
A CADA UNO SU VERDAD CULINARIA: PATRONES PALEODIETARIOS Y VARIABLES AMBIENTALES EN EL NOA

KILLIAN GALVÁN, Violeta A. *

SAMEC, Celeste T. **

RESUMEN

Este trabajo revisa los valores de isótopos estables de Carbono y Nitrógeno publicados hasta el momento, obtenidos sobre restos humanos provenientes de distintas áreas del NOA. El objetivo es lograr una mayor comprensión de la relación existente entre estos datos y las variables de naturaleza ambiental (altura, precipitaciones) y social (cronología). Teniendo en cuenta que la variación de las relaciones isotópicas en las cadenas tróficas de cada microregión es condicionada por variables ambientales, enfatizamos la necesidad de comprender cómo estas inciden en los valores isotópicos antes de inferir cambios en la dieta humana. De esta manera evaluamos expectativas generadas por modelos anteriores que asumían un equilibrio entre el consumo cárnico y vegetal, en particular de maíz, para momentos tardíos como corolario de procesos sociales que se sucedieron en la región (domesticación de camélidos, cultivo de maíz y caravaneo). Los resultados obtenidos demuestran que al utilizar como eje de discusión los períodos clásicos planteados para el NOA no se pueden identificar tendencias claras en la alimentación, siendo la procedencia geográfica de los valores isotópicos el dato más relevante al interpretar su significado en términos dietarios.

INTRODUCCIÓN

Los isótopos estables constituyen una línea de investigación que permite obtener información sobre la subsistencia humana en el pasado (Pate 1994; Schoeninger 1995). La posibilidad de discriminar un mayor o menor consumo

* CONICET / Instituto de Geocronología y Geología Isotópica. Pabellón INGEIS, Ciudad Universitaria (1428), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. violetakillian@gmail.com.

** CONICET / Instituto de Geocronología y Geología Isotópica. Pabellón INGEIS, Ciudad Universitaria (1428), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. celestesamec@gmail.com

de ciertos grupos de alimentos en poblaciones arqueológicas se debe a que la composición isotópica de los tejidos animales depende de manera directa de su dieta (Ambrose 1993). Cada alimento ingerido posee un valor promedio y un rango de variación expresado en $\delta\%$ y se ve incorporado de manera diferencial en la síntesis del tejido animal. De esta forma, se registra un *factor fraccionamiento* que implica un enriquecimiento isotópico entre el alimento (sustrato) y el tejido final (producto) (Ambrose 1993). Estos principios son los que nos permiten reconstruir las relaciones tróficas de un área en el pasado y, particularmente en lo que respecta a la dieta humana, identificar si la subsistencia estaba basada mayormente en el consumo cárnico o vegetal.

Por lo tanto, esta técnica permite identificar cambios en las estrategias de obtención de recursos, resultando adecuada a la hora de contrastar expectativas sobre la existencia de patrones alimentarios diferenciados a lo largo del tiempo o entre grupos contemporáneos. En el caso del Noroeste Argentino, los valores de isótopos estables de Carbono y Nitrógeno fueron utilizados principalmente para discutir tendencias temporales, atendiendo a la introducción de nuevos alimentos y su grado de impacto en la alimentación humana, sugiriendo para momentos tardíos el establecimiento de una dieta equilibrada integrada por recursos vegetales (fundamentalmente maíz) y cárnicos (Olivera y Yacobaccio 1999). Ahora bien, al considerar las características particulares del área de estudio, es importante tener en cuenta que el maíz, como especie vegetal tropical, encuentra en zonas húmedas un ambiente adecuado para su crecimiento. Por el contrario, la producción pastoril, orientada en el NOA a la cría de camélidos domésticos, encontró en la Puna un escenario ideal para su desarrollo. Discutiremos por lo tanto, si el potencial agrícola y/o ganadero de cada ecozona influyó en la dieta de los diferentes grupos que habitaron las distintas áreas del NOA en mayor o menor medida que el intercambio de bienes alimenticios.

Al margen de los condicionantes culturales que pudieron haber influenciado la dieta, algunos autores establecen que la variación de las relaciones isotópicas en las cadenas tróficas de cada microregión es condicionada por variables ambientales, dado que se registran variaciones intraespecíficas en vegetales conforme su procedencia geográfica (para una síntesis sobre el tema ver Amundson *et al.* 2003). Al mismo tiempo, se han identificado variaciones en situaciones de stress climático, debido a cambios en la fisiología y el metabolismo en vegetales y animales (Ambrose 1993) aunque su efecto no siempre ha sido verificado (Murphy y Bowman 2006). Entonces,

el objetivo de este trabajo es lograr una mayor comprensión sobre la relación existente entre los datos obtenidos sobre restos humanos disponibles para el NOA y las variables de naturaleza ambiental (altura, precipitaciones) y social (cronología). En este sentido, apuntamos a comprender la relevancia de la procedencia geográfica en la señal isotópica de los individuos analizados.

EL DATO ISOTÓPICO

Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ sobre elementos orgánicos, como ser hueso, pelo y diente, representan el aporte isotópico de la dieta y tienen su origen en la absorción de CO_2 por parte de los vegetales, los cuales pueden adoptar tres vías fotosintéticas diferentes: C_3 , C_4 y CAM. En función del camino adoptado, de la proporción de $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ presente en el sustrato y de las condiciones ambientales imperantes, cada especie vegetal tendrá un valor de $\delta^{13}\text{C}$ diferente (Ambrose 1993; Schoeninger 1995). En el caso de las C_3 sus valores se encuentran entre -19 y -35‰ con un promedio de -26.5‰; las de tipo C_4 entre -9 y -15‰ con una media en -12,5‰; mientras que aquellas que adoptan el patrón CAM su rango se ubica entre -9 y -15‰ (Ambrose 1993). La composición isotópica de los vegetales pasará a través de la ingesta al siguiente eslabón de la cadena trófica, que manifestará dichos valores enriquecidos (en aproximadamente 5‰ para el colágeno y 9‰ para la apatita) a causa del proceso de asimilación y promediados en función de la existencia de alimentos de distintos orígenes (Schoeninger 1995). Particularmente, estudios experimentales han demostrado que las distintas fracciones del tejido óseo (tejido más comúnmente analizado debido a su mayor conservación) reflejan los macronutrientes asimilados de manera diferencial (Ambrose 1993). El colágeno del hueso representa la porción proteica de la dieta, mientras que la parte mineralógica y el esmalte dental (apatita) tienen su origen en la totalidad de carbohidratos, lípidos y proteínas ingeridos (Ambrose 1993). Una manera de interpretar los valores en ambas fracciones es utilizar la diferencia entre ambas como valor absoluto, a partir de esto diferentes autores han estimado patrones de consumo herbívoros, carnívoros u omnívoros. Pero la utilidad de esta diferencia ($\Delta^{13}\text{C}_{\text{ap-co}}$) ha sido cuestionada recientemente por Kellner y Shoeninger (2007), quienes indican la necesidad de considerar el camino fotosintético en el que se inscriben los recursos proteicos separadamente de aquellos

que proveen energía. De esta manera, la diferencia del $\delta^{13}\text{C}$ obtenido sobre ambas fracciones nos permitirá saber si existe un mayor o menor aporte de componentes vegetales y animales con régimen fotosintético diferente, pero no una mayor o menor importancia del componente cárnico. Por lo tanto, proponen un modelo empírico¹ que fue construido a partir de los datos obtenidos sobre 3 poblaciones arqueológicas con dietas contrastantes y que consta de 3 líneas de regresión, definidas por el consumo de proteína C_3 , C_4 y marina, donde la posición en cada línea indica la fuente de energía (C_3 , C_4 o mezcla).

Considerando los isótopos del Nitrógeno, las plantas terrestres lo obtienen de distintas fuentes pero principalmente del suelo, resultando en valores de $\delta^{15}\text{N}$ comprendidos entre -2 y 6‰ (Pate 1994). Distintos autores mencionan la existencia de un enriquecimiento de 3-4‰ a medida que se asciende en la cadena trófica, siendo los valores promedio en mamíferos terrestres de 5,7‰ sobre colágeno óseo (Ambrose 1993; Pate 1994). A su vez, estudios realizados en el E y S de África indican la existencia de una correlación negativa entre los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y las precipitaciones anuales, de forma tal que se han registrado valores de más de 10‰ en herbívoros en regiones en las que las precipitaciones no superan los 400mm anuales, con un fraccionamiento de hasta 6‰ en el pasaje de un eslabón de la cadena trófica a la siguiente (Ambrose 1993 entre otros). Las primeras explicaciones para este hecho, lo vincularon a las adaptaciones fisiológicas de los herbívoros que deben enfrentar condiciones de aridez, en los cuales se ha registrado orina empobrecida en ^{15}N , aumentando la cantidad de este isótopo participante en la síntesis de los tejidos (Ambrose 1993). Por otro lado, el enriquecimiento en los valores de Nitrógeno también ha sido atribuido a un mayor contenido de nitratos en los suelos salinos característicos de ambientes áridos, hecho que vería afectados los valores de las plantas de estas áreas (Pate 1994).

CRONOLOGÍA

Si consideramos la evidencia isotópica disponible y los períodos cronológicos establecidos para el Noroeste Argentino podemos establecer expectativas en la dieta para seis momentos: Cazadores-Recolectores (*ca.* 10600-3500 años AP), Formativo (*ca.* 3500-1500 años AP), Período Medio (*ca.* 1500-900 años AP), Desarrollos

Regionales (*ca.* 900-500 años AP), Ocupación Inkaica (*ca.* 500-400 años AP) y contacto Hispanoindígena (*ca.* 400 años AP en adelante).

Para el período de Cazadores Recolectores y en particular para el área de Puna, que es donde se encuentran las evidencias más tempranas de ocupación humana, se espera una dieta proteica basada en la caza de animales silvestres, complementada a través de la recolección de recursos vegetales en general y la obtención de leguminosas y curcubitáceas silvestres de áreas templadas a partir de la alta movilidad de estos grupos (Yacobaccio 1994). Debemos aclarar que este período tan amplio que abarca 7000 años, ha sido delineado de tal forma siguiendo los lineamientos planteados por Yacobaccio y colaboradores (1997-1998), es decir, considerando la caza-recolección como la estrategia predominante en este período. Ya en el Formativo, la localización de las aldeas en puntos estratégicos del gradiente andino habría permitido el aprovechamiento de productos de distintos pisos y la participación por parte de los grupos humanos en el intercambio de bienes con otras aldeas. La dieta habría estado basada en el consumo de camélidos y vegetales como quínoa, tubérculos y calabaza en el área de Puna, mientras que el maíz habría comenzado a cultivarse en las áreas de clima menos riguroso (Olivera 1991). El proceso de Integración Regional haría esperar un aumento en la complementariedad entre aldeas distantes, gracias a la inversión en la construcción y expansión de la infraestructura agrícola, el desarrollo del pastoreo y fundamentalmente de redes de caravaneo (Pérez Gollán 1994). Para estos momentos se ha señalado la explotación de nuevas variedades de cultivos más productivos, como es el caso de la aparición de razas de maíz de mayor rinde en contextos arqueológicos (Tarragó 1999). El Período de Desarrollos Regionales ha sido caracterizado por la consolidación de la integración económica, es decir, unidades que desarrollarían su fuerte económico, haciendo de la complementariedad entre distintas áreas una opción eficaz (Nielsen 2001; Natri 1997-1998). Durante la ocupación inkaica, a pesar que la producción agrícola ganadera estaría bajo control estatal, estas redes se mantendrían, siendo interrumpidas a partir de la ocupación europea (Tarragó 1999).

En lo referente a la dieta y considerando procesos sociales que se sucedieron en la región, una posible expectativa es la existencia de una tendencia hacia el equilibrio entre el consumo cárnico y vegetal, en particular a partir de la incorporación de maíz a la dieta (Olivera y Yacobaccio 1999). Teniendo esto en cuenta, utilizaremos la evidencia isotópica generada hasta el momento con el fin de discutir si se identifica

un aumento en el consumo del maíz a lo largo de la secuencia temporal y si la complementariedad entre ecozonas logró homogeneizar las señales isotópicas en el registro arqueológico. Consideramos que este escenario se contrapondría a la existencia de patrones alimentarios, resultantes de la productividad diferencial de dichas ecozonas (Figura 1).

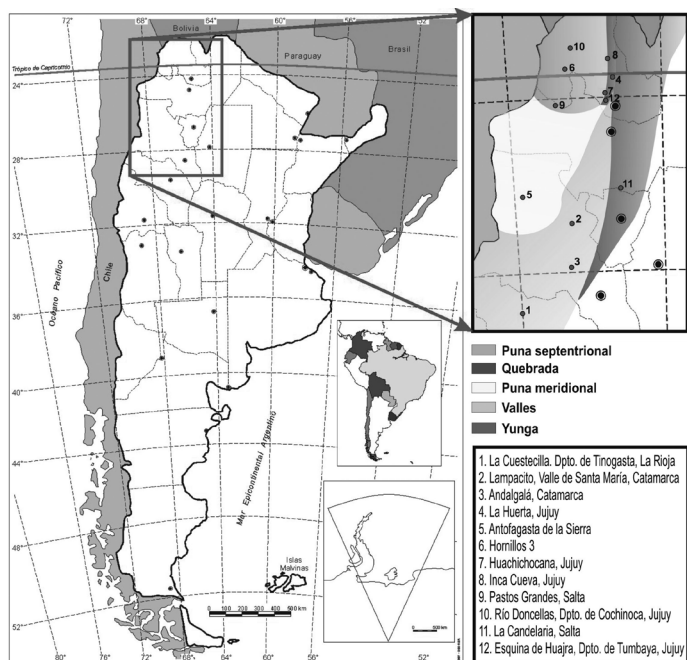


Figura 1. Ecoregiones y ubicación de los sitios.

METODOLOGÍA

Para la realización del siguiente trabajo se consideraron los valores de $\delta^{13}\text{C}$ sobre colágeno, $\delta^{13}\text{C}$ sobre apatita y $\delta^{15}\text{N}$ sobre colágeno, publicados hasta el momento y provenientes de las provincias de Jujuy, Salta, Catamarca y la Rioja³. En nuestro análisis de los valores isotópicos obtenidos sobre restos humanos consideramos especialmente la procedencia de cada muestra, tomando en cuenta particularmente la altura y las precipitaciones⁴ del área en la que fueron obtenidas como variables fundamentales (Tabla 1). Con el fin de comparar los valores sobre colágeno óseo con las mediciones efectuadas sobre otros tejidos, como pelo y uña, se consideró el fraccionamiento sugerido por O'Connell y colaboradores (2001)⁵.

Región	Área	Sitio	Crono	Período (años AP)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{ap-col}}$	Fuente
Valle	Río Chañamuyo, La Rioja	La Cuestecilla	1320	Medio (1500-900)	-11,67	-6,44	8,4	5,23	Gonakli 2006
Valle	V. de Sta María, Catamarca	Lampacito	1446	Medio (1500-900)	-12				Scattolin <i>et al</i> 2005
Valle	V. de Sta María, Catamarca	La Vaquería	1375	Medio (1500-900)	-12				Scattolin <i>et al</i> 2005
Valle	Andalgala, Catamarca	Agua Verde	415	Inka (500-400)	-13,2	-6,7	7,8	6,5	Williams y de Hoyos 2001
Valle	Andalgala, Catamarca	Agua Verde	380	Histórico (400- en adelante)	-11,6	-6,3	8,2	5,3	Williams y de Hoyos 2001
Qda de Humahuaca	Tilcara, Jujuy	La Huerta	600	Tardío (900-500)	-11,9	-8,24	9,31	3,66	Olivera y Yacobaccio
Qda de Humahuaca	Tilcara, Jujuy	La Huerta	600	Tardío (900-500)	-10,55	-4,37	9,19	6,18	Olivera y Yacobaccio
Qda de Humahuaca	Tumbaya, Jujuy	Esquina de Huejira	320	Inka (500-400)			12,2		Williams <i>et al</i> 2005
Puna Meridional	Antofagasta de la Sierra	Qda. de la Cueva	1130	Medio (1500-900)	-12,66	-11,59	8,86	1,07	Olivera y Yacobaccio
Puna Meridional	Antofagasta de la Sierra	Qda. de la Cueva	1180	Medio (1500-900)	-13,13	-12,87	9,64	0,26	Olivera y Yacobaccio
Puna Meridional	Antofagasta de la Sierra	Punta de la Peña 9	ca. 1500	Formativo (3500-1500)	-11,4		11,71		Aranibar <i>et al</i> 2007 ¹

Tabla 1.

Región	Área	Sitio	Crono.	Período (años AP)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{ap-col}}$	Fuente
Puna Meridional	Antofagasta de la Sierra	Punta de la Peña 9	ca. 1500	Formativo (3500-1500)	-11,8		11,86		Aranibar <i>et al.</i> 2007
Puna Septentrional	Susques, Jujuy	Hornillos 3	475	Incia (500-400)	-17	-12,1	12,10	4,9	Olivera y Yacubaccio 1999
Puna Septentrional	Qda. Pumamarca, Jujuy	Huachichocana	agropastoril tardío	Tardío (900-500)	-13,05	-8,58	8,13	4,47	Olivera y Yacubaccio 1999
Puna Septentrional	Qda. Pumamarca, Jujuy	Huachichocana	3400	Formativo (3500-1500)	-17,05	-8,67	10,58	8,38	Olivera y Yacubaccio 1999
Puna Septentrional	Qda. Pumamarca, Jujuy	Huachichocana	10200	CR (mas d 3500)	-15,73	-3,64	10,47	12,09	Olivera y Yacubaccio 1999
Puna Septentrional	Susques, Jujuy	Morro Ciénago Chico	2750	Formativo (3500-1500)	-17,8	-13,1	11,10	4,7	Olivera y Yacubaccio 1999
Puna Septentrional	Susques, Jujuy	Chulpa Chayal	260	Histórico (400- en adelante)	-14,5	-9,6	9,90	4,9	Olivera y Yacubaccio 1999
Puna Septentrional	Susques, Jujuy	Pueblo Viejo 1	510	Tardío (900-500)	-16,16	-17,42	13,15	-1,26	Olivera y Yacubaccio 1999
Puna Septentrional	Qda. Inca Cueva, Jujuy	Inca Cueva 4	5300	CR (mas d 3500)	-16,90		14,18		no publicado
Puna Septentrional	Pastos Grandes, Salta	Pastos Grandes	3738	CR (mas d 3500)	-16,80				López y Miranda 2007-2008
Puna Septentrional	Humahuaca, Jujuy	Pintosayoc	2900	Formativo (3500-1500)	-17,2	-12,6	8,50	4,6	Olivera y Yacubaccio 1999
Puna Septentrional	Codhinoqa, Jujuy	Loc. Río Doncellas	ca. 460	Incia (500-400)	-15,0				Kilian Galván y Olivera 2008
Puna Septentrional	Codhinoqa, Jujuy	Loc. Río Doncellas	ca. 900-550	Tardío (900-500)	-15,7				Kilian Galván y Olivera 2008
Puna Septentrional	Codhinoqa, Jujuy	Loc. Río Doncellas	ca. 900-550	Tardío (900-500)	-17,2				Kilian Galván y Olivera 2008
Puna Septentrional	Codhinoqa, Jujuy	Loc. Río Doncellas	ca. 900-550	Tardío (900-500)	-15,8				Kilian Galván y Olivera 2008
Puna Septentrional	Codhinoqa, Jujuy	Loc. Río Doncellas	ca. 460	Incia (500-400)	-14,6				Kilian Galván y Olivera 2008
Puna Septentrional	Codhinoqa, Jujuy	Loc. Río Doncellas	ca. 460	Incia (500-400)	-14,8				Kilian Galván y Olivera 2008
Puna Septentrional	Codhinoqa, Jujuy	Loc. Río Doncellas	ca. 900-550	Tardío (900-500)	-15,7				Kilian Galván y Olivera 2008
Puna Septentrional	Codhinoqa, Jujuy	Loc. Río Doncellas	ca. 900-550	Tardío (900-500)	-16,3				Kilian Galván y Olivera 2008
Puna Septentrional	Codhinoqa, Jujuy	Localidad Río Doncellas	ca. 900-550	Tardío (900-500)	-17,3				Kilian Galván y Olivera 2008
Yungas	La Candelaria, Salta	Agua Chica	1740	Formativo (3500-1500)	-9,1				Scattolin <i>et al.</i> 2007
Yungas	La Candelaria, Salta	Caspinchango	1615	Formativo (3500-1500)	-9,4				Scattolin <i>et al.</i> 2007
Yungas	La Candelaria, Salta	Huanacocha	1455	Medio (1500-900)	-11				Scattolin <i>et al.</i> 2007
Yungas	La Candelaria, Salta	Toro Loco	1390	Medio (1500-900)	-9,8				Scattolin <i>et al.</i> 2007
Yungas	La Candelaria, Salta	Caspinchango	1280	Medio (1500-900)	-9,5				Scattolin <i>et al.</i> 2007
Yungas	La Candelaria, Salta	Unquillo	1120	Medio (1500-900)	-13				Scattolin <i>et al.</i> 2007

1. Estos valores corresponden al promedio de siete mediciones sobre la uña del mismo individuo, siendo el DE de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ igual a 1,16 y de $\delta^{15}\text{N}$.

Tabla 1. Información de isótopos estables sobre muestras de restos humanos del NOA publicadas hasta el momento.

Precipitaciones y altitud

Una variable fundamental en el desarrollo agropecuario del NOA es el nivel de precipitaciones, siendo su principal característica la irregularidad y la distribución desigual en el espacio, debido a las particularidades del relieve andino. Siguiendo a Bianchi *et al.* (2005), los valles que separan a cada cordón montañoso presentan diferentes condiciones de humedad conforme su ubicación en dirección Este-Oeste. En el caso de las Quebradas, se ha identificado un descenso de las precipitaciones, siendo más secas que las tierras altas circundantes, aunque esto puede variar en función de su orientación respecto de los vientos húmedos. Por otro lado, el elevado borde oriental de la Puna produce un efecto orográfico negativo sobre los valles y bolsones, convirtiéndola en un desierto de altura. Podemos distinguir entre una Puna Desértica (o Salada) hacia el S, con precipitaciones que alcanzan los más bajos registros regionales (50 mm anuales) de la Puna Seca o Septentrional, donde hay mayores precipitaciones (pudiendo llegar a los 400 mm anuales) (Albeck 1984). Por el contrario, las Yungas cuentan con un régimen de precipitaciones entre los 600-800 mm anuales, que aumenta hacia el O por razones orográficas (Volonte *et al.* 2003). Para finalizar es importante destacar que todas las ecoregiones consideradas muestran una amplia variabilidad en función del relieve particular de las distintas áreas y la forma en que circulan los vientos en las mismas.

Por su parte, la altitud tiene repercusiones obvias sobre la humedad de los distintos ambientes y la distribución de las especies vegetales. Aquellas especies que siguen la vía fotosintética C_3 se ubican preferentemente en ambientes húmedos y frescos, por el contrario, los vegetales correspondientes al régimen C_4 crecen en hábitats cálidos con mayor radiación solar (Cavagnaro 1988). A partir de un estudio llevado a cabo en la Provincia de Mendoza, Cavagnaro (1988) afirma que los vegetales C_3 se vuelven más abundantes a medida que aumenta la altitud, mientras que las plantas C_4 se comportan de manera inversa, dependiendo de la temperatura promedio determinada por el gradiente altitudinal. Según lo planteado por numerosos autores (Fernández y Panarello 1999-2001a; 1999-2001b; Yacobaccio *et al.* 2009) en la Puna Jujeña se observa una situación similar, donde se registra un aumento en el porcentaje de C_3 en la dieta de diversos animales (particularmente camélidos) a medida que aumenta la altitud en la que se alimentan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contrariamente a nuestras expectativas, los resultados obtenidos hasta el momento no indican que exista una correlación directa ente los valores considerados y aquellas variables seleccionadas como la cronología y las precipitaciones. La única correlación confiable que hemos registrado en nuestro trabajo es aquella que se delinea al cruzar la altitud y los valores de $\delta^{13}\text{C}$ en colágeno, si bien no se registra relación entre esta variable y las mediciones de $\delta^{13}\text{C}$ apatita y $\delta^{15}\text{N}$ sobre colágeno.

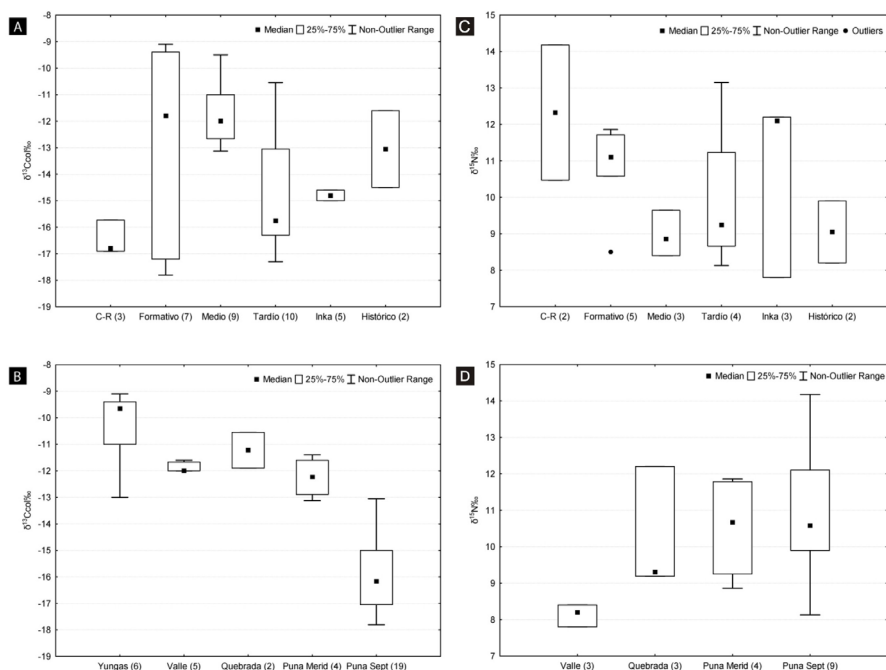


Figura 2. Box Plots valores de $\delta^{13}\text{C}$ según periodos cronológicos (A). Box Plots valores de $\delta^{13}\text{C}$ según ecozonas (B). Box Plots valores de $\delta^{15}\text{N}$ según periodos cronológicos (C). Box Plots valores de $\delta^{15}\text{N}$ según ecozonas (D).

A la hora de evaluar cómo se relacionan los períodos, las subregiones y los valores $\delta^{13}\text{C}$ en colágeno, encontramos que estos últimos se agrupan de manera más coherente y con una menor dispersión dentro de cada grupo si seguimos un criterio regional que al hacerlo según la cronología (Figura 2). La mayor dispersión coincide con los períodos para los que se dispone de un número mayor de individuos,

siendo los valores obtenidos en la Puna Septentrional los que amplían el rango de los grupos cronológicos que exhiben mayor variabilidad. Asimismo, no se observa una tendencia temporal hacia un enriquecimiento de los valores de $\delta^{13}\text{C}$, aunque esta era la expectativa derivada a partir del énfasis que la bibliografía pone en el afianzamiento progresivo del cultivo del maíz en el área. Esto podemos sostenerlo a partir del cruzamiento de dichos valores obtenidos sobre ambas fracciones del registro óseo y los fechados absolutos de aquellas muestras que los poseen, siendo el coeficiente de correlación entre la cronología y los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (r^2) igual a 0,1313 ($p = 0,0534$), al tiempo que la relación entre la cronología y los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$ (r^2) es igual a 0,1075 ($p = 0,2523$). Asimismo consideramos la relación apatita-colágeno $\Delta^{13}\text{C}_{\text{ap-co}}$ ($r^2 = 0,4520$; $p = 0,0084$), evidencia que podría ser interpretada como un incremento progresivo de la asimilación de vegetales enriquecidos, pero nos inclinamos por comprenderlo como un efecto de la muestra, debido a que la mayor dispersión se encuentra en los últimos 1000 años y el único valor obtenido durante el período de cazadores recolectores estaría inclinando la tendencia.

