

PRIMEROS RESULTADOS DE ISOTOPOS ESTABLES PARA EL SUR MENDOCINO

Paula Novellino¹
Ricardo Guichón²

PALABRAS CLAVE: $\delta^{13}\text{C}$, Mendoza Sur

RESUMEN: Para la región de Cuyo, a partir del estudio del registro arqueológico y la información etnográfica disponible, han sido planteadas distintas formas de subsistencia (cazadora-recolectora, agrícola y variadas situaciones de interacción y formas intermedias). En 1995, con el fin de contar con información independiente sobre esta diversidad de formas de vida en el pasado, se integró un proyecto de Antropología Biológica destinado a incluir el registro biológico humano a la discusión (PIP-CONICET 97). Hasta el momento, se realizó el relevamiento de una serie de bioindicadores no específicos del estado nutricional y de salud de 165 individuos de distintos sitios arqueológicos del Sur de Mendoza, por una parte, y de San Juan-Norte de Mendoza, por otra. Los resultados se compararon con las tendencias esperadas para cazadores-recolectores y productores de alimentos, obteniéndose una mayor presencia de valores asignables a cazadores-recolectores en el sur que en el norte. El presente trabajo tiene como objetivo, a la luz de esta problemática, presentar los primeros resultados del análisis de isótopos estables de muestras óseas provenientes del sur de Mendoza.

KEY WORDS: $\delta^{13}\text{C}$, southern Mendoza

ABSTRACT: In the Cuyo region (West of Argentina), different forms of subsistence (hunter-gatherer, farm, intermediate situations and interactions between them) have been outlined based on archaeological and ethnographic-historical reports. In 1995, in order to gain independent

¹ Lab. de Bioantropología, Museo Municipal de Historia Natural. (5600) San Rafael, Mendoza.

² Dpto. Biología, Facultad de Cs. Exactas y Naturales, UNMdP. Peña y Funes, (7800) Mar del Plata.

data on this subject, a bio-anthropological project was started in this region (PIP-CONICET 1997). To the present, some non-specific bio-indicators of nutritional state and health have been collected. The sample is based on 165 individuals from different archaeological sites in southern Mendoza and San Juan-northern Mendoza. The results were compared with the expected tendencies for hunter-gatherers and farmers. A higher presence of values assigned to hunter-gatherers in the South than in the North of the region was observed. The object of the present paper is to present the first results of the stable isotope analysis in human bone samples of southern Mendoza.

INTRODUCCION

Los datos etnográficos y arqueológicos indican para el norte de Mendoza la presencia de grupos agricultores y para el sur de grupos cazadores-recolectores (Cabrera, 1929; Latcham, 1929; Canals Frau, 1953; Durán, 1992). Los límites de esta última subárea están determinados: al Norte por el río Diamante, al Sur por la cuenca superior del río Colorado, al Este por la provincia de La Pampa y al Oeste por la Cordillera de los Andes (Lagiglia, 1977; 1984). Dentro de estos límites se combinan distintas regiones naturales relevantes por su variabilidad geomorfológica, ecológica y fisiográfica (Capitanelli, 1972; Roig, 1972; Ruíz Leal, 1972).

La revisión de la evidencia arqueológica, los trabajos de investigación de Gil, Neme y Lagiglia (Gil, 1997a; 1997b; Lagiglia, 1997; Neme, 1997) y los recientes estudios de indicadores de dieta y salud en restos esqueléticos humanos (Novellino y Guichón, 1997-1998) confluyen hacia una reinterpretación de las ocupaciones humanas en el Sur de Mendoza.

Actualmente, la presencia de cultígenos en esta zona (Gil, 1997b; Lagiglia, 1978; Neme, 1997) no es considerada como un indicador suficiente para sugerir una forma de subsistencia basada en la agricultura. Estos planteos surgen a partir de la ausencia en el sur mendocino, hasta el momento, de evidencias directas vinculadas con la práctica agrícola.

A partir de la década del '80 han surgido una serie de trabajos orientados a analizar variables biológicas relacionadas con dieta y salud que intentan dar cuenta de diferencias entre grupos cazadores-recolectores y agricultores (Larsen, 1984; 1987; Cohen, 1989; Lukacs 1989; Larsen y Kelly 1995).

