Messenger, G. 2010. Signatures geomorphologiques de l'activite tectonique Plio-Quaternaire dans le sud des Andes Centrales, Argentine. Tesis Doctoral Universite de Pau et des Pays de L'Adour, 294 pp. Pau.
- Miquel, S. E. y Aguirre, M. L. 2011. Taxonomía de los gasterópodos terrestres del Cuaternario de Argentina. *Revista Española de Paleontología* 26: 101-133.
- Morales, M., Barberena, R., Belardi, J. B., Borrero, L., Cortegoso, V., Durán, V., Guerci, A., Goñi, R., Gil, A., Neme, G. A., Yacobaccio, H. y Zárate, M. 2009. Reviewing human–environment interactions in arid regions of southern South America during the past 3000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 281: 283-295.
- Moreiras, S. M. 2010. Avances en el estudio geomorfológico de la Quebrada de Matienzo, provincia de Mendoza, Argentina. *Contribuciones Científicas GÆA*, 23: 159-173.
- Moreiras, S. M. y Sepúlveda, S. A., 2014. Megalandslides in the Andes of central Chile and Argentina (32°-34° S) and potential hazards. *Geological Society, London, Special Publications*, 399: 328-341.
- Moreiras, S. M., Hermanns, R. L. y Fauqué, L. 2015. Cosmogenic dating of rock avalanches constraining Quaternary stratigraphy and regional neotectonics in the Argentine Central Andes (32° S). *Quaternary Science Reviews* 112: 45-58.
- Moreiras, S. M., Páez, M. S., Lauro, C. y Jeanneret, P. 2017. First cosmogenic ages for glacial deposits from the Plata range (33° S): new inferences for Quaternary landscape evolution in the Central Andes. *Quaternary International* 438: 50-64.
- Morello, J. 1958. La provincia fitogeográfica del Monte. *Opera Lilloana* 2: 5-115.

- Neme, G. A. y Gil, A. 2008. Biogeografía humana en los Andes Meridionales: tendencias arqueológicas en el sur de Mendoza. *Chungara* 40: 5-18.
- Neme, G. A., Moreira, G., Atencio, A. y De Santis, L. 2002. El registro de microvertebrados del sitio arqueológico Arroyo Malo-3 (Provincia de Mendoza, Argentina). *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 409-421.
- Norte, F. 2000. Mapa Climático de Mendoza. En: Abraham, E. y Rodríguez Martínez, F. (Ed.), Argentina, Recursos y Problemas Ambientales de la Zona Árida. 1<sup>ra</sup> parte: Provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja. TOMO I: Caracterización Ambiental: 25-27. Programa de Cooperación para la Investigación, Junta de Gobierno de Andalucía – Universidades y Centros de Investigación de la Región Andina Argentina, GTZ, IDR (Univ. Granada), IADIZA, SDSyPA. Argentina.
- Nuñez, L., Varela, J., Casamiquela, R., Schappacasse, V., Niemeyer, H. y Villagrán, C. 1994. Cuenca de Taguatagua en Chile: el ambiente del Pleistoceno y ocupaciones humanas. *Revista Chilena de Historia Natural* 67: 503-510.
- Palazzesi, L. y Barreda, V. 2007. Major vegetation trends in the Tertiary of Patagonia (Argentina): a qualitative paleoclimatic approach based on palynological evidence. *Flora* 202: 328-337.
- Perucca, L., Zárate, M. A. y Mehl, A. E. 2011. Quaternary tectonic activity in the piedmont of Cordillera Frontal (33°-34°S) Mendoza. En: Salfity, A. y Marquillas, R. A. (Eds.): *Cenozoic Geology of the Central Andes of Argentina*. Editorial: Universidad Nacional de Salta, Salta.
- Polanski, J. 1954. Rasgos geomorfológicos del territorio de la provincia de Mendoza. Ministerio de Economía, Instituto de Investigaciones Económicas y Tecnológicas. Cuadernos de Investigaciones y estudios 4: 4-10.
- Polanski, J. 1957. Sobre algunos métodos paleogeográficos de la investigación del cuartario pedemontano de Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 12 (4): 211-232.