Por otro lado, al agrupar los valores en función de las distintas regiones y considerando las variables ambientales no hemos registrado ningún tipo de tendencia al cruzar los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y las precipitaciones ($r^2 = 0,2199$, $p = 0,039$), de tal forma que las muestras correspondientes a áreas de mayor precipitación (Yungas) presentan valores similares que aquellas que corresponden a regiones más áridas (Puna Meridional). Algo muy distinto sucede al considerar los mismos valores según la altitud ($r^2 = 0,6282$, $p = 0$) evidenciándose una tendencia bastante clara, en consonancia a lo esperado a partir de los datos manejados por autores como Fernández y Panarello (1999-2001a) y Yacobaccio y colaboradores (2009) para poblaciones animales. Esta misma tendencia no se registra al cruzar la altitud con los valores de $\delta^{13}\text{C}$ medidos sobre apatita y los valores de $\delta^{15}\text{N}$ sobre colágeno, contando con coeficientes de correlación de 0,3677 ($p = 0,0166$) y 0,2501 ($p = 0,0292$) respectivamente. Al mismo tiempo vale destacar que si consideramos las precipitaciones y la altura, las muestras de la Puna Septentrional se separan del resto, evidenciando valores menos enriquecidos, hecho que podría estar ligado a la aridez que caracteriza a dicha área y que condiciona la abundancia de plantas C_4 e impide de manera sostenida el cultivo extensivo de vegetales macrotérmicos.

A su vez, los valores de $\delta^{15}\text{N}$ no nos permiten señalar la existencia de una tendencia temporal clara hacia una disminución en el consumo de carne, siendo la

correlación entre dichos valores y la cronología de $r^2 = 0,0678$ ($p = 0,3128$), aunque sí podríamos hablar de un mayor consumo para el período de Cazadores-Recolectores respecto del resto (Figura 2C y 2D).

En cuanto a la relación de estos mismos valores y las precipitaciones, a diferencia de lo esperado teóricamente, no se encuentra ninguna correlación que permita afirmar un enriquecimiento de estos a medida que se acentúan las condiciones de aridez ($r^2 = -0,0083$; $p = 0,7108$). De tal forma que en Puna, donde estas condiciones son más marcadas, se hallan valores que se superponen con los obtenidos en otras áreas y abarcando un amplio rango de 6 ‰.

Patrones paleodietarios en el NOA

De lo analizado, se desprende la necesidad de ahondar en la caracterización de los patrones paleodietarios obtenidos para las distintas ecozonas, distinguiendo los componentes proteicos y energéticos de la dieta, dada la homogeneidad que encontramos entre los grupos definidos con dicho criterio (evidente entre áreas como la Puna Meridional y la Quebrada con valores que se superponen para las distintas relaciones isotópicas). Con este propósito comparamos los valores $\delta^{13}\text{C}$ en la fracción apatita y colágeno, y los cruzamos con las mediciones de $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 3). Asimismo, estimamos la diferencia ($\Delta^{13}\text{C}_{\text{ap-co}}$), comparándola con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$ y sobre colágeno en $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 4). Finalmente consideraremos nuestros diagnósticos a la luz del modelo propuesto por Kellner y Schoeninger (2007). Es preciso aclarar que aquí solo discutiremos tendencias delineadas a partir de la comparación de los datos obtenidos sobre aquellos individuos analizados para las 3 líneas de evidencia ($n = 15$).

Los valores registrados en el área de Valles exhiben una señal isotópica que indica el consumo de carbohidratos y lípidos enriquecidos, con una menor importancia de proteínas animales (con patrón fotosintético C_3) y proteínas vegetales C_3 . Esto se desprende de la alta diferencia que muestran los valores de $\Delta^{13}\text{C}_{\text{ap-co}}$ y el promedio empobrecido que registran los valores de $\delta^{15}\text{N}$.

En el caso de la Quebrada de Humahuaca se identifica una mayor importancia del componente animal y de carbohidratos y lípidos C_4 en la dieta con respecto a la región de Valles, debido al registro de una menor diferencia entre las señales isotópicas de los componentes proteicos y energéticos de la dieta. Podemos entender

entonces que los herbívoros consumidos, pudieron acceder a pasturas enriquecidas o a vegetales cultivados bajo un patrón C_4 (ver los valores enriquecidos en llamas arqueológicas publicados por Mengoni [2007] para la Quebrada de Humahuaca, y por Fernández y Panarello [1999-2001] para la Puna).

Por su parte, si consideramos el gráfico de medias de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ puede plantearse un alto consumo de proteína animal con una menor importancia de vegetales bajo un patrón fotosintético C_4 para la Puna Septentrional. Sin embargo, al considerar la relación $\Delta^{13}C_{ap-co}$ se evidencia una amplia variabilidad que llega a superponerse con el rango registrado en las áreas de Valle y Quebrada.

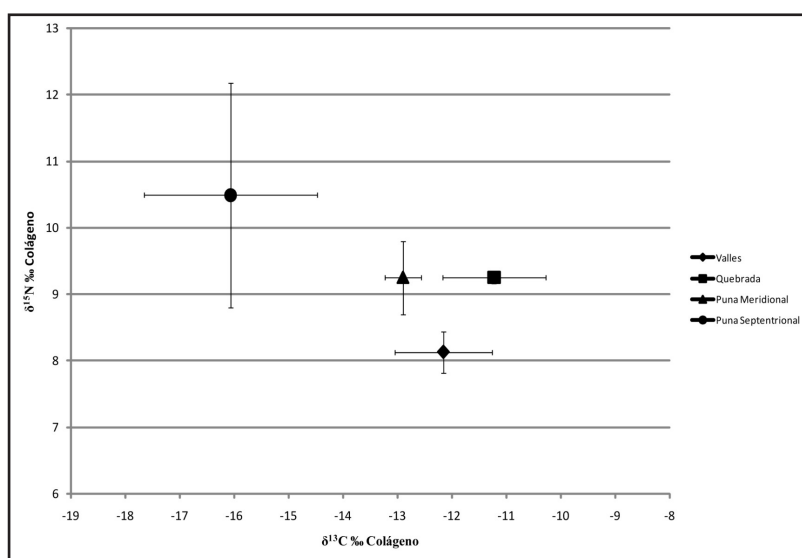


Figura 3. Valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ sobre colágeno.

Para finalizar, los valores de Puna Meridional muestran una menor importancia del componente energético en la dieta, lo cual se entiende en el marco de valores $\delta^{15}N$ enriquecidos y de una escasa diferencia en $\Delta^{13}C_{ap-co}$. Este último aspecto también estaría indicando que el componente proteico se encuentra más enriquecido que el resto de los componentes de la dieta, es decir que si bien pudo incluirse el maíz (u otros vegetales con patrón C_4) este no ha sido predominante, siendo las proteínas animales consumidas las que pudieron encontrarse enriquecidas.

Ahora bien, considerando las dos líneas de regresión propuestas y probables

para el área dentro del modelo de Kellner y Shoeninger (2007) (Figura 5) los valores correspondientes a la Puna Septentrional estarían dentro de un patrón de consumo basado en proteínas y energía C_3 . Por otro lado las dietas de Valle y Quebrada se caracterizarían por un mayor consumo de energía C_4 , correspondiendo a la línea proteica C_4 dentro del modelo. Al tiempo que los valores de Puna Meridional, a diferencia de lo diagnosticado anteriormente, se inclinarían hacia el consumo de proteínas con vía fotosintética C_4 . Este escenario, nos ayudaría a explicar los bajos valores de $\Delta^{13}C_{ap-co}$, respecto a los hallados tanto en Puna Septentrional como Valles y Quebrada.

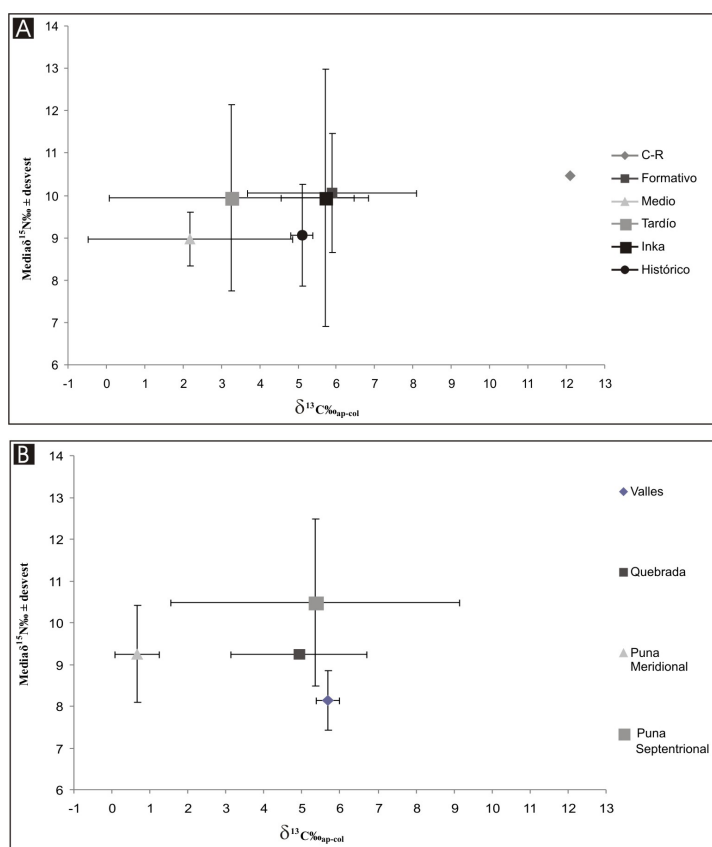


Figura 4. Diferencia isotópica del carbono en la fracción apatita y colágeno del hueso y valores isotópicos del nitrógeno en colágeno discriminados por periodos (A) y por ecoregiones (B). Nótese la ausencia de una progresión de patrones en el primer gráfico.

En cuanto a las mediciones de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 4) se destaca que los valores de Nitrógeno en Puna Septentrional varían en un amplio rango, de tal forma que las muestras se superponen con las de todos los otros ambientes. En cambio, las mediciones de $\delta^{13}\text{C}$ en Puna Meridional, Valles y Quebrada se superponen entre sí, pero no ocurre lo mismo respecto a los valores en el Nitrógeno.

Debemos destacar que uno de los valores más sobresalientes es aquel obtenido sobre la fracción apatita para el período Cazadores-Recolectores en puna Septentrional ($\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}} = -3,64 \text{ ‰}$). Este tipo de mediciones, generalmente registradas en sociedades productoras y consumidoras de maíz, ha sido explicado por otros autores (Olivera y Yacobaccio 1999) como resultado de la inclusión de plantas con patrón fotosintético CAM (*Opuntia sp.* y *Tillandsia sp.*), disponibles en el registro andino. Al mismo tiempo el valor $\Delta^{13}\text{C}_{\text{ap-co}}$ para este individuo es particularmente alto, siendo esto por lo general, indicativo de una dieta pobre en proteínas y donde los componentes proteicos y energéticos poseen señales isotópicas diferentes. No parece ser el caso del individuo señalado, pues posee un valor en $\delta^{15}\text{N}$ solo un 0,002‰ más empobrecido que el promedio para el área de Puna Septentrional, el cual es el más alto de todo el NOA.

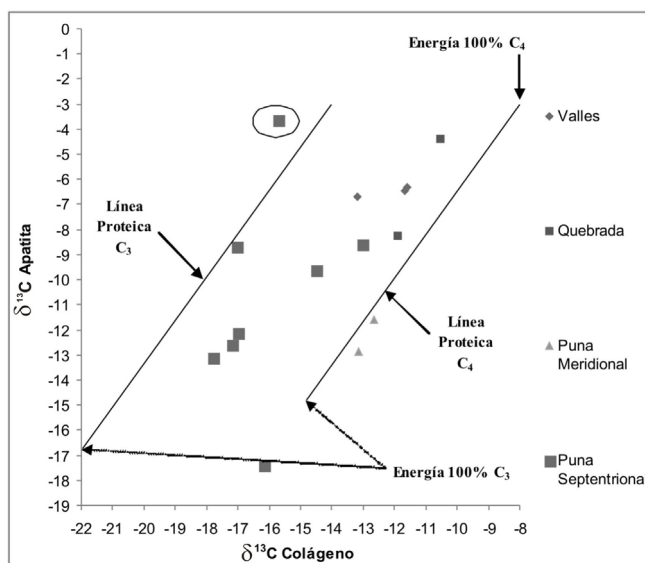


Figura 5. Individuos discriminados por su procedencia ecorregional trazados sobre líneas de regresión proteicas probables para el área.

COMENTARIOS FINALES

Este trabajo debe considerarse como un análisis exploratorio debido a que los datos publicados hasta el momento son escasos. Sin embargo estos nos permiten observar que contrariamente a lo esperado, no se registra una tendencia temporal hacia el equilibrio en el consumo de maíz y camélidos. Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ analizados no permiten observar un pasaje claro de una dieta cárnica, pensada para el período Cazadores-Recolectores, a una fundamentalmente basada en vegetales cultivados, como el maíz, para el Formativo y los períodos subsiguientes. A partir de estos datos, observamos entonces que los valores se explican mejor considerando las distintas áreas de proveniencia, con independencia de los períodos cronológicos, si bien dentro de las mismas existen amplias dispersiones como la registrada para Puna Septentrional. Al mismo tiempo, es importante destacar que el cruzamiento de diferentes tipos de evidencia isotópica (Carbono sobre colágeno y apatita y Nitrógeno) nos permite distinguir los distintos componentes de las dietas que, analizadas desde una sola línea de evidencia, parecen homogéneas.

En el caso de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de la región Valliserrana, estos se distancian del resto de las áreas, probablemente a raíz de la potencialidad agrícola de la misma⁶. Por otra parte, en Puna Septentrional, aún en momentos tardíos, no hay una clara señal de consumo de maíz, ya sea logrado por producción local o intercambio, siendo los valores correspondientes a estos momentos iguales a los obtenidos en contextos de caza y recolección. Al mismo tiempo, los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de esta área se separan claramente del resto, evidenciando una dieta con un componente mayor de vegetales C_3 , así como proteínas poco enriquecidas, siendo estos valores los esperados en poblaciones pastoriles. Uno de los aspectos más llamativos de este análisis comparativo, es el caso de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ enriquecidos correspondientes a las muestras de Puna Meridional, que parecen indicar un consumo de vegetales C_4 que se corresponde con el de otras regiones mucho más húmedas. Sin embargo al considerar los datos medidos sobre apatita, dichos valores parecen ser más el resultado del consumo de proteínas enriquecidas, antes que de vegetales C_4 , como el maíz.

Otro aspecto a resaltar es el enriquecimiento en los valores de $\delta^{15}\text{N}$ observados desde una perspectiva regional. Si bien no se pudo establecer una correlación negativa respecto a las precipitaciones, se puede atribuir un mayor enriquecimiento debido al fraccionamiento trófico, es decir que estos valores aparecen más enriquecidos en zonas

potencialmente ganaderas (como es el caso de Puna) antes que en áreas asociadas a la explotación agrícola (Valles).

Para finalizar, consideramos necesaria la obtención de valores que nos permitan reconstruir la ecología isotópica de los casos aquí estudiados. De esta manera, podremos disminuir las variables que contribuyen a la equifinalidad sobre las causas que originan los cambios en las relaciones isotópicas en el NOA a lo largo del tiempo.

AGRADECIMIENTOS

A Augusto Tessone por brindarnos generosamente su tiempo para discutir este trabajo. Ernesto Gallegos por su colaboración cartográfica. Nadia Killian Galván por la edición. Paul Tchilinguirian y Marcelo Morales por orientarnos en el increíble mundo del ambiente. Leticia Cortez, Soledad Gheggi, María Elena Gonaldi y Gabriel López por colaborar en el armado de la base de datos. A Daniel Loponte por sus valiosísimas observaciones. Especialmente a Hugo Yacobaccio y Daniel Olivera por inspirarnos. Las autoras son completamente responsables de lo plasmado en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Albeck, M. E.

1984. Riego prehispánico en Casabindo (Provincia de Jujuy). *Revista del Museo de La Plata*. Tomo VIII, *Antropología* 60. La Plata.

Ambrose, Stanley H.

1993. Isotopic analysis of paleodiets: Methodological and interpretive considerations. En: M. K. Sandford (ed.), *Investigations of ancient human tissue. Chemical analysis in anthropology*, pp. 59-130. Pennsylvania, Gordon and Breach Science Publishers.

Araníbar J., S. M. L. López Campeny, M. G. Colaneri, A. S. Romano, S. A. Macko y C. A. Aschero

2007. Dieta y Sociