

# Impacto del volcanismo holocénico sobre el poblamiento humano del sur de Mendoza (Argentina)

Víctor Durán y Raúl Mikkan

Recibido 27 de Octubre 2008. Aceptado 16 de Marzo 2009

## RESUMEN

Se ha utilizado y generado información geoarqueológica y cronológica para demostrar la participación que tuvo el volcanismo, durante el Holoceno medio, en el despoblamiento de extensas áreas del sur de Mendoza, Argentina. Se han definido tipos y grados de impacto de eventos volcánicos para establecer períodos de recuperación ambiental, inferir su efecto en la conservación de sitios arqueológicos y discutir las propuestas vigentes referidas al proceso de poblamiento de ambientes cordilleranos y de las planicies orientales durante el Holoceno tardío.

**Palabras clave:** Geoarqueología; Volcanismo holocénico; Poblamiento humano; Sur de Mendoza; Argentina.

## ABSTRACT

THE IMPACT OF HOLOCENIC VOLCANISM ON HUMAN SETTLEMENT SOUTH OF MENDOZA, ARGENTINA  
Geoarchaeological and chronological information is used to discuss the role of Middle Holocene volcanism in the depopulation of southern Mendoza, Argentina. Types and grades of impact of volcanic activity are defined in order to establish environmental recuperation periods and to infer the effects of such activity on human societies during the Late Holocene.

**Keywords:** Geoarchaeology; Holocenic volcanism; Human settlement; Southern Mendoza; Argentina.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha debatido intensamente sobre la posibilidad de que se haya dado durante el Holoceno medio un período extenso de desocupación humana de amplios espacios del sur de Mendoza, provocado por razones climáticas (Gil 2006). Para el Holoceno tardío, se ha discutido también, desde marcos paleoecológicos o biogeográficos, sobre una supuesta colonización humana tardía de los ambientes marginales de aquella región (planicies orientales y tierras altas de cordillera), relacionada con procesos de intensificación generados por presión demográfica

en sociedades con economías de caza y recolección (Neme 2007; Neme y Gil 2008; entre otros). En este trabajo se presentan los resultados de un proyecto de investigación geoarqueológica diseñado para contrastar la posibilidad de que haya sido el volcanismo una de las causas o la causa principal de la disminución de registros arqueológicos para el período comprendido entre los años 7000 y 5000 AP (Durán 2000) y de que haya tenido que ver también con la colonización tardía de las planicies orientales y probablemente con la desaparición u ocultamiento de evidencias arqueológicas en las tierras altas de cordillera.

Víctor Durán. CONICET, Laboratorio de Geoarqueología, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo. CC 345, (5500) Mendoza, Argentina. E mail: duranvic@logos.uncu.edu.ar

Raúl Mikkan. Laboratorio de Geoarqueología, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo. CC 345, (5500) Mendoza, Argentina. E mail: raulm@logos.uncu.edu.ar

Se resume en este artículo un estudio geomorfológico del campo volcánico más importante de la planicie oriental -Complejo Volcánico Payún Matrú- (Figura 1), en el que se describen las características y extensión de una serie de eventos volcánicos holocénicos y se los ubica cronológicamente mediante fechados directos por termoluminiscencia (Mikkan 2007). Se articulan los resultados de ese trabajo con estudios geológicos referidos a los volcanes cordilleranos El Planchón y Peteroa (Naranjo y Haller 2002) y con los datos obtenidos de la caracterización y fechado de lluvias de material piroclástico ubicadas en sitios arqueológicos y en cavernas *kársticas* de ambientes cordilleranos (Durán 2000, 2002; Peña y Sancho 2001; Peña *et al.* 2003), con la intención de cuantificar el impacto de esos eventos sobre el ambiente, evaluar tiempos de recuperación o de acomodamiento ambiental y discutir las propuestas lanzadas para explicar las discontinuidades temporales y disparidades regionales

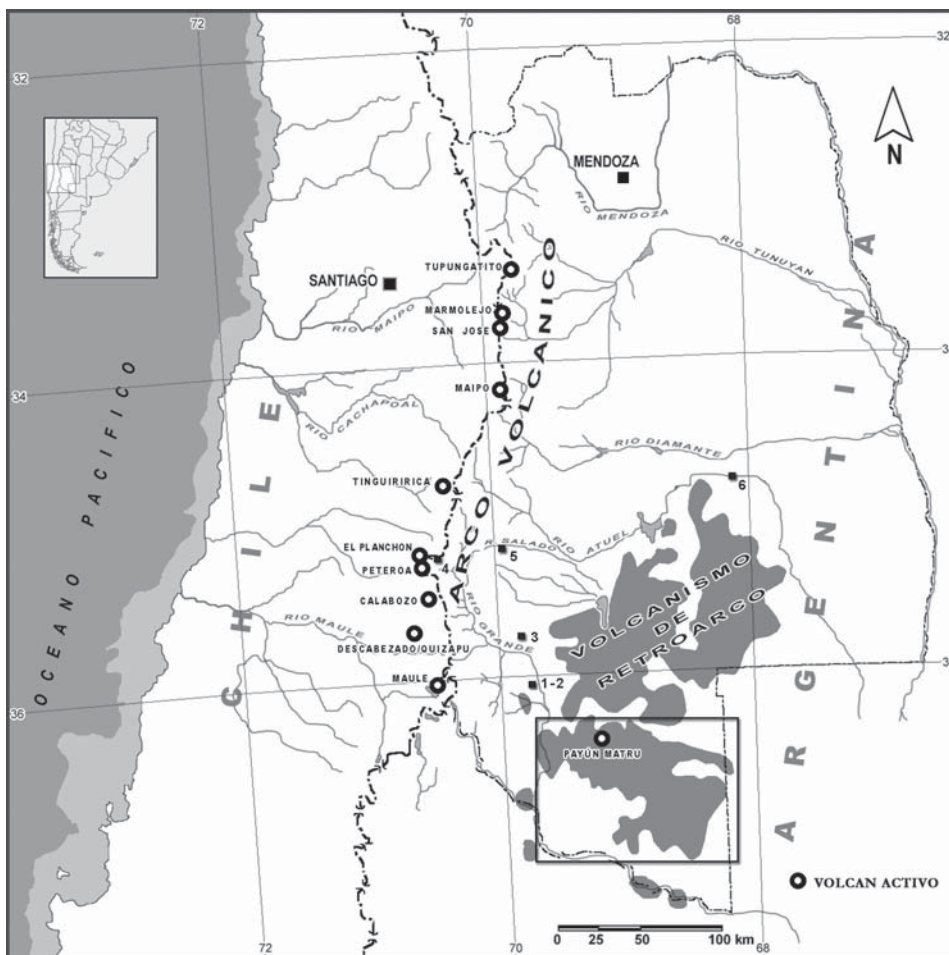
observadas en los registros arqueológicos del sur de Mendoza.

#### ANTECEDENTES DE ESTUDIOS REFERIDOS A ACTIVIDAD VOLCÁNICA HOLOCÉNICA

Desde los estudios geológicos pioneros de Groeber (1928, 1929, 1937, 1947, 1951), se ha avanzado bastante en el conocimiento del volcanismo que caracteriza al sur de Mendoza (González Díaz 1972; Delpino 1987, 1993; Delpino y Bermúdez 1985; Bermúdez y Delpino 1987, 1990; Sruoga *et al.* 1993; entre otros). Toda la macro-región ha sido afectada, aunque de distinta manera, por la actividad volcánica iniciada en el Cenozoico Superior (Ramos y Nullo 1993) y que continúa, a través del Cuaternario, hasta el presente. El volcanismo plio-cuaternario se presenta asociado a dos ambientes tectónicos: el arco volcánico actual a lo largo de la Cordillera Principal y el retroarco en la región

extra-andina (Sruoga *et al.* 1993).

En ambos ambientes tectónicos, el volcanismo ha sido permanente a lo largo del último millón de años. Allí, tuvieron lugar importantes eventos explosivos relacionados con la generación de calderas y la emisión de lavas y depósitos de caída piroclástica (Bermúdez y Delpino 1990; Sruoga *et al.* 1993; entre otros). La mayoría de los autores consultados coinciden al afirmar que la actividad volcánica se ha mantenido a lo largo de todo el Holoceno. La asignación de algunas geoformas volcánicas a tiempos holocénicos y aún históricos fue



**Figura 1.** Principales volcanes activos y su ubicación en las zonas de volcanismo de arco y de retroarco. Sitios arqueológicos y zonas con estudios palinológicos y geológicos mencionados en el texto. 1-2: Escuela El Manzano y Cañada de Cachi; 3: Caverna de Las Brujas; 4: Complejo Volcánico El Planchón/Peteroa; 5: Turbera del río Salado; 6: Gruta del Indio. Complejo Volcánico Payún Matrú en área dentro de recuadro. Información de base para localizar el volcanismo de arco y de retro-arco tomada de Sruoga *et al.* (1993).

inicialmente propuesta por Groeber (1929, 1933) y posteriormente por Marzo e Inchauspe (1967) y se mantiene en los estudios geológicos recientes (Bermúdez *et al.* 1993; entre otros). Pero estas asignaciones cronológicas no se han basado en fechados absolutos, sino en inferencias derivadas de algunos rasgos geológicos externos de aquellas geoformas o al tener en cuenta, por ejemplo, el escaso desarrollo o ausencia de vegetación sobre las mismas (Figura 2). Ese nivel de imprecisión ha limitado el uso de esta información y ha hecho que no se incorpore debidamente al volcanismo en los modelos generados para explicar la evolución de los ambientes del sur de Mendoza durante el Holoceno.

Las lluvias de cenizas y lapillis, provenientes de los volcanes emplazados en la Cordillera del Límite, constituyen uno de los tipos de evento que ha impactado con mayor frecuencia la región durante el Holoceno. Aunque la mayor parte de esos volcanes se ubican del lado chileno, los vientos predominantes del oeste hacen que sea la vertiente oriental la más afectada por la acumulación de depósitos piroclásticos. Por causas diversas, estas lluvias han provocado impactos de diferente grado en las distintas áreas.

Del lado chileno, la zona comprendida entre las latitudes 33° y 46° presenta el índice más elevado de actividad volcánica, con un promedio de una erupción cada 0,7 años desde 1800 hasta 1990 (Moreno Roa 1993). Sólo en el sector más inmediato al valle del río Grande, se han registrado más de 28 erupciones en tiempos históricos (Sruoga *et al.* 1993). Entre ellas se destaca la erupción explosiva del Quizapu, de 1932, que cubrió de cenizas el sur de Mendoza (Abraham y Pietro 1993; Sruoga *et al.* 1993; entre otros) y también partes importantes de la llanura pampeana (Surrano y Ferpozzi 1993). Este evento afectó el clima a nivel mundial al inyectar en las capas superiores de la atmósfera un gran volumen de aerosoles silíceos y

sulfurosos, que conformaron un velo aerosólico. Este forzante interno del sistema provocó un leve descenso de la temperatura, en los dos años posteriores a la erupción (Kelly y Sear 1984).

Para la cuenca alta del río Grande, se cuenta con resultados de investigaciones geológicas recientes (Naranjo *et al.* 1999; Naranjo y Haller 2002) que describen y ubican cronológicamente eventos volcánicos de gran magnitud. Estos estudios ofrecen información sobre la actividad holocénica del complejo volcánico El Planchón/Peteroa, ubicado en el límite argentino-chileno. Naranjo y colaboradores definen allí cinco eventos de distinta naturaleza y magnitud y los ubican con cronologías absolutas: una oleada piroclástica ( $7030 \pm 70$  años  $C^{14}$  AP), un depósito de pómez de caída ( $1050 \pm 90$  años  $C^{14}$  AP), una emisión de lavas (febrero de 1837 -dato histórico-) y dos lluvias de material piroclástico (febrero de 1991 y noviembre de 1998). En la misma zona, trabajos geológicos sobre glaciario holocénico refuerzan los datos cronológicos de los autores citados anteriormente y presentan información breve sobre varios depósitos de lluvias de material piroclástico: un evento alrededor del año  $C^{14}$   $2610 \pm 70$  AP y dos a cinco eventos entre el año  $C^{14}$   $1250 \pm 70$  AP y el presente (Espizúa 2003, 2005).

También se ha constatado la existencia de *tefras* en algunos registros palinológicos y arqueológicos de las cuencas de los ríos Atuel y Salado. Para la Gruta del Indio (valle del río Atuel, en su curso extra-andino medio), se menciona la presencia de al menos dos niveles de ceniza volcánica: uno por encima de un fechado de  $8045 \pm 55$  años  $C^{14}$  AP y otro por debajo de un fechado de  $3840 \pm 40$  años  $C^{14}$  AP (D'Antoni 1980, 1983; Lagiglia 1977; Semper y Lagiglia 1968). En la sección de una turbera estudiada por Markgraf (1983) en las nacientes del río Salado, se descubrieron dos niveles de cenizas volcánicas que se ubicarían alrededor de los años  $C^{14}$  3600 y 2500 AP.<sup>1</sup>



**Figura 2.** Ambiente volcánico del sur mendocino. Al fondo volcán Payén o Payún Liso (Fotografía de Raúl Mikkan).

En Neuquén, Fernández (1992-1993) efectuó un estudio sistemático de niveles de ceniza correspondientes al Holoceno, con la intención de contrastar las propuestas tefrocronológicas pan-patagónicas de Auer (1950; entre otros). En ese trabajo, Fernández (1992-1993) destaca la importancia que tiene para la arqueología el estudio de *tefras* y advierte sobre la inconveniencia de utilizar los modelos de Auer en Patagonia septentrional. En estos modelos, se consideraron muchos

menos focos volcánicos de los existentes realmente y se propuso un número de eventos menor del que se percibe en los registros. Las cronologías absolutas obtenidas por Fernández (1992-1993), que no coinciden en su mayor parte con las de Auer, demuestran que esos eventos fueron más frecuentes y que tuvieron en muchos casos influencias más restringidas. Unos años antes del trabajo de Fernández (1992-1993), Stern (1990, 2008) publicó un estudio sobre las mayores erupciones explosivas holocénicas ocurridas en Patagonia meridional. Allí también se aportaron pruebas que invalidan la propuesta pan-patagónica de Auer.

La investigación arqueológica desarrollada desde la década de los 80 por uno de los autores de este trabajo, ha permitido registrar una serie de lluvias de material piroclástico en sitios arqueológicos del curso medio del valle del río Grande (Durán 2000, 2002; Peña *et al.* 2003; entre otros). La descripción, articulación con nuevos datos y discusión de aquellos resultados se hará en las secciones siguientes de este trabajo.

#### ANTECEDENTES DE ESTUDIOS REFERIDOS AL POBLAMIENTO HUMANO DEL SUR DE MENDOZA

En el momento de la conquista española, sociedades de cazadores-recolectores habitaban los distintos ambientes del sur de la provincia de Mendoza. La documentación de los primeros siglos de contacto uniforme a estas sociedades bajo el nombre de *puelches* (gente del oeste en lengua *mapudungun*<sup>2</sup>). Se trataba de grupos adaptados a los ambientes de estepa patagónica, propios de la planicie oriental, que tenían una alta movilidad y mantenían vínculos y redes de intercambio con sociedades de ambas vertientes cordilleranas, de las llanuras orientales y del norte de Mendoza (Durán 2000; Michieli 1978; Prieto 1989; entre otros).

Los orígenes de estas sociedades se remontan al límite Pleistoceno-Holoceno (12.000-10.000 años AP), cuando se produce la exploración y colonización<sup>3</sup> inicial de algunas regiones del área por parte de cazadores-recolectores. El registro arqueológico de este período es escaso (un solo sitio ubicado en el valle del río Atuel en su sección extra-andina) y sugiere para esas sociedades áreas de explotación muy amplias (García 2003; Lagiglia 1977, 1997; Neme y Gil 2008; entre otros).

El fin del Holoceno temprano (9000-8000 años AP) y el inicio del Holoceno medio (8000-7000 años AP)

muestran, en cambio, una mayor cantidad de registros tanto en ambientes cordilleranos como de la planicie oriental. Se han descubierto sitios en cuevas, con fechados radiocarbónicos correspondientes a ese período, en los valles de los ríos Grande y Atuel (Gambier 1985; Neme 2007) y en La Payunia -planicie oriental- (Gil 2006). También aparecen en distintos ambientes de la región numerosos registros superficiales atribuibles por tipología de artefactos líticos a ese tiempo, pero que no cuentan con cronologías absolutas (Lagiglia 1977). Para este lapso, se mantiene la idea de sociedades con una alta movilidad, que podían incluso estar haciendo un aprovechamiento de ambientes y recursos de ambas vertientes de la cordillera (Gambier 1985; Massone *et al.* 1994).

Durante el resto del Holoceno medio (7000-4000 años AP), parecen haberse abortado en la región los procesos de colonización iniciados. Sólo se cuenta con dos registros de alrededor del año 5500 AP para las cuencas cordilleranas de los ríos Salado y Atuel. Se ha propuesto que esta disminución drástica de registros está directamente vinculada con una crisis ambiental provocada por el aumento de la aridez que caracteriza al período, siendo los ambientes de las planicies orientales los más afectados por este fenómeno (Gil 2006; Neme y Gil 2008).

Para la primera mitad del Holoceno tardío (4000-2000 años AP), se han obtenido registros que parecen corresponder a una nueva etapa de colonización. Predominan claramente los de ambientes cordilleranos -valles de los ríos Grande, Salado y Atuel- (Campos *et al.* 2006; Durán 2002; Neme 2002, 2007) sobre los extra-cordilleranos -sólo un contexto funerario en Gruta del Indio- (Lagiglia 1997). También en este caso, podría tratarse de grupos humanos con una alta movilidad y un conocimiento acabado de los recursos de cada ambiente (Durán *et al.* 2004).

Hacia los años 2000-1000 AP, se produce una transformación en las sociedades que ocupaban el sur de Mendoza. Se ha planteado que los cambios en los patrones de asentamiento y modos de subsistencia observados en los registros arqueológicos de la región pueden indicar una intensificación en la explotación de recursos. De acuerdo con esta propuesta, como consecuencia de un aumento demográfico y de la territorialidad, se había entrado en una etapa de ocupación efectiva del espacio, en la cual se necesitó incorporar nuevas tecnologías para hacer un aprovechamiento más intensivo de los recursos del ambiente. Una situación de saturación del espacio habría obligado a



ocupar entonces ambientes con una oferta menor: los sectores más áridos de la Planicie oriental y las tierras altas de la cordillera (Gil 2006; Neme 2002, 2007; Neme y Gil 2008; entre otros).

Con una orientación semejante se ha planteado que, al aumentar la territorialidad y disminuir el tamaño de los territorios, pudo darse la adaptación de algunos grupos a los ambientes patagónicos orientales y de otros a los pedemontanos y cordilleranos de ambas vertientes de los Andes, funcionando en algunos casos los ríos como límites inter-étnicos (Durán 2000, 2002).

Sobre estos temas Borrero (2002) asume una posición distinta al dudar de que se haya dado un proceso de intensificación. Según el mismo autor, los registros cordilleranos y extra-andinos del sur de Mendoza reflejarían sistemas basados en una alta movilidad, por lo que considera que la saturación del espacio propuesta puede haber sido confundida con una ampliación de rangos.

### RESULTADOS ALCANZADOS DESDE LA GEOARQUEOLOGÍA

Del modelo elaborado sobre el poblamiento humano de la región, se tomaron dos problemas que se consideraron relacionados con la actividad volcánica holocénica: el despoblamiento de amplios espacios de la planicie oriental durante el Holoceno medio y la ocupación tardía de ambientes marginales durante la segunda mitad del Holoceno tardío. Para verificar si pudo haber sido el volcanismo una de las causas o la causa principal de la presencia de esos patrones en el registro arqueológico, se propuso un plan de trabajo que incorporó las siguientes actividades: 1) realizar un estudio geomorfológico de una zona representativa del volcanismo de retro-arco (Complejo Volcánico Payún Matrú); 2) fechar con métodos absolutos los eventos volcánicos identificados en La Payunia; 3) ubicar depósitos de lluvias de material piroclástico, vinculadas al volcanismo de arco; 4) fechar con métodos absolutos los materiales volcánicos encontrados en secuencias estratigráficas arqueológicas y geológicas; 5) realizar la caracterización química de las lluvias de material piroclástico encontradas en depósitos sedimentarios arqueológicos y geológicos; 6) cuantificar el impacto sobre el ambiente de los eventos volcánicos identificados; y 7) inferir las consecuencias de esas catástrofes naturales sobre el poblamiento humano de la región.