- Polanski, J. 1961. Cenoglomerado del Quemado (Provincia de Mendoza). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 15: 157-179.
- Polanski, J. 1963. Estratigrafía, neotectónica y geomorfología del Pleistoceno pedemontano entre los ríos Diamante y Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 17 (1962): 127-349.
- Politis, G. y Messineo, P. 2008. The Campo Laborde site: new evidence for the Holocene survival of Pleistocene megafauna in the Argentine Pampas. *Quaternary International* 191: 98-114.
- Praderio, A., Gil, A. y Forasiepi, A. M. 2012. El registro de *Megatherium* Cuvier en Mendoza (Argentina): aspectos taxonómicos, cronológicos y paleoecológicos. *Mastozoología Neotropical* 19: 279-291.
- Pujos, F., De Iuliis, G., Argot, C. y Werdelin, L. 2007. A peculiar climbing Megalonychidae from the Pleistocene of Peru and its implications for sloth history. *Zoological Journal of the Linnean Society* 149: 179-235.
- Quinn, J. A. 2009. Desert biomes. En: Woodward, S. L. (Ed.), *Greenwood Guides to Biomes of the World*. Greenwood Press, London, 226 pp.

- Ramos, V. A. 1999. Rasgos estructurales del territorio argentino. 1. Evolución tectónica del territorio argentino. En: Caminos, R. (Ed.): Geología Argentina. Subsecretaría de Minería de la Nación – Servicio Geológico Minero Argentino-Instituto de Geología y Recursos Minerales. Buenos Aires. Anales 29 (24): 715-759.
- Ramos, V. A., Litvak, V. D., Folguera, A. y Spagnuolo, M. 2014. An Andean tectonic cycle: From crustal thickening to extension in a thin crust (34°– 37° SL). *Geoscience Frontiers* 5: 351-367.
- Roig, F. A., Martínez Carretero, E. y Méndez, E. 2000. Vegetación de la Provincia de Mendoza. En: Abraham, E. M. y Rodríguez Martínez, F. (Eds.), Argentina, Recursos y Problemas Ambientales de la Zona Árida. 1<sup>ra</sup> parte: Provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja. Tomo I: Caracterización Ambiental: 63-66. Programa de Cooperación para la Investigación, Junta de Gobierno de Andalucía - Universidades y Centros de Investigación de la Región Andina Argentina, GTZ, IDR (Univ. Granada), IADIZA, SDSyPA. Argentina.
- Roig, F. A., Roig-Juñent, S. y Corbalán, V. 2009. Biogeography of the Monte Desert. *Journal of Arid Environments* 73: 164-172.
- Rojo, L. D. y Mehl, A. E. 2014. Stable carbon isotopes from bulk organic matter as indicators of palaeoenvironmental changes in the Arroyo La Estacada, Mendoza (Argentina). 4th Southern Desert Conference. Book of abstracts, p. 90. Mendoza.
- Rojo, L. D., Páez, M. M., Chiesa, J. O., Strasser, E. y Schäbitz, F. 2012. Palinología y condiciones paleoambientales durante los últimos 12.600 cal. años AP en Salinas del Bebedero (San Luis, Argentina). *Ameghiniana* 49: 427-441.
- Ruggiero, A. y Ezcurra, C. 2003. Regiones y transiciones biogeográficas. En: Morrone J.J. y Llórente J. (Eds.), *Biogeografía en Latinoamérica* 2: 141-154. Facultad de Ciencias IMAM, México.
- Rusconi, C. 1946. Restos de huesos fósiles en una cueva de Malargüe (Mendoza). *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 141: 241-249.
- Rusconi, C. 1947. Sobre un fémur de megaterio descubierto en El Borbollón, Mendoza. *Revista del Museo de Historia Natural de Mendoza* 1: 60-64.
- Rusconi, C. 1961-1962. Poblaciones pre- y posthispanicas de Mendoza. 4 volúmenes. Gobierno de Mendoza, Mendoza.
- Rutter, N., Coronato, A., Helmens, K., Rabassa, J. y Zárata, M. A. 2012. Glaciations in North and South America from the Miocene to the Last Glacial Maximum. Comparisons, linkages and uncertainties. Springer, Dordrecht, 80 pp.