Localmente, estudios realizados a partir de indicadores de dieta y salud en restos óseos provenientes de sitios arqueológicos de Mendoza (Novellino y Guichón, 1995; Novellino et al., 1996; Novellino y Guichón, 1997-1998) jun-

to con otras variables arqueológicas del contexto asociado (Bárcena, 1985; Lagiglia, 1997), sugieren la presencia de diferencias entre el Norte y el Sur mendocino.

Los resultados obtenidos al analizar presencia de caries, desgaste dental, hiperostosis porótica e hipoplasia dental en la muestra del Sur mendocino (Novellino y Guichón, 1997-1998) están indicando ciertas tendencias que coinciden con las expectativas generales para grupos cazadores-recolectores (Larsen, 1987; Cohen, 1989; Guichón, 1994; Boyd, 1996). Al comparar estas tendencias con las de San Juan-Norte de Mendoza, se vió que las mismas se aproximan a las expectativas para grupos agricultores, salvo en hipoplasia e hiperostosis. También se ha observado que para algunos indicadores existen diferencias intersexos dentro de cada subárea estudiada (Novellino y Guichón, 1997-1998), para lo cual todavía no contamos con explicación, pero podría deberse tanto a problemas de muestreo como a un acceso diferencial a la dieta. Sin embargo, la ausencia de límites claros permite pensar que la relación entre grupos humanos, formas de subsistencia y ambiente pudo haber sido mucho más compleja.

Una vía independiente de análisis para colaborar en la discusión de esta problemática lo constituyen los isótopos estables. La comparación de muestras del Norte y Sur mendocino, ubicadas cronológica y espacialmente y obtenidas de excavaciones sistemáticas dentro de un plan que involucre todos los microambientes de la región, constituye el objetivo a largo plazo. En la primera etapa de este diseño de investigación, interesa obtener información exploratoria sobre la variabilidad espacial de algunos de los microambientes del Sur de Mendoza a partir de las muestras disponibles. En base a lo mencionado anteriormente, el objetivo de este trabajo es presentar los primeros datos de isótopos estables para la región, como complemento de los bioindicadores de dieta y nutrición ya relevados.

Desde hace aproximadamente veinte años se comenzó a utilizar el análisis de isótopos estables para estudios de paleodieta (De Niro y Epstein, 1978; Sullivan y Krueger, 1981; Klepinger, 1984; Krueger y Sullivan, 1984). La información que puede brindar el conocer las dietas pasadas es importante para caracterizar la posición trófica de las poblaciones humanas prehistóricas, la utilización del ambiente, los determinantes del lugar de asentamiento, la naturaleza de las actividades de subsistencia, la diferenciación de clases y las preferencias en cuanto al gusto de alimentos (Price, 1989). El análisis de las relaciones de isótopos estables del carbono y nitrógeno, en los huesos arqueológicos, es una técnica bien establecida para ayudar a la reconstrucción de paleodietas y decifrar los patrones de subsistencia prehistóricos. Esto es posi-

ble ya que determinadas fuentes específicas de alimentos tienen ciertas relaciones de isótopos estables de carbono ($^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$) y nitrógeno ($^{15}\text{N} / ^{14}\text{N}$). La composición isotópica de la dieta es incorporada a fracciones tisulares del organismo, tales como el colágeno, y se puede preservar por miles de años. Es así que las relaciones de isótopos estables de carbono y nitrógeno en los diversos tejidos pueden ser usadas en la reconstrucción de paleodietas. Estas relaciones se expresan usando la notación Delta (δ) como partes por mil (‰) en relación a un estándar (Schoeninger, 1995).

El valor de $\delta^{13}\text{C}$ refleja el carbono contenido en las plantas. El estándar es el Pee Dee Belemnite (PDB) y los valores $\delta^{13}\text{C}$ son siempre negativos ya que el PDB tiene más ^{13}C en relación al ^{12}C . El carbono de las plantas puede ser metabolizado por tres vías fotosintéticas: C3, C4 y CAM (metabolismo ácido de las crasuláceas). Las plantas silvestres C3 presentan bajas concentraciones de $\delta^{13}\text{C}$ (con una media cercana a -25 ‰) y por lo tanto altos valores modales en la relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, mientras que las plantas C4 (como el maíz) presentan valores entre -16 y -11 ‰ (Klepinger 1984; Pate 1994). Las relaciones entre los isótopos del C se fijan en el organismo animal a través de la ingesta, produciéndose un fraccionamiento isotópico a lo largo de la cadena trófica, que generalmente enriquece sus tejidos en ^{13}C . El valor de este enriquecimiento varía para cada tipo de tejido, siendo el del colágeno aproximadamente de un 5 ‰. Así, el isótopo proveniente de plantas C3 o C4 puede ser fijado directamente en los huesos debido a una ingesta de estas plantas o indirectamente debido a una dieta que incluya animales (Schoeninger, 1995). De esta forma, las relaciones de los isótopos del carbono en el colágeno humano son determinados por los valores en la dieta.

MATERIALES Y METODOS

El análisis isotópico de δC se realizó sobre la fracción de colágeno de restos óseos de una muestra compuesta por 12 individuos provenientes de diversos sitios arqueológicos del Sur de Mendoza. Esta muestra se seleccionó de forma tal de que estuvieran representados la mayor diversidad posible de microambientes en donde se realizaron hallazgos de restos humanos. Es así que los sitios Pto. Tierras Blancas, Ojo de Agua, El Manzano, El Sosneado y Cerro Mesa pertenecen al microambiente Pedemonte; Jaime Prats, Rincón del Atuel, Cañada Seca y la Gruta del Indio son del Atuel Medio y La Matancilla se ubica en La Payunia (Figura 1). La discusión y elaboración de estrategias que permitan avanzar sobre la ausencia total o parcial de restos óseos humanos

en amplios espacios geográficos del Sur de Mendoza excede los objetivos de este primer trabajo.

Para la selección de la muestra, además, se consideraron aquellos individuos que tenían más completas sus partes esqueléticas, incluyendo el cráneo, ya que de esta forma se cuenta con la posibilidad de observar otros bioindicadores (Novellino y Guichón, 1997-1998). La muestra se compone de individuos adultos de ambos sexos, salvo el de la Gruta del Indio que es un cuerpo momificado de recién nacido.

De los individuos que conforman la muestra, sólo 3 presentan fechados radiocarbónicos obtenidos directamente del colágeno óseo. Ellos son el de Jaime Prats: 1755 ± 80 (AC-1396) y 2040 ± 120 (LP-404), Pto. Tierras Blancas (Ind.1): moderna (menor a 200 AP, LP-890) y Pto.Ojo de Agua: 1200 ± 40 (LP-921). El individuo de la Gruta del Indio cuenta con un fechado asociado de 2300 ± 60 (LP-761) (Tabla 1).

Las determinaciones de δC fueron procesadas en el Laboratorio de Isótopos Estables del Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS, Bs.As.), donde uno de nosotros (PN) realizó la parte de pretratamiento de las muestras para la extracción del colágeno, siguiendo los procedimientos sugeridos por Longin (1971) y Fernández et al. (1991). Según asesoramiento de dicho laboratorio, en todas las muestras se seleccionaron las costillas como unidad esquelética más apropiada para el análisis, menos en el momificado, al cual se le realizó el análisis isotópico sobre tejido muscular.

RESULTADOS

De los 12 individuos a los que se les realizó el estudio isotópico, los correspondientes a los sitios Ojo de Agua, Pto.Tierras Blancas (Ind.2) y El Manzano no pudieron ser analizados por tener insuficiente cantidad de colágeno. La pérdida del colágeno se produce por una alteración en el hueso debido a una acción biológica o meteorización, la cual produce la degradación y transformación, a veces, a proteína no colagénica, impidiendo por este motivo su medición.

En la Tabla 1 pueden observarse los valores de $\delta^{13}C$ para cada individuo de la muestra estudiada, así como los valores equivalentes a la Dieta Original de cada uno, obtenidos a partir del valor anterior más el 5 ‰ del enriquecimiento isotópico del colágeno o el 1 ‰ del músculo en el caso del individuo de Gruta del Indio.

La diversidad de valores obtenidos quedó reflejada en los distintos porcen-

tajes de plantas tipo C3 y C4 ingeridas por cada individuo analizado, siendo el valor más bajo el del individuo n° 6965 con un $\delta^{13}\text{C}$ de $-19,8 \text{‰}$, es decir una dieta original de $-24,8 \text{‰}$, lo cual corresponde a una ingesta casi exclusivamente de plantas de tipo C3; mientras que el valor máximo fue el del individuo n° 7669 con un δC de $-14,1 \text{‰}$, correspondiendo a una ingesta aproximada del 55% de plantas C3 y del 45% de C4. Los porcentajes de alimentos se infirieron a partir de los valores de $\delta^{13}\text{C}$, siguiendo a Vogel y van der Merwe (1977).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Después de varios años de ausencia de proyectos específicos de Antropología Biológica para la provincia de Mendoza, en 1995 se comenzó a trabajar, a partir de una perspectiva evolucionista-biológica, en el estudio de las poblaciones humanas que poblaron el Sur de Mendoza. Dos particularidades del planteo global fueron la integración del registro biológico humano a las discusiones arqueológicas y la puesta en valor y utilización de las colecciones museológicas existentes. Esta última genera una serie de limitaciones vinculadas a la calidad de información disponible y condiciona el grado de resolución al que se arribó. En este sentido, los resultados obtenidos hasta ahora intentan acompañar, conjuntamente con otras evidencias del registro arqueológico, algunas ideas sobre la variabilidad de las poblaciones humanas en la región.

Los estudios de $\delta^{13}\text{C}$ realizados nos permiten pensar en el tipo de plantas ingeridas, observando en forma general, que los individuos analizados mostraron una mayor ingesta de plantas C3. El porcentaje de incorporación de plantas C4 (para esta región fundamentalmente maíz) a la dieta fue variado, llegando en un sólo caso al 45% de la ingesta total. Los casos observados de porcentajes de C4 bajos (menores al 20%), podrían deberse a la ingesta de herbívoros que hayan consumido plantas de tipo C3; mientras que en los casos de mayor porcentaje de C4, podría pensarse en la ingesta directa de plantas de este tipo (Panarello, com.pers.).

Si bien no se conocen en la totalidad los valores isotópicos correspondientes a las taxa de animales y vegetales que componen las posibles cadenas tróficas de la zona, algunos de ellos son: maíz (*Zea mays*): -12‰ , poroto (*Phaseolus vulgaris*): $-26,6 \text{‰}$, quinoa (*Chenopodium quinoa*): $-27,1 \text{‰}$, anco (*Cucurbita sp*): $-24,9 \text{‰}$, guanaco (*Lama guanicoe*): $-16,0 \text{‰}$ (Fernandez et al., 1999).

Desde otra perspectiva, considerando los tres microambientes en los cuales se recuperaron las muestras, los datos del Atuel Medio indicarían una ingesta

más variada, donde el porcentaje aproximado de incorporación de plantas C4 es mayor que en el Pedemonte (Figura 2). Esta situación podría estar asociada a la variabilidad geomorfológica y de recursos, por un lado o responder a problemas de muestreo, variabilidad temporal y espacial, por otro.

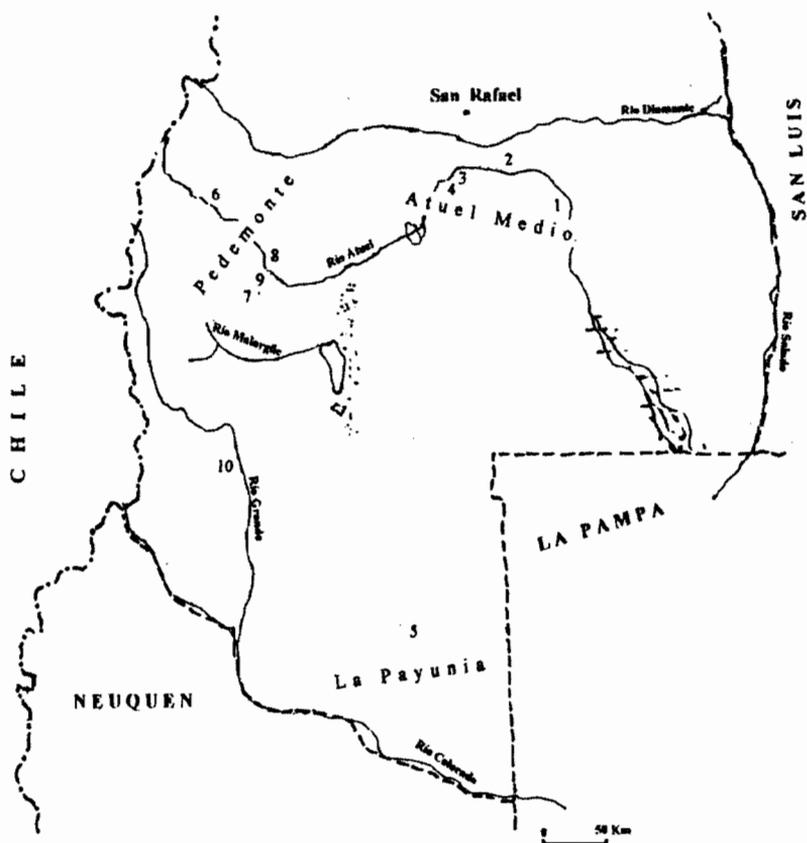
Es importante destacar la necesidad de ampliar nuestra información sobre las vías metabólicas de muchos de los recursos potenciales de la región. En un futuro, el planteo de diseños a partir de muestras más numerosas y acotadas espacio-temporalmente debería ofrecer información más ajustada para entender la variabilidad en los tipos de dietas observados.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Héctor Panarello por la colaboración y asesoramiento para la mejora del trabajo. A la Lic. Susana Valencio y al resto del equipo de los Laboratorios de Isótopos Estables y de Carbono 14 del INGEIS, así como a la Prof. Alejandra Guerci por la colaboración prestada en la parte práctica de este trabajo. Al Dr. H. Lagiglia y los Lics. G. Neme y A. Gil por la lectura y sugerencias. A los evaluadores de la revista, gracias a los cuales hemos repensado el trabajo. Parte de este trabajo ha sido realizado con un subsidio otorgado por la Fundación Antorchas.

Figura 1

Sitios de donde provienen los restos óseos humanos estudiados



- 1) Jaime Prata; 2) Cañada Seca; 3) Rincoén del Atuel; 4) Gruta del Indio; 5) La Matancilla;
- 6) El Sosneado; 7) Cerro Micas; 8) Pto. Tierras Blancas; 9) Pto. Ojo de Agua; 10) El Manzano

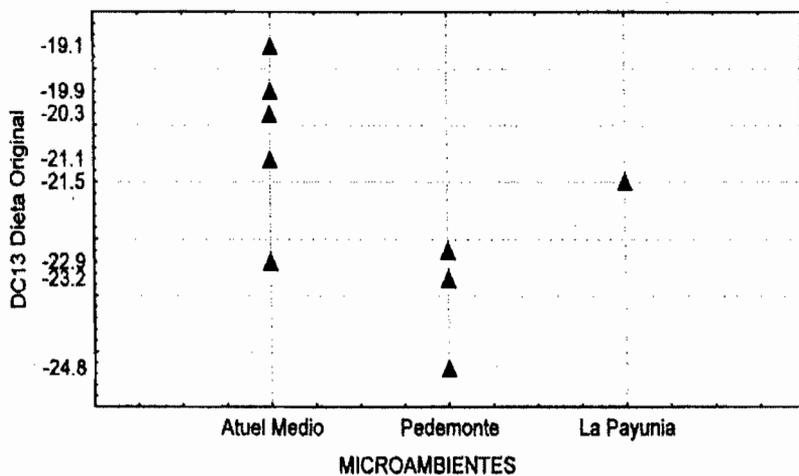
Tabla 1
Análisis Isotópico de Delta Carbono 13 para el Sur de Mendoza.

La Dieta Original se obtiene al sumar al valor $\delta^{13}\text{C}$ obtenido el 5 ‰ de enriquecimiento del colágeno (o del 1 ‰ del músculo en el caso del individuo de Gruta del Indio, ver en texto).

AIE n°	Micro-ambiente	Sitio	Fecha C14 (AP)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰ (P.D.B.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰ de la Dieta Original	Tipo de Plantas Ingeridas (x %C3; -25; x %C4; -12)
6966		Gruta del Indio (Atuel III)	2300 ± 60	-20,1	-21,1	70 % C3 - 30 % C4
1396		Jaime Prats	1755 ± 80 2040 ± 120	-17,9	-22,9	84 % C3 - 16 % C4
6963	Atuel Medio	Cañada Seca		-15,3	-20,3	64 % C3 - 36 % C4
7668		Cañada Seca		-14,9	-19,9	61 % C3 - 39 % C4
7669		Rincón del Atuel		-14,1	-19,1	55 % C3 - 45 % C4
6962	La Payunia	La Matancilla		-16,5	-21,5	73 % C3 - 27 % C4
6965		El Sosneado		-19,8	-24,8	98 % C3 - 2 % C4
7667		Cerro Mesa		-18,2	-23,2	86 % C3 - 14 % C4
6958	Pedemonte	Pto. Tierras Blancas (Ind.1)	Moderno	-17,7	-22,7	82 % C3 - 18 % C4
6959		Pto. Tierras Blancas (Ind.2)		colágeno insuf.	-----	-----
6960		Ojo de Agua, Laguna Blanca	1200 ± 40	colágeno insuf.	-----	-----
6961		El Manzano		colágeno insuf.	-----	-----

Figura 2

Valores de DC13 obtenidos en los diferentes microambientes



BIBLIOGRAFIA CITADA

Bárcena R (1985) Agricultores y alfareros tempranos del noroeste de Mendoza según la excavación arqueológica de varios abrigos rocosos. Resúmenes IX Jornadas de Investigación de la UNC Mendoza, p.154.

Boyd DC (1996) Skeletal correlates of human behavior in the Americas. *J. Arch. Meth. and Theory* 3: 189-251.

Cabrera P (1929) Los aborígenes del país de Cuyo. Universidad Nacional de Córdoba.

Canals Frau S (1953) Poblaciones Indígenas de la Argentina. Buenos Aires, Ed. Sudamericana.

Capitanelli R (1972) Geomorfología y clima de la provincia de Mendoza. *Rev. Soc. Arg. Bot.* 13 (supl.):15-48.

Cohen MN (1989) Paleopathology and interpretation of economic change in prehistory. En C.Lamberg-Karlovsky (ed): *Archaeology thought in America*. Cambridge, University Press, pp. 117-132.

De Niro MJ y Epstein S (1978) Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 42: 495-506.

Durán V (1992) Estudios arqueológicos en el curso medio del Valle del Río Grande (Malargüe, Mendoza). Informe Final Beca Formación Superior, CONICET.

Fernández J, Markgraff V, Panarello HO, Alberio MC, Angiolini FE, Valencio SA y Arriaga M (1991) Late pleistocene/early holocene environments and climates, fauna and human occupation in the Argentine altiplano. *Geoarchaeology* 6: 251-272.

Fernández J, Panarello HO y Schobinger J (1999) The Inka mummy Mount Aconcagua. Decoding the geographic origin of the: «Messenger to the Deities» by means of stable carbon, nitrogen and sulfur isotope analysis. *Geoarchaeology* 14 (1): 27-46.

Gil A (1997a) Informe Beca de Perfeccionamiento, CONICET. m.s.

Gil A (1997b) Cultígenos prehispánicos en el sur de Mendoza. Discusión en torno al límite meridional de la agricultura andina. *Relaciones XXII* (ep).

Guichón RA (1994) Antropología física de Tierra del Fuego: Caracterización biológica de las poblaciones prehispánicas. Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires.

Klepinger LL (1984) Nutritional assessment from bone. *Annual Review of Anthropology* 13: 75-96.

Krueger HW y Sullivan CH (1984) Models for carbon isotope fractionation between diet and bone. En J. Turnlund y P. Johnson (eds): *Stable Isotopes in Nutrition*. Washington DC, American Chemical Society, pp. 205-220.

Lagiglia H (1977) Arqueología y ambiente natural de los Valles del Atuel y Diamante. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.

Lagiglia H (1978) El proceso de agriculturización en el sur de Cuyo: la Cultura del Atuel II. V Congreso Nacional de Arqueología Argentina, pp. 231-254.

Lagiglia H (1984) El Noroeste y el Centro Oeste Argentino. *Boletín del Museo de*

Ciencias Naturales y Antropológicas «J.C. Moyano» 4: 33-46.

Lagiglia H (1997) Arqueología Prehistórica del Atuel y Diamante. Revista del Centro de Integración Territorial (CINTER) 2: 29-46.

Larsen CS (1984) Health and disease in prehistoric California: the transition to agriculture. En: Cohen M y Armelagos G (eds.) *Paleopathology at the Origins of the Agriculture*. Orlando, Academic Press, pp. 347-392.

Larsen CS (1987) Bioarchaeological interpretations of subsistence economy and behavior from human skeletal remains. En M.B. Schiffer (ed): *Advances in Archaeological Method and Theory* 10. San Diego, Academic Press, pp.339-445.

Larsen CS y Kelly RL (1995) Bioarchaeology of the Stillwater Marsh: Prehistoric human adaptation in the Western Great Basin. American Museum of Natural History. *Anthropological Papers* n° 77.

Latcham RE (1929) Los indios de la Cordillera y La Pampa en el siglo XVI. *Revista Chilena de Historia y Geografía* 2: 66- 69.

Longin R (1971) New method of collagen extration for radiocarbon dating. *Nature* 230: 241-242.

Lucaks JR (1989) Dental paleopathology: Methods for reconstructing dietary patterns. En MY Iscan y KA Kennedy (eds): *Reconstruction of Life from the Skeleton*. New York, Alan R. Liss, pp 261-286.

Neme G (1997) Informe de Beca de Iniciación, UNLP. m.s.

Novellino PS y Guichón RA (1995) Bioindicadores en restos humanos del cementerio prehistórico de Jaime Prats (San Rafael, Mendoza): Informe preliminar. Museo Municipal de Historia Natural de San Rafael, Mendoza. *Notas del Museo* n°38.

Novellino PS y Guichón RA (1997-1998) Comparación de indicadores de dieta y salud en el Sur de Mendoza y en San Juan-Norte de Mendoza. *Relaciones XXII-XXIII*: 125-138 (cp).

Novellino PS, Guichón RA y Lagiglia H (1996). Indicadores biológicos en restos humanos del Sur de Mendoza: Sitio Jaime Prats. *Arqueología 6*, Revista de la Sección Prehistoria del Instituto de Ciencias Antropológicas. Facultad de Filosofía y Letras (UBA), pp. 69-82.

Pate FD (1994) Bone chemistry and paleodiet. *J.Arch. Meth. and Theory* 1(2):161-209.

Price DT (1989) Bones, chemistry, and the human past. En TD.Price (ed): *The Chemistry of Prehistoric Human Bone*. Cambridge, University Press, pp 1-38.

Roig V (1972) Esbozo general del poblamiento animal en la provincia. de Mendoza. *Geología, Geomorfología, Climatología, Fitogeografía y Zoogeografía de la provincia de Mendoza*. Rev. Soc. Arg. Bot. 13(supl.)

Ruíz Leal A (1972) Los confines boreales y austral de las provincias patagónica y central respectivamente. *Rev. Soc. Arg. Bot.* 13 (supl.):15-48.

Schoeninger MJ (1995) Stable isotope studies in human evolution. *Evol. Anthropology* 4: 83-98.

Sullivan CH y Krueger HW (1981) Carbon isotope analysis of separate chemical phases in modern and fossil bone. *Nature* 292: 333-335.

Vogel JC y van der Merwe (1977) Isotopic evidence for early maiz cultivation in New York State. *Am. Antiquity* 42 (2): 238-242.