### Volcanismo de retro-arco. Actividad magmática en La Payunia

El objetivo principal de este estudio fue realizar un levantamiento geomorfológico detallado del Complejo Volcánico Payún Matrú para comprender la génesis y evolución de las formas, establecer sus diferentes edades, caracterizar los procesos que hoy las modelan e inferir el impacto de los eventos que generaron esas geoformas.

Los volcanes se presentan en el paisaje de la provincia de Mendoza: alineados de norte a sur en la cordillera, aislados en los piedemontes o concentrados en la región de la Payunia al sureste del territorio provincial. La Payunia, denominada también *Payenia*, abarca una superficie aproximada de 30.000 km<sup>2</sup>, colindando al oeste con el curso del río Grande, al sur y este con las provincias de Neuquén y La Pampa, respectivamente, y al norte con la depresión de la laguna de Llanquanelo (Mikkan 2007). Es uno de los campos volcánicos más importantes del planeta, ya que presenta un elevado número de conos, dilatadas coladas de lava y extensos campos de escoria. Estas geoformas atestiguan una actividad magmática intensa desde el Terciario hasta épocas recientes, producto de un volcanismo de retro-arco que es consecuencia del encuentro entre las placas de Nazca y Sudamericana (Bermúdez 1993; González Díaz 1969, 1970, 1972, 1979; Llambías 1966; Mikkan 2007; entre otros).

El relieve de Payunia presenta ambientes contrastados. Al norte domina el paisaje un Macizo Antiguo compuesto por rocas paleozoicas y rejuvenecido por la tectónica andina, conjuntamente con morfologías derivadas de una actividad volcánica terciaria cuyo mayor exponente es el volcán Zaino (2050 msnm). El resto de Payunia, a excepción de dos enclaves pleistocénicos (el cono del volcán Payún Liso -3680 msnm- y el domo primitivo del volcán Payún Matrú -3715 msnm-), muestra un modelado que responde a una actividad magmática holocénica (Mikkan 2007).

La actividad volcánica del Holoceno comienza en el sector norte de Payunia y al oriente del núcleo original del volcán Payún Matrú, manifestándose a través de conos monogénicos basálticos (*cinder cones*) y extensas coladas básicas tipo *pahoehoe* que generaron un gran campo volcánico oriental. Los conos más importantes de la zona son los llamados Guadalosos (2000 msnm), con formas de herradura o anulares, emisión de coladas basálticas y asociados a una actividad relacionada con fracturas que parten del Payún

Matrú desde el volcán Morado Alto (adventicio) hacia el este. Las escorias de dichos conos fueron datadas por termoluminiscencia y arrojaron una edad de  $6900 \pm 650$  años TL AP (UCTL 1642).

La actividad holocénica continuó con la formación de la caldera del volcán Payún Matrú, que mide 8,5 km en su eje este-oeste y 9 km en el norte-sur. Se encuentra confinada lateralmente por alturas irregulares como la Nariz del Payún y las Puntas Media y Sur, que superan los 3500 msnm y son los restos del domo primitivo. La caldera se formó por un proceso de “vaciamiento”, acompañado por una violenta expulsión de material de tipo ignimbrítico. Las ignimbritas tienen una amplia distribución sobre el área que circunda al volcán. Alcanzan los 40 km de distancia desde el borde de la caldera, originando importantes campos que nivelan superficies y rellenan valles y depresiones. Se estima que la nube ardiente producida durante la generación de la caldera arrojó un volumen de material de  $40 \text{ km}^3$  (Serris de Canosa 1948). La datación de estas ignimbritas arrojó una edad de  $4860 \pm 400$  años TL AP (UCTL 1390).

Posteriormente, a partir de fracturas, nuevas coladas de basaltos se hacen presentes en el área, escalonándose sobre lavas anteriormente depositadas en el sector oriental del Matrú. A su vez, por el occidente del mencionado volcán, se estructuran conos monogenéticos con coladas *pahoehoe* y *aa* asociadas. Esta actividad se produjo hace  $4670 \pm 450$  años TL AP (UCTL 1641), según dataciones efectuadas sobre escorias recolectadas de los conos.

La actividad magmática siguió con explosiones que arrojaron pómez dentro de la caldera y sobre los flancos occidentales del Payún Matrú  $-3700 \pm 300$  años TL AP (UCTL 1389)- y luego con la emisión de coladas traquíticas que fluyeron por las vertientes y formaron los relieves ácidos más extensos de Payunia. Sus rocas fueron datadas por TL, registrándose una edad de  $3400 \pm 300$  años TL AP (UCTL 1640).

Una vez depositadas las pumitas, otro acontecimiento eruptivo se manifiesta a través de la emisión de bombas traquíticas, algunas de considerable tamaño. Las mismas fueron datadas, arrojando una edad de  $1705 \pm 170$  años TL AP (UCTL 1763b).

Por tercera vez, en la evolución del volcán Payún Matrú y sus relieves asociados se produce la emisión de basaltos acompañados de piroclastos. Se generan en dos episodios. En el inicial, se destacan coladas tipo *aa* provenientes de erupciones fisurales ubicadas

al pie del volcán, tanto en su sector oriental como occidental. El segundo evento hace su aparición a través de fisuras, desarrollándose conos monogenéticos y lavas *aa* y en “bloque” en los sectores orientales y occidentales. Al occidente, se edifica el volcán Santa María con su enorme colada denominada Escorial de la Media Luna (de 16,5 km de longitud). Las escorias del Santa María fueron datadas y arrojaron una edad de  $1470 \pm 120$  años TL AP (UCTL 1643).

Después de un periodo de quietud, se establece un nuevo ciclo magmático en las proximidades de los bordes de la caldera del Payún Matrú. Esto genera una gran cantidad de coladas dómicas y bulbos lávicos que marginan la caldera por el oeste y sur. Las traquitas pertenecientes a las coladas dómicas fueron datadas por TL, arrojando una antigüedad de  $445 \pm 45$  años AP (UCTL 1763). La misma edad se interpreta para los bulbos mencionados anteriormente.

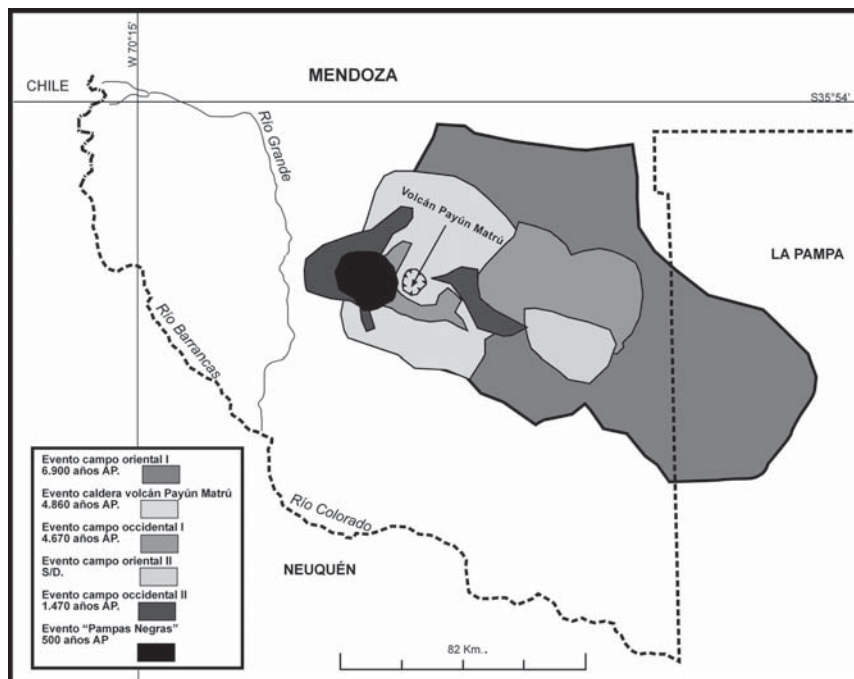
Por último, el campo de lapillis denominado “Pampas Negras” se relaciona con las erupciones más recientes. Son materiales de color negro eyectados desde el volcán Morado Sur, situado en el sector occidental de Payunia. Su distribución de suroeste a noreste fue condicionada por el viento en el momento de la erupción y el espesor varía desde centímetros a metros según la topografía y la cercanía al aparato emisor. Estos lapillis fueron datados mediante TL, arrojando una edad de  $515 \pm 50$  años AP (UCTL 1391).

En suma, La Payunia se caracteriza por formas del relieve producto de una actividad magmática de retroarco muy intensa y extendida en el tiempo. Se pueden encontrar desde relieves elaborados a partir de rocas volcánicas paleozoicas rejuvenecidas, pasando por formas derivadas de erupciones terciarias y finalizando en modelados correspondientes a erupciones pleistocénicas y holocénicas. Las erupciones holocénicas se produjeron a lo largo de fracturas donde se dispusieron los centros eruptivos principales y cientos de conos monogenéticos esparcidos por toda la superficie con sus coladas de lava. Estos eventos afectaron de distinta forma el ambiente, ya sea a través de los mecanismos efusivos o el depósito de los piroclastos emitidos por los paroxismos explosivos.

En la Tabla 1 y en la Figura 3 se ubican cronológicamente y cuantifican las superficies afectadas por los eventos volcánicos mencionados. Dentro de ellos, se destacan claramente los ocurridos durante el Holoceno medio (Campo Oriental I, Caldera del Payún Matrú y Campo occidental I y oriental II). El primero

Edad (años AP) TL	Nombre del evento	Superficie afectada	Tipo
445 ± 45	Coladas dómicas del Matrú		Efusivo-traquitas +
515 ± 50	Pampas Negras	1000 km <sup>2</sup>	Explosivo-lapillis *
1470 ± 120	Campo occidental II	1500 km <sup>2</sup>	Efusivo basáltico *
Sin datar	Campo oriental III		Efusivo basáltico *
1705 ± 170	Bombas de la Caldera del Matrú		Explosivo +
3400 ± 300	Traquitas del Matrú		Efusivo +
3700 ± 300	Pómez del Volcán Payún Matrú		Explosivo +
4670 ± 450	Campo occidental I y oriental II	1600 km <sup>2</sup>	Efusivo basáltico +
4860 ± 400	Caldera del Payún Matrú	2000 km <sup>2</sup>	Explosivo-ignimbritas *
6900 ± 600	Campo oriental I	14.000 km <sup>2</sup>	Efusivo basáltico *

**Tabla 1.** Cronología y características de los eventos eruptivos del Holoceno en la Región Volcánica La Payunia. \* Evento de amplia dispersión. + Evento local.



**Figura 3.** Distribución espacial y cronología de los eventos holocénicos correspondientes al Complejo Volcánico Payún Matrú.

abarcó una superficie de más de 14.000 km<sup>2</sup>, casi la mitad de La Payunia, al expulsar coladas de lava que impactaron especialmente las laderas orientales del Complejo Volcánico. Amplios espacios se cubrieron de espesos mantos basálticos, lo que debió afectar en forma catastrófica las comunidades vegetales y animales preexistentes. A esa destrucción directa y masiva deben sumarse los efectos producidos por los incendios en las zonas adyacentes, sobre las que se desarrollaba una estepa arbustiva sumamente sensible a estos fenómenos.

Los siguientes eventos del Holoceno medio, uno de naturaleza explosiva y el otro efusiva, generaron un enorme flujo de material piroclástico o nube ardiente y lenguas de lava que se desplazaron sobre los faldeos orientales y occidentales del volcán, provo-

cando efectos sobre el ambiente semejantes a los descritos en el caso anterior.

Luego durante el Holoceno tardío los eventos se hacen de menor magnitud y afectan sobre todo las laderas occidentales del Complejo Volcánico. Si bien son menores que los del período anterior, de todos modos impactan grandes extensiones de terreno, que se cubren con mantos de lava y depósitos de caída. Algunos de estos paisajes tienen aún hoy una cubierta vegetal pobre y esparcida en forma de parches.

### **Volcanismo de arco. Ubicación cronológica y caracterización química de tefras y de posibles focos de emisión**

En cuevas de la región cordillerana y pedemontana del sur mendocino, la presencia de material piroclástico es prácticamente constante en los sedimentos que contienen restos de origen humano (Durán 2000). En general, se trata de lapillis muy erosionados, retransportados por el viento y mezclados con arenas y limos de otros orígenes. Pero en algunos de esos sitios arqueológicos y en otros geológicos se han depositado *tefras* que permiten determinar las cronologías y magnitudes de los eventos volcánicos explosivos que las produjeron. En busca de este tipo de registros paleoambientales se ha trabajado especialmente sobre la cuenca media del valle del río Grande, ubicándose allí tres sitios con niveles de lluvias de material piroclástico estratificados: Escuela de El Manzano (EEM), Cañada de Cachi-01 (CC) y Caverna de Las Brujas (CLB). El primero es un depósito geológico a cielo abierto, el segundo un alero con depósitos arqueológicos y el tercero una caverna profunda con depósitos arqueológicos en su boca y geológicos en su interior (Durán 2002).

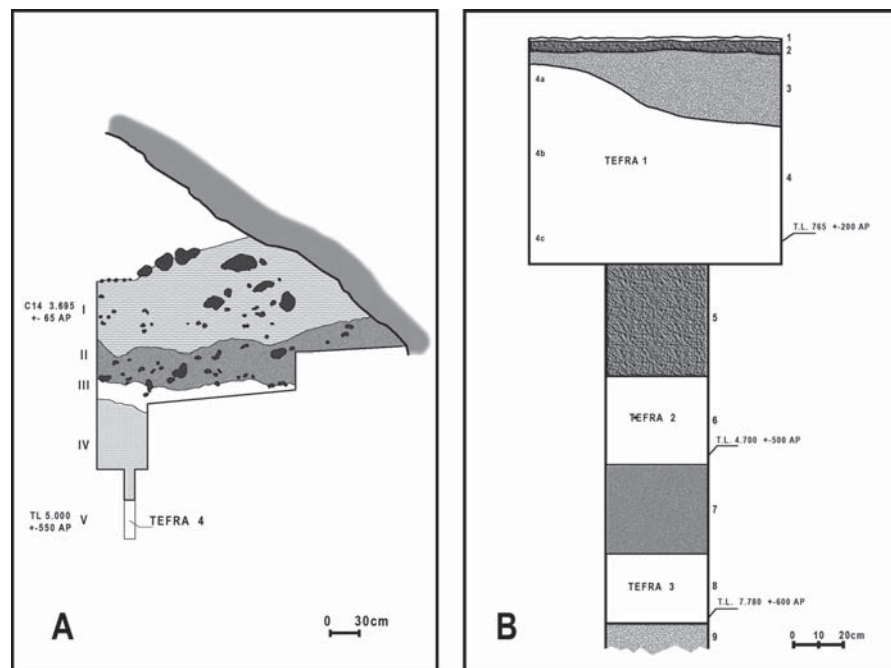
Un corte del camino de acceso a la escuela y hostería del Manzano ha dejado al descubierto un manto de lapillis y cenizas de más de tres metros de espesor. Sobre el mismo, se desarrolla una capa de sedimentos areno-limosos, de color pardo, que soporta una cobertura vegetal compuesta por arbustos de pequeño porte y herbáceas. Se desconocen los límites precisos de este depósito volcánico, que cubre varias hectáreas de la margen derecha del arroyo del Manzano. Por el tipo de estratificación, tamaño de los clastos y escaso grado de erosión de los mismos, se ha inferido que la formación del depósito fue rápida y que el foco emisor pudo haber estado relativamente cerca.

La visibilidad y magnitud de este depósito volcánico hicieron que fuera el primero en ser estudiado al iniciarse los trabajos en la década de los 90 (Durán 2000). Para ubicarlo cronológicamente en forma directa, se decidió probar el método de termoluminiscencia. Este método no había sido utilizado hasta entonces con ese propósito en Argentina y tampoco en Chile, pero sí en otros países (Berger y Davis 1992; entre otros). Para hacer este tipo de análisis se trabajó desde entonces con el Dr. Álvaro Román del Laboratorio de Radioactividad y Termoluminiscencia, de la Facultad de Física, de la Pontificia Universidad Católica de Chile. El fechado obtenido ubica a este evento en el año TL 7195  $\pm$  200 AP (UCTL 961) y lo hace relativamente contemporáneo a los primeros registros de ocupaciones humanas del valle del río Grande (Gambier 1985).<sup>4</sup>

Para probar la fiabilidad del método se decidió fechar un mismo evento mediante termoluminiscencia y radiocarbono. En el sitio arqueológico Cañada de Cachi-01 (Durán 2000), ubicado a menos de 3 km de EEM, se descubrió a 115 cm de profundidad una capa homogénea de cenizas y lapillis de alrededor de 10 cm de espesor. La misma se depositó entre dos niveles arqueológicos, que ubican a este evento dentro de un período comprendido entre los años  $C^{14}$  3200  $\pm$  120 (LP 405) y 2260  $\pm$

120 AP (LP 410). Se obtuvieron también directamente de la *tefra* (CC) dos fechados por termoluminiscencia de: 2580  $\pm$  250 años AP -575 AC- (UCTL 1948) y 3060  $\pm$  300 años AP -1055 AC- (UCTL 1949). Estos resultados, al ser concordantes con los radiocarbónicos, aseguran la validez del método.

Caverna de Las Brujas es el sitio que ofrece la secuencia más completa de este tipo de evento volcánico. Se trata de una cueva de origen *kárstico* (Peña y Sancho 2001) en donde se efectuaron excavaciones en su boca y en uno de sus espacios internos mayores: La Sala de La Virgen (Durán y Altamira 2001; Peña *et al.* 2003). A lo largo del Holoceno, esta sala ha actuado como una trampa de lluvias de material piroclástico. Bajo una rajadura que presenta en su techo, se ha generado un depósito de más de 2,50 m de profundidad con tres niveles de *tefras* (Figura 4 B). Éstas fueron fechadas por TL, obteniéndose los siguientes resultados: *tefra* CLB-T1 -80 cm de espesor- (765  $\pm$  200 años AP -UCTL 1171-), *tefra* CLB-T2 -35 cm de espesor- (4700  $\pm$  500 años AP-UCTL 1169-) y *tefra* CLB-T3 -30 cm de espesor- (7780  $\pm$  600 años AP-UCTL 1170-). Los estratos intercalados no presentaban restos de ocupaciones humanas. En cambio, sobre la línea de goteo de la boca de la caverna se obtuvo un registro arqueológico de alrededor de 2 m de potencia (Campos *et al.* 2006), que se asienta sobre la *tefra* CLB-T4, de al menos 30 cm de espesor (Figura 4 A). De la misma proviene un fechado por TL de 5000  $\pm$  550 años AP (UCTL 1787).



**Figura 4.** Secuencia de *tefras* de Caverna de Las Brujas. A- Boca de ingreso y B- Sala de La Virgen.



Al haberse obtenido la ubicación cronológica de aquellos eventos, se intentó definir el grado de impacto de los mismos sobre el ambiente. Para ello, se hizo necesario localizar los focos de emisión de esas lluvias de material piroclástico. Se avanzó entonces sobre la caracterización química de las *tefras* fechadas y de un conjunto de muestras de lapillis, pómez e ignimbritas de origen explosivo provenientes de volcanes ubicados en la Cordillera del Límite. Sobre las muestras de *tefras* se efectuaron análisis por Activación de Neutrones (INAA) y por Fluorescencia de Rayos X (XRF) y sobre las de lapillis, pómez e ignimbritas próximas a volcanes sólo XRF. Estos estudios fueron realizados por el Dr. Michael Glascock del Missouri University Research Reactor (MURR).

Las Tablas 2 A y 2 B muestran los resultados del análisis de elementos traza efectuado sobre las *tefras* fechadas. En lo que hace al INAA, al contarse únicamente con muestras de una fuente de obsidiana analizada con el mismo método (Durán *et al.* 2004), sólo puede afirmarse con confianza que la *tefra* CC proviene de algunos de los volcanes ubicados en las proximidades de la laguna del Maule. Al tener en cuenta esta deficiencia de información sobre focos de emisión para INAA, se trabajó preferentemente sobre los datos de XRF. Estos permiten agrupar las *tefras* en dos conjuntos, con algunas diferencias internas. Uno incluye a EEM, CC y CLB-T1 y el otro a CLB-T2, T3 y T4.

Muestra	Ba	La	Lu	Nd	Sm	U	Yb	Ce	Co	Cs	Eu	Fe	Hf	Rb	Sb
CC	539,2	32,2958	0,2785	20,7165	4,4086	5,6499	1,9555	63,5060	0,3178	4,5610	0,7000	7094,5	4,7959	148,00	0,2724
EEM	443,7	24,7701	0,2832	13,0912	3,2836	7,4796	1,5348	47,9086	0,7258	6,6192	0,4000	6581,9	3,5513	181,73	0,3691
CLB-T2	410,3	21,8916	0,3444	22,0201	3,7227	2,5801	1,9482	45,6366	2,6668	4,3824	0,8000	17886,7	5,8506	84,62	0,4517
CLB-T1	521,1	23,4654	0,3008	14,7521	3,0056	7,5502	1,4463	46,1656	0,4491	6,2150	0,4000	5735,5	3,4628	174,58	0,2995
CLB-T3	391,2	20,7492	0,2888	18,5540	3,2484	3,3825	1,6646	42,1902	1,4390	5,0801	0,7000	14635,4	5,1879	97,45	0,4461

Muestra	Sc	Sr	Ta	Tb	Th	Zn	Zr	Al	Cl	Dy	K	Mn	Ma	Fuente	Cronología
CC	2,3301	75,60	0,9410	0,4535	19,5826	37,05	173,46	72704,3	884,1	2,5535	35089,9	554,49	31763,4	ML	3000 AP
EEM	2,2426	87,86	1,0509	0,3928	23,0082	21,99	124,38	66138,2	746,9	1,8536	37050,4	382,36	26189,2		7200 AP
CLB-T2	3,7316	212,03	0,4812	0,5218	8,7712	72,91	179,37	80341,7	969,2	2,0617	26436,6	797,27	37923,6		4700 AP
CLB-T1	1,9815	75,57	1,0090	0,3695	22,2817	20,77	129,38	58251,3	761,9	2,0345	38675,1	370,79	25308,2		760 AP
CLB-T3	2,9647	200,24	0,5245	0,4379	10,2392	59,90	174,99	77306,1	896,8	2,0790	27628,5	675,75	34055,2		7780 AP

**Tabla 2 A.** Análisis de Elementos Traza por Activación de Neutrones. CC: Cañada de Cachi, EEM: Escuela El Manzano, CLB: Cueva de Las Brujas, T1 a 3: *tefras* 1 a 3, ML: Laguna del Maule.

Tefra	K	Ti	Mn	Fe	Zn	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Fuente
EEM	34654,0	1396,6	456,2	9778,6	72,5	8,0	166,9	132,0	23,3	149,0	9,5	¿ML?
CC	39373,9	1194,3	614,5	8311,7	64,3	15,7	139,1	127,9	21,9	169,8	17,3	ML
CLB-T1	39685,5	969,2	396,1	6582,6	30,6	18,6	179,9	118,0	20,6	129,6	9,2	¿ML?
CLB-T2	35465,5	3075,9	1011,9	18609,1	255,7	2,1	96,6	475,7	25,2	570,4	23,1	¿QZP?
CLB-T3	31507,2	2447,6	770,4	14384,9	177,8	2,1	113,0	450,6	18,5	425,6	18,2	¿QZP?
CLB-T4	31591,3	2388,0	894,5	23096,8	502,0	2,1	95,5	603,3	21,3	1204,8	11,9	¿QZP?

**Tabla 2 B.** Análisis de Elementos Traza por Fluorescencia de Rayos X. CC: Cañada de Cachi, EEM: Escuela El Manzano, CLB: Cueva de Las Brujas, T1 a 4: *tefras* 1 a 4, ML: Laguna del Maule, QZP: volcán Quizapu.

Para intentar determinar los focos de emisión de lluvias de material piroclástico, se realizó un muestreo de lapillis, pómez e ignimbritas en las proximidades de los volcanes Munizaga (Complejo Volcánico Laguna del Maule) y Planchón/Peteroa. También se analizaron tres muestras correspondientes a la erupción de 1932 del volcán Quizapu. Estas muestras fueron recolectadas sobre la vertiente oriental: una a 50 km (TPD-1), otra a 110 km (LNC-1) y la última (CT-1) a 140 km del foco de emisión. En las Tablas 3 A, 3 B y 4 se exponen los resultados del análisis por XRF. La caracterización química obtenida separa claramente las muestras de cada volcán (Figura 5) y permite asignar en forma tentativa las *tefras* EEM, CC y CLB-T1 al Complejo Volcánico Laguna del Maule y las CLB-T2, T3 y T4 al grupo de volcanes Descabezado Grande/Azul/Quizapu (QZP). En la Tabla 4, se ha incorporado el análisis de una muestra proveniente de una *tefra* del sitio Gruta del Indio (GI-M154). Los resultados obtenidos le otorgan una afinidad mayor con el foco QZP. Lo mismo ocurre con la muestra VP-S1, tomada de un sitio arqueológico ubicado en los faldeos del volcán El Planchón y que ha sido parcialmente cubierto por la lluvia de material piroclástico de 1932.

Al haberse definido estos dos focos de emisión posibles para el conjunto de *tefras* analizadas, para intentar inferir la magnitud de los impactos de estos eventos se tuvo en cuenta el espesor de las *tefras* y la distancia entre cada depósito y su foco (Tabla 5).

Cinco de las siete *tefras* parecen corresponder a catástrofes de gran importancia, algunas de ellas posiblemente superiores a la erupción del Quizapu del año 1932, considerada de magnitud IEV 5 (la máxima registrada para eventos volcánicos históricos en Chile). En el conjunto analizado se destaca con claridad el evento EEM de hace aproximadamente 7200 años. Los casi 3 m de espesor de este depósito, ubicado a aproximadamente 60 km del foco de emisión (Complejo Volcánico de

Muestra	K	Ti	Mn	Fe	Zn	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Cronología
VP-1	42478,0	1691,9	382,0	11731,7	82,2	18,7	197,2	135,7	33,6	375,0	12,4	1050 C <sup>14</sup> AP
VP-2	45510,1	2304,4	463,5	15299,2	136,1	17,5	206,0	198,3	38,0	549,7	16,8	1050 C <sup>14</sup> AP
AV	41922,3	1569,5	316,1	10697,9	73,5	19,5	207,8	135,0	31,6	355,6	13,4	
VP-3	20073,5	10644,1	2057,7	59637,3	2534,5	2,1	69,9	20,4	31,9	2878,5	25,3	7030 C <sup>14</sup> AP
VP-S1	25459,1	6113,8	946,3	28929,9	578,8	2,1	88,6	1307,9	19,1	1512,7	15,4	Siglo XX

**Tabla 3 A.** Análisis de Elementos Traza por Fluorescencia de Rayos X. Muestras de depósitos próximos a los volcanes Peteroa y El Planchón.

Muestra	K	Ti	Mn	Fe	Zn	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Nb
VM-1	36986,2	1243,7	577,8	8472,1	78,2	14,2	154,0	84,8	22,9	188,7	16,7
VM-2	37288,8	1278,0	651,3	8714,4	79,8	14,1	164,6	105,2	25,0	197,1	16,0
VM-3	37345,0	1178,8	626,0	8192,4	61,8	15,7	160,3	107,6	24,0	201,4	13,8
VM-4	36186,2	1126,6	556,0	7579,9	69,0	14,4	155,4	82,5	22,8	161,0	15,0
PP-133	37625,8	1073,7	553,4	7464,3	59,8	15,6	156,6	84,3	23,4	155,3	15,1
PP-TUC	23835,6	1165,2	475,7	8034,4	87,1	2,1	104,2	107,5	19,0	102,4	10,8

**Tabla 3 B.** Análisis de Elementos Traza por Fluorescencia de Rayos X. Muestras de depósitos próximos al Complejo Volcánico Laguna del Maule.

Muestra	K	Ti	Mn	Fe	Zn	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Cronología
TPD-1	31824,9	2985,6	689,2	16245,4	205,6	2,1	120,9	736,4	20,2	703,3	12,7	QZP-1932
LNC-1	27206,0	3985,8	572,5	15797,4	191,5	2,1	98,2	1338,5	12,4	937,6	11,8	QZP-1932
CT-1	23301,7	6193,3	865,4	22877,7	362,3	2,1	81,0	2053,8	7,5	1615,9	12,1	QZP-1932
GI-M154	29657,5	5165,0	931,1	25027,0	431,7	2,1	111,4	980,0	26,5	1098,6	21,7	3840 ± 40 C <sup>14</sup> AP
VP-S1	25459,1	6113,8	946,3	28929,9	578,8	2,1	88,6	1307,9	19,1	1512,7	15,4	Siglo XX

**Tabla 4.** Análisis de Elementos Traza por Fluorescencia de Rayos X. Muestras de depósitos geológicos y arqueológicos con fuente de origen posible en el volcán Quizapu. TPD-1: El Tapaderal (cuenca alta del río Grande); LNC-1: Loncoche (piedemonte oriental); CT-1: Cerro Trapal (Laguna de Llancañel); GI-M154: Gruta del Indio (valle del río Atuel); VP-S1: Volcán Peteroa-Sitio Arqueológico 1 (cuenca alta del río Valenzuela).

Tefra	Espesor	Distancia	Fuente	Cronología
CLB-T1	80 cm	65 km	ML	765 ± 200 años TL AP
CC	10 cm	60 km	ML	3060 ± 300 años TL AP
GI-M154	<5 cm	230 km	QZP	>3840 ± 40 años C14 AP
CLB-T2	35 cm	95 km	QZP	4700 ± 500 años TL AP
CLB-T4	>30 cm	95 km	QZP	5000 ± 550 años TL AP
EEM	300 cm	60 km	ML	7195 ± 200 años TL AP
CLB-T3	30 cm	95 km	QZP	7780 ± 600 años TL AP

**Tabla 5.** Espesor, distancia a los focos de emisión y cronología de las tefras analizadas.

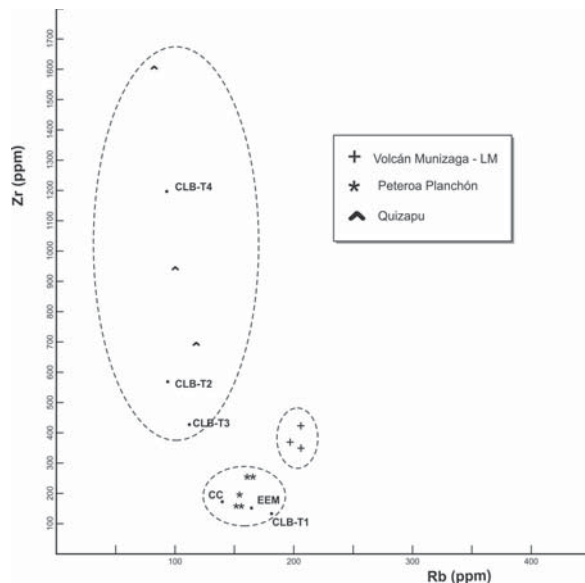
Laguna del Maule), permiten inferir que produjo afectaciones graves en los ambientes andinos y extra-andinos del sur de Mendoza. Consecuencias menores pero también de gran magnitud debieron generar: el evento anterior CLB-T3, que dejó depósitos de alrededor de 30 cm a 95 km de su foco (probablemente Complejo Descabezado/Quizapu), y tres posteriores del mismo complejo (CLB-T4, CLB-T2 y GI-M154). Es de interés destacar que estas catástrofes naturales corresponden al Holoceno medio y coinciden con un período que presenta una evidencia arqueológica mínima para ambientes de cordillera (Durán 2000; Neme 2007; Neme y Gil 2008).

De las tefras analizadas sólo dos se ubican en el Holoceno tardío (CC y CLB-T1). CLB-T1 corresponde a un mega-evento ocurrido hace alrededor de 700

años. El mismo dejó 80 cm de lapillis y cenizas a más de 65 km de su centro emisor ubicado en el Complejo Volcánico Laguna del Maule. Si bien el fechado tiene una desviación estándar que lo hace altamente impreciso, resulta llamativa su relativa coincidencia con un período sin registros arqueológicos para sitios de alta cordillera (Durán *et al.* 2006: 119, Figura 19). El área pudo haber visto afectada su productividad primaria al cubrirse de depósitos de caída, lo que debe haber afectado las economías de las sociedades de ambas vertientes, que hacían uso durante el verano de los recursos de los valles interandinos.

**DISCUSIÓN**

Se había planteado que es el objetivo principal de esta línea de investigación obtener información



**Figura 5.** Agrupación de muestras provenientes de volcanes y de tefras en base a la comparación de concentraciones en ppm de Zr y Sr. \* volcán Munizaga, + volcanes Peteroa/Planchón, y ^ volcán Quizapu.

geoarqueológica que permita contrastar algunas de las hipótesis generadas para explicar partes del proceso de poblamiento humano del sur de Mendoza. En lo referido a la escasez de evidencia arqueológica para el Holoceno medio, mantienen vigencia tres hipótesis que sostienen lo siguiente:

- A. Las planicies orientales se vieron particularmente afectadas por la aridez que caracteriza al período. Esto hizo que esos espacios no fueran atractivos para la ocupación humana. Por ello las sociedades que habían iniciado su exploración y colonización inicial se desplazaron hacia o permanecieron en otras regiones con mejores condiciones para la supervivencia (Gil 2002, 2006).
- B. La actividad volcánica holocénica provocó impactos de magnitud en distintos ambientes cordilleranos y especialmente en la Planicie Oriental (La Payunia). Estos eventos catastróficos afectaron en distinto grado el poblamiento humano de esos espacios (Durán 1997, 2002). Áreas de gran extensión permanecieron durante largos períodos de tiempo inhabilitadas para una ocupación humana recurrente.
- C. Existen más evidencias arqueológicas correspondientes a ese período, pero aún no se han encontrado.

La información geoarqueológica obtenida, tanto para las planicies orientales como para la cordillera, muestra claramente que se dio una mayor frecuencia de eventos volcánicos catastróficos durante el Holoceno medio (Tabla 6). Algunos de ellos tuvieron características extraordinarias, afectaron amplios espacios e incluso generaron nuevos ambientes. En lo que hace a las lluvias de material piroclástico, podría

considerarse que los períodos de recuperación de los ecosistemas afectados son relativamente rápidos, aún ante un evento de enorme amplitud como EEM, por lo que no explican un despoblamiento de milenios. Los estudios biológicos efectuados luego de la erupción de 1991 del volcán Hudson, en Patagonia meridional, son claros al respecto (Pearson 1994; Saba y de Lamo 1994; entre otros). Pero si se tiene en cuenta que estos eventos fueron recurrentes y que coincidieron con el impacto de enormes emisiones de lavas y flujos piroclásticos del Complejo Volcánico Payún Matrú (eventos: Campo Oriental I, Caldera del Payún Matrú y Campo Occidental I y Oriental II), cobra entonces fuerza la posibilidad de que haya sido el volcanismo la causa principal de la escasez de registros arqueológicos para este período, especialmente en las planicies orientales. Estas planicies sufrieron una modificación profunda. Se cubrieron con espesos mantos de lavas, ignimbritas y lluvias de material piroclástico (Mikkan 2007), por lo que se desestructuraron las comunidades vegetales y animales pre-existentes. A este empobrecimiento en la oferta de recursos contribuyeron también los largos ciclos de aridez que caracterizan al período (Zárate 2002; entre otros) y que pudieron hacer demorar por milenios la recuperación de la productividad.

Por lo expuesto se considera viable un modelo de poblamiento que compatibiliza las hipótesis A y B. En el mismo se asume que en las planicies orientales, a raíz del impacto del volcanismo y de la aridez, se abortó la etapa de exploración/colonización iniciada

en el Holoceno temprano (Gil 2006). Luego de un período de varios milenios de recuperación o de acomodamiento ambiental, se daría una nueva etapa de exploración/colonización al finalizar la segunda mitad del Holoceno tardío.

En cuanto a la hipótesis C, no puede des-

Períodos	Payunia (Mikkan 2007)	Río Grande (Durán 2000)	Volcanes Peteroa y Planchón (Naranjo y Haller 2002)	Río Salado (Markgraf 1983)	Río Atuel Gruta del Indio (Lagiglia 2001)	Total de eventos
Presente	TL 445 ± 45 TL 515 ± 50	QZP 1932 AD TL 765 ± 200	Siglos XIX y XX (3 eventos) < C <sup>14</sup> 1050 ± 90			8
1000 AP						
2000 AP	TL 1470 ± 120 TL 1705 ± 170					2
3000 AP				C <sup>14</sup> 2500<		
4000 AP	TL 3400 ± 300 TL 3700 ± 300 (2)	TL 3060 ± 300		2 eventos <3600		5
5000 AP	TL 4670 ± 450 TL 4860 ± 400	TL 4700 ± 500 TL 5000 ± 550			>C <sup>14</sup> 3840 ± 40	5
6000 AP						
7000 AP	TL 6900 ± 600 (2)					2
8000 AP		TL 7195 ± 200				
9000 AP		TL 7780 ± 600	C <sup>14</sup> 7030 ± 70		<C <sup>14</sup> 8045 ± 55	4
Total de eventos	11	6	5	2	2	26

**Tabla 6.** Distribución temporal y espacial de los eventos volcánicos mencionados en el texto. QZP: volcán Quizapu. TL: fechado por termoluminiscencia, años AP C<sup>14</sup>: fechado por radiocarbono, años AP. El número total de eventos para el período 1000 AP/Presente corresponde a los que se han analizado o discutido en el texto. El número real de eventos es mucho mayor. Por ejemplo, para el período 1846 DC al presente el grupo de volcanes Descabezado Grande/Azul/Quizapu registra 13 eventos (dos de ellos de la máxima magnitud: 1916 y 1932).

cartarse la posibilidad de que la ausencia de registros arqueológicos sea la consecuencia de la destrucción u ocultamiento de los mismos por acción de los eventos catastróficos descriptos. Esta posibilidad funcionaría tanto para las planicies orientales como para la cordillera. En este último ambiente hay que sumar a los eventos volcánicos la acción transformadora de los avances glaciares de la Primera Neoglaciación. Los trabajos de Espizúa (2003, 2005) muestran cómo fueron afectados por esos avances amplios espacios de la cuenca del río Valenzuela, que aparecen hoy cubiertos por vegas y con registros arqueológicos de la segunda mitad del Holoceno tardío.

El otro grupo de problemas al cual se busca contrastar con información geoarqueológica corresponde a la última mitad del Holoceno tardío. Para explicar el predominio de registros arqueológicos correspondientes a los últimos 2000/1000 años en La Payunia (Planicie oriental) y en las tierras altas de cordillera se han propuesto las siguientes hipótesis:

- D. La expansión humana que se dio, alrededor del 2000 o 1000 AP, hacia ambientes marginales fue la consecuencia de un aumento demográfico y de un proceso de intensificación, generado en áreas vecinas con recursos más ricos, en donde se había alcanzado una etapa de ocupación efectiva del espacio (Gil 2006; Neme 2007; Neme y Gil 2008; entre otros).
- E. La ocupación tardía de los espacios más áridos de las planicies orientales y de las tierras altas de cordillera puede no ser representativa de un proceso de intensificación sino de una ampliación de rangos de explotación de recursos (Borrero 2002).

Los datos geoarqueológicos y cronológicos admiten proponer la posibilidad de que haya sido recién alrededor del 2000 AP cuando el oriente de La Payunia se recuperó del impacto de las catástrofes volcánicas del Holoceno medio y alcanzó las características ambientales que hoy presenta y que lo hizo adecuado para una ocupación humana más recurrente. Siguiendo esta línea de razonamiento, no es necesario recurrir a la idea de que la colonización de las planicies orientales se inició al saturarse de población regiones próximas más productivas. Se considera, en cambio, que fue un condicionante externo a los sistemas socio-culturales lo que hizo que se reocuparan esos espacios (el haber alcanzado las planicies orientales una productividad semejante a la de regiones vecinas). En este sentido, la propuesta de Borrero (2002; Hipótesis E) sobre una ampliación de rangos en la explotación de recursos puede funcionar mejor para explicar su ocupación tardía.

En lo que hace a la problemática de las tierras altas de cordillera, es necesario discutir la validez de considerarlas ambientes marginales y de asumir que fue por ello que se ocuparon en forma tardía (Neme 2007). Su oferta estacional de recursos es fundamental para la supervivencia de sociedades con economías de caza y recolección y agro-pastoriles que complementan bienes provenientes de tierras altas, medias y bajas en ambientes andinos. La adaptación a este tipo de ambientes se basa en la complementación de recursos provenientes de distintos pisos altitudinales. Ninguno de estos pisos es marginal en relación a los otros, ya que la oferta de cada uno de ellos es imprescindible para el funcionamiento de las sociedades que viven en esos espacios. La recurrencia, a lo largo de todo el Holoceno, en el uso de fuentes de obsidiana ubicadas en tierras altas de cordillera prueba que estos ambientes fueron conocidos desde un principio (Durán *et al.* 2004) y que no parecen haber funcionado como una última opción, tanto para las sociedades de una como de la otra vertiente de la cordillera.

Si se está de acuerdo con lo anterior y se objeta la Hipótesis D, podría considerarse que la baja presencia de registros arqueológicos correspondientes al Holoceno medio y tardío inicial, en tierras altas de cordillera, es una consecuencia del ocultamiento o destrucción de los mismos por causas del volcanismo (Figura 6), avances glaciales o procesos erosivos o de depositación generados por agentes diversos. Cabe preguntarse entonces por qué el volcanismo de la última mitad del Holoceno tardío y los avances de la Segunda y Tercera Neoglaciación no afectaron del mismo modo los registros arqueológicos correspondientes a este período. Probablemente porque esos eventos fueron de menor magnitud, menos recurrentes



**Figura 6.** Valle del río Valenzuela. Recintos pircados cubiertos por una lluvia de material piroclástico fechada alrededor del año C<sup>14</sup> 1050 ± 90 AP (Fotografía de Víctor Durán).



y quizás, para el caso del volcanismo, más focalizados (con una posible excepción para el caso del evento CLB-T1). También debe tenerse en cuenta el menor tiempo transcurrido, lo que favorece la preservación y visibilidad de los registros más modernos. Visibilidad que se ve aumentada para sitios de la segunda mitad del Holoceno tardío, ya que se trata de conjuntos de estructuras habitacionales pircadas (Durán *et al.* 2006; Lagiglia 1999; Neme 2007).

## CONCLUSIÓN

Se han seguido en este trabajo perspectivas vinculadas a la arqueología ambiental (Dincauze 2000) o contextual (Butzer 1989) que consideran que para entender el funcionamiento y explicar los cambios de las sociedades humanas debe observárselas como partes de ecosistemas. Ecosistemas que deben ser abordados desde la óptica de una arqueología interdisciplinaria. Para la problemática específica del poblamiento humano del sur de Mendoza, se ha tenido especialmente en cuenta cómo pudo haber afectado el volcanismo holocénico a los ambientes de aquella región y, por ende, a sus ocupantes humanos.

A partir de estudios geoarqueológicos se ha demostrado la magnitud del volcanismo correspondiente al Holoceno medio y la manera en que afectó el mismo a los ambientes cordilleranos y de la planicie oriental. Durante ese período, enormes extensiones de terreno se vieron afectadas por eventos de tipo catastrófico. Se ha estimado que el impacto del volcanismo y de la aridez propia del período hizo que la recuperación de los ecosistemas afectados tomara lapsos de tiempo muy largos. Lo que podría explicar, en especial para La Payunia, la ausencia de registros arqueológicos del Holoceno medio y su ocupación posterior tardía. La información obtenida ha permitido discutir el modelo de poblamiento propuesto por Gil (2006) y proponer que fue recién alrededor del 2000 o 1000 AP cuando esos espacios alcanzaron características ambientales semejantes a las actuales.

En lo que hace a la problemática arqueológica de los ambientes altos de cordillera se ha discutido la idea de considerarlos marginales y que por ello se ocuparon en forma tardía (Neme 2007). Datos geoarqueológicos permiten proponer que la baja presencia de registros del Holoceno medio y tardío inicial puede estar relacionada con problemas de preservación vinculados a actividad volcánica y a los efectos de

los avances glaciares de la primera y segunda Neoglaciación. En lo que hace a los registros de la segunda mitad del Holoceno tardío, su predominio parece vincularse más a un problema de visibilidad, naturaleza y proximidad en el tiempo.

Se cree haber contribuido con información útil para entender la evolución de los ambientes del sur de Mendoza y discutir los cambios y continuidades de su proceso de poblamiento humano. Aunque se ha focalizado la atención sobre eventos volcánicos ocurridos en un pasado en apariencia lejano, se espera que este trabajo sirva también como una advertencia que empuje a planificar acciones tendientes a mitigar el impacto de catástrofes futuras.

## Agradecimientos

Esta investigación se ha desarrollado en el marco de proyectos de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Cuyo, del CONICET y de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (Proyecto N°14695, Convocatoria 2003). Al realizar los trabajos de campo se contó con la colaboración de la Dirección de Recursos Naturales del Gobierno de la Provincia de Mendoza y de la Gendarmería Nacional, agradecemos a estas instituciones especialmente. El diseño de las figuras corresponde a Diego Estrella y Gustavo Lucero. A Julio Ferrari, Martín Giesso, Carolina Mazzanti y a todos los amigos que nos ayudaron en los trabajos de campo y gabinete. Un agradecimiento último a los evaluadores, cuyos comentarios permitieron mejorar esta propuesta.

## REFERENCIAS CITADAS

- Abraham, E. y M. Prieto  
1993 Vulcanismo y Procesos de desertificación en el sur de Mendoza. La erupción del Quizapu en 1932 y sus efectos ambientales. *Actas de las Primeras Jornadas Nacionales de Vulcanología, Medio Ambiente y Defensa Civil (Malargüe, 1992)*: 45-53. Asociación Geológica de Mendoza, Buenos Aires.
- Auer, V.  
1950 Las capas volcánicas como base de la cronología postglacial de Fuegopatagonia. *Revista de Investigaciones Agrícolas III (2)*: 49-208.
- Berger, G. y J. Davis  
1992 Dating volcanic ash by thermoluminescence: test and application. *Quaternary International 13-14*: 127-130.

- Bermúdez, A. y D. Delpino  
1987 La provincia basáltica andino-cuyana (35°-37°L.S.) Argentina. *Actas del X Congreso Geológico Argentino* IV: 243-245. Tucumán.  
1990 La provincia basáltica andino cuyana. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* XLIV (1-4) (1989): 35-55.
- Bermúdez, A., D. Delpino, F. Frey y A. Saal  
1993 Los basaltos de retroarco extraandinos. En *Geología y Recursos Naturales de Mendoza. Relatorio*, editado por V. Ramos, pp. 161-172. XII Congreso Geológico Argentino, Buenos Aires.
- Borrero, L. A.  
1994-1995 Arqueología de la Patagonia. *Palimpsesto* 4: 9-69.  
2002 Arqueología y biogeografía humana en el sur de Mendoza (comentario crítico). En *Entre Montañas y Desiertos. Arqueología del Sur Mendocino*, editado por A. Gil y G. Neme, pp. 195-202. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- Butzer, K.  
1989 *Arqueología una ecología del hombre*. Ediciones Bellaterra, Barcelona.
- Campos, G., V. Cortegoso y C. Mazzanti  
2006 Estrategias tecnológicas y cambios en el uso de los recursos líticos. Caverna de Las Brujas, Malargüe, Mendoza. En *Arqueología y Ambiente de Áreas Naturales Protegidas de la Provincia de Mendoza*, editado por V. Durán y V. Cortegoso, pp. 33-52. Volumen especial de la Revista Anales de Arqueología y Etnología 61. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza.
- D'Antoni, H.  
1980 Los últimos 30.000 años en el sur de Mendoza (Argentina). III Coloquio sobre Paleobotánica y Palinología, *Memorias, INAH* 86: 83-103. México.  
1983 Pollen Analysis of Gruta del Indio. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 1: 83-103.
- Delpino, D.  
1987 Erupciones basálticas a través de fracturas en el retroarco andino (35°-36° L.S.), Mendoza Argentina. *Actas del X Congreso Geológico Argentino* IV: 233-237. Tucumán.  
1993 ¿Fue el sur mendocino similar a Hawaii? Evidencias del pasado para entender el presente. *Actas de las Primeras Jornadas Nacionales de Vulcanología, Medio Ambiente y Defensa Civil (Malargüe, 1992)*: 67-77. Asociación Geológica de Mendoza, Buenos Aires.
- Delpino, D. y A. Bermúdez  
1985 Volcán Plateado. Vulcanismo andesítico de retroarco en el sector extraandino de la provincia de Mendoza, 35° 42' Lat. Sur. Argentina. *Actas del IV Congreso Geológico Chileno* III: 108-119. Antofagasta.
- Dincauze, D.  
2000 *Environmental Archaeology. Principles and Practice*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Durán, V.  
2000 *Poblaciones Indígenas de Malargüe. Su arqueología e historia*. CEIDER Serie Libros N° 1, Mendoza.  
2002 Nuevas consideraciones sobre la problemática arqueológica del valle del río Grande (Malargüe, Mendoza). En *Entre Montañas y Desiertos. Arqueología del Sur Mendocino*, editado por A. Gil y G. Neme, pp. 87-102. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- Durán, V. y M. Altamira  
2001 Estudios arqueológicos en la Reserva Natural Caverna de Las Brujas (Malargüe, Mendoza). En *La Caverna de Las Brujas*, editado por R. Mikkan, pp. 89-118. Centro Interdisciplinario de Estudios Regionales, Mendoza.
- Durán, V., M. Giesso, M. Glascock, G. Neme, A. Gil y L. Sanhueza  
2004 Estudio de fuentes de aprovisionamiento y redes de distribución de obsidiana durante el Holoceno tardío en el sur de Mendoza (Argentina). *Estudios Atacameños* 28: 25-43.
- Durán, V., G. Neme, V. Cortegoso y A. Gil  
2006 Arqueología del Área Natural Protegida Laguna del Diamante (Mendoza, Argentina). En *Arqueología y Ambiente de Áreas Naturales Protegidas de la Provincia de Mendoza*, editado por V. Durán y V. Cortegoso, pp. 81-134. Volumen especial de la Revista Anales de Arqueología y Etnología 61. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza.
- Espizúa, L.  
2003 Holocene glaciers fluctuations in the south of Mendoza Andes, Argentina. Cuaternario y Geomorfología. *Actas del II Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología*: 87-92. San Miguel de Tucumán.  
2005 Holocene glacier chronology of Valenzuela Valley, Mendoza Andes, Argentina. *The Holocene* 17 (7): 1079-1085.
- Fernández, J.  
1992-1993 Las lluvias de ceniza volcánica postglaciales en el norte de la Patagonia. Sus efectos sobre el poblamiento humano prehistórico. Desacuerdos entre el C<sup>14</sup> y la escala tefrocronológica patagónica. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología* 14: 191-216.
- Gambier, M.  
1985 *La Cultura de los Morrillos*. Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo, San Juan.
- García, A.  
2003 *Los Primeros Pobladores de Los Andes Centrales Argentinos*. Zeta Editores, Mendoza.

- Gil, A.  
2002 El registro arqueológico y la ocupación humana de La Payunia. En *Entre Montañas y Desiertos. Arqueología del Sur Mendocino*, editado por A. Gil y G. Neme, pp. 103-118. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.  
2006 *Arqueología de La Payunia (Mendoza, Argentina)*. BAR International Series 1477. Archaeopress, Oxford.
- González Díaz, E.  
1969 Un puente natural en el ambiente lávico oriental del Volcán Payún Matrú, Provincia de Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina XXIV* (2): 85-89.  
1970 Rasgos morfológicos del área volcánica del cerro volcán Payún-Matrú. *Opera Lilloana XX*: 1-102.  
1972 Descripción geológica de la Hoja 30 d Payún Matrú, provincia de Mendoza. *Boletín* 130: 1-88. Dirección Nacional de Geología y Minería, Buenos Aires.  
1979 Descripción Geológica de la hoja 31 d (La Matancilla), Provincia de Mendoza. *Boletín* 173: 1-96. Servicio Geológico Nacional, Buenos Aires.
- Groeber, P.  
1928 Traslado del vulcanismo de la falda oriental de la cordillera hacia la ladera occidental. *GAEA. Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos III* (1): 210-216.  
1929 Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, Sur de Mendoza y regiones adyacentes. *Publicaciones* 58: 1-110. Dirección de Minas de la Nación, Buenos Aires.  
1933 Confluencia de los ríos Grande y Barrancas (Mendoza y Neuquén). Descripción de la Hoja 31 o del mapa geológico general de la República Argentina. *Boletín* 38: 1-72. Dirección de Minas de la Nación, Buenos Aires.  
1947 Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. Hojas Bardas Blancas y Los Molles. *Revista de la Sociedad Geológica Argentina II* (4): 409-433.  
1951 La Alta Cordillera entre las latitudes 30° y 29° 30'. *Revista de Ciencias Geológicas* 1 (5): 1-352.
- Kelly, P. y C. Sear  
1984 Climatic impact of explosive volcanic eruptions. *Nature* 311: 740-743.
- Lagiglia, H.  
1977 Arqueología y ambiente natural de los valles del Atuel y Diamante. Tesis doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.  
1997 Arqueología Prehistórica del Atuel y Diamante. *Revista del Centro de Integración Territorial (CINTER)* 2: 29-46.  
1999 *Arqueología de Cazadores-Recolectores Cordilleranos de Altura*. ICN, Ediciones Ciencias y Arte, San Rafael, Mendoza.
- 2001 El Paleindio del Atuel en Sudamérica (Análisis de la Cronología Absoluta del Paleindio del Atuel). *Notas del Museo* 48: 1-14.
- Llambías, J.  
1966 Geología y Petrografía del volcán Payún Matrú. *Acta Geológica Lilloana VIII*: 265-310. Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán.
- Markgraf, V.  
1983 Late and postglacial vegetational and paleoclimatic changes in subantarctic, temperate, and arid environments in Argentina. *Palynology* 7: 43-70.
- Marzo, M. y O. Inchauspe  
1967 *Geografía de Mendoza*. Editorial Spadoni, Mendoza.
- Massone, M., D. Jackson, C. Valdés y S. Cumsille  
1994 Sitios arqueológicos prehispánicos en el área de protección Radal Siete Tazas. En *Patrimonio Arqueológico en Áreas Silvestres Protegidas*, compilado por M. Massone y R. Seguel, pp. 37-61. Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana, Santiago, Chile.
- Michieli, C.  
1978 Los Puelches. *Publicaciones* 4: 1-39. Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo. Universidad Nacional de San Juan, San Juan.
- Mikkan, R.  
2007 *Geomorfología volcánica de la Reserva La Payunia. Malargüe, Mendoza, Argentina*. Editorial Zeta, Mendoza.
- Moreno Roa, H.  
1993 Erupciones volcánicas en Chile: procesos y riesgos asociados. *Actas de las Primeras Jornadas Nacionales de Vulcanología, Medio Ambiente y Defensa Civil (Malargüe, 1992)*, pp. 161-170. Asociación Geológica de Mendoza, Buenos Aires.
- Naranjo, J. y M. Haller  
2002 Erupciones holocenas principalmente explosivas del volcán Planchón, Andes del sur (35° 15' S). *Revista Geológica de Chile* 29 (1): 93-113.
- Naranjo, J., M. Haller, H. Oстера, A. Pesce y P. Sruoga  
1999 Geología y peligros del Cordón Volcánico Planchón-Peteroa, Andes del Sur (35° 15' S), Región del Maule, Chile-Provincia de Mendoza, Argentina. *Boletín* 52: 1-55. Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago, Chile.
- Neme, G.  
2002 Arqueología del alto valle del río Atuel: modelos, problemas y perspectivas en el estudio de las regiones de altura del sur de Mendoza. En *Entre Montañas y Desiertos: Arqueología del Sur de Mendoza*, editado por A. Gil y G. Neme, pp. 65-84. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

- Neme, G.  
2007 *Cazadores-recolectores de altura en los Andes meridionales*. BAR International Series 1591. Archaeopress, Oxford.
- Neme, G. y A. Gil  
2008 Biogeografía Humana en los Andes Meridionales: Tendencias Arqueológicas en el Sur de Mendoza. *Chungara* 40 (1): 5-18.
- Pearson, O.  
1994 The impact of an eruption of Volcán Hudson on small mammals in Argentine Patagonia. *Mastozoología Neotropical* 1 (2): 103-112.
- Peña, J. L. y C. Sancho  
2001 Origen y espeleogénesis de la Caverna de Las Brujas. En *La Caverna de Las Brujas*, editado por R. Mikkan, pp. 45-70. Centro Interdisciplinario de Estudios Regionales, Mendoza.
- Peña, J. L., V. Durán, R. Mikkan, C. Sancho y R. Moreno  
2003 Geomorfología y geoarqueología de la Caverna de Las Brujas (Malargüe, Prov. de Mendoza, República Argentina). *Actas II Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología*, pp. 429-446. Tucumán.
- Prieto, M.  
1989 La frontera meridional durante los siglos XVI y XVII. Mendoza. *Xama* 2: 117-132.
- Ramos, V. y F. Nullo  
1993 El volcanismo de arco cenozoico. En *Geología y Recursos Naturales de Mendoza*, editado por V. Ramos, pp. 149-160. Relatorio XII Congreso Geológico Argentino, Buenos Aires.
- Saba, S. y D. de Lamo  
1994 Dynamic responses of mammals to the eruption of Volcán Hudson. *Mastozoología Neotropical* 1 (2): 113-122.
- Semper, J. y H. Lagiglia  
1968 Excavaciones arqueológicas en el Rincón del Atuel (Gruta del Indio). Departamento de San Rafael (Mendoza, Argentina). Nota preliminar. *Revista Científica de Investigaciones del Museo de Historia Natural de San Rafael. (Mendoza)* 1 (4): 89-158.
- Serris de Canosa, A.  
1948 Centros volcánicos del Domuyo y Payún Matrú. *Boletín de Estudios Geográficos* 1 (1): 19-22.
- Sruoga, P., P. Guerstein y A. Bermúdez  
1993 Riesgo volcánico. En *Geología y Recursos Naturales de Mendoza*, editado por V. Ramos, pp. 659-668. Relatorio XII Congreso Geológico Argentino, Buenos Aires.
- Suriano, J. y L. Ferpozzi  
1993 Los cambios climáticos en la pampa también son historia. *Todo es Historia* XXVI: 8-25.
- Stern, C.  
1990 The tephrochronology of southernmost Patagonia. *National Geographic Research* 6: 110-126.  
2008 Holocene tephrochronology record of large explosive eruptions in the southernmost Patagonian Andes. *Bulletin of Volcanology* 70: 435-454.
- Zárate, M.  
2002 Los ambientes del Tardiglacial y Holoceno en Mendoza. En *Entre montañas y desiertos. Arqueología del sur de Mendoza*, editado por A. Gil y G. Neme, pp. 9-42. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

#### NOTAS

- 1.- Estas fechas son aproximadas e indirectas. Se calcularon sobre la base de la información de la Figura 11 del trabajo de Markgraf (1983: 63).
- 2.- El *mapudungun* era la lengua utilizada por los informantes de los españoles, no la propia de los puelches. Ellos no se reconocían como puelches sino con los nombres de sus parcialidades: *morcollames*, *oscollames*, *chiquillames*, etc. (Michieli 1978).
- 3.- Al usarse los términos exploración, colonización y ocupación efectiva del espacio, se les otorga el sentido propuesto por Borrero (1994-1995).
- 4.- Gambier (1985) ha obtenido una serie de fechados radiocarbónicos promediados alrededor del año 7200 AP para las ocupaciones iniciales de la Gruta del Manzano. Al calibrarse estas fechas, se ubican aproximadamente entre los 6180 y los 5880 años C<sup>14</sup> AC, lo que las hace varios siglos anteriores al evento volcánico EEM.