- Scherer, C. S., Pitana, V. G. y Ribeiro, A. M. 2009. Protheriidae and Macraucheniiidae (Litopterna, Mammalia) from the Pleistocene of Rio Grande do Sul State, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia* 12: 231-246.
- Semper, J. y Lagiglia, H. 1962-1968. Excavaciones arqueológicas en el Rincón del Atuel (Gruta del Indio). *Revista Científica de Investigaciones Museo de Historia Natural de San Rafael* 1: 89-158.
- Shmida, A. 1985. Biogeography of the desert flora. En: Evenari, A. M., Noy-Meir, I., Goodall, D. W. (Eds.), *Hot Desert and Arid Shrublands. Ecosystems of the World*, Vol. 12: 23-77. Elsevier, Amsterdam.

- Sruoga, P., Llambías, E. J., Fauque, L., Schonwandt, D. y Repol, D. G. 2005. Volcanological and geochemical evolution of the Diamante Caldera – Maipo volcano complex in the southern Andes of Argentina (34° 10'S). *Journal of South American Earth Sciences* 19: 399-414.
- Stingl, H. y Garleff, K. 1978. Gletscherschwankungen in den subtropisch-semiariiden Hochanden Argentinien. *Zeitschrift für Geomorphologie* 30: 115-131.
- Villagrán, C. y Hinojosa, L. F. 1997. Historia de los bosques del sur de Sudamérica, II: Análisis Fitogeográfico. *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 241-267.
- Wayne, W. J. y Corte, A. E. 1983. Multiple glaciations of the Cordón del Plata, Mendoza, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 42: 185-209.
- Weinstock, J., Shapiro, B., Prieto, A., Marín, J. C., González, B. A., Gilbert, M. T. P. Willerslev, E. 2009. The Late Pleistocene distribution of vicuñas (*Vicugna vicugna*) and the “extinction” of the gracile llama (“*Lama gracilis*”): new molecular data. *Quaternary Science Reviews* 28: 1369-1373.
- Zárate, M. 2002. Los ambientes del tardiglacial y Holoceno en Mendoza. En: Gil, A. y Neme, G. A. (Eds.), *Entre Montañas y Desiertos: Arqueología del Sur de Mendoza*: 9-42. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- Zárate, M. A. y Mehl, A. E. 2008. Estratigrafía y geocronología de los depósitos del Pleistoceno tardío/Holoceno de la cuenca del arroyo La Estacada, Departamentos de Tunuyán y Tupungato (Valle de Uco), Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63: 407-416.
- Zárate, M. A. y Paez, M. M. 2002. Los paleoambientes del Pleistoceno-Holoceno en la Cuenca del Arroyo La Estacada, Mendoza. En: Trombotto D. y Villalba R. (Eds), *Ianigla, 30 Años de Investigación Básica y Aplicada en Ciencias Ambientales*: 117-121. IANIGLA, Mendoza.
- Zarate, M. A., Gil, A. y Neme, G. A. 2010. Integrando los registros: generalizaciones, alcances y limitaciones. En: Zárate, M. Gil, A. y Neme, G. A. (Eds.), *Condiciones Paleoambientales y Ocupaciones Humanas durante la Transición Pleistoceno-Holoceno y Holoceno de Mendoza*: 309-330. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- Zárate, M. A. y Mehl, A. E. 2011. Evolución geomorfológica holocena de la cuenca media del río Atuel, Mendoza, Argentina. XVIII Congreso Geológico Argentino. Neuquén, Argentina.
- Zárate, M. A. y Tripaldi, A. 2012. The eolian system of central Argentina. *Journal of Aeolian Research* 3: 401-417.
- Zárate, M., Mehl, A. E. y Perucca, L. 2014. Quaternary evolution of the Cordillera Frontal piedmont between c. 33° and 34°S Mendoza, Argentina. *Geological Society Special Publications* 399: 293-310, London.
- Zech, J. 2012. Glacier and climate reconstruction in the Las Leñas valley (35 °S), central Argentina. *Quaternary International (Abstracts)* 279/280: 462-565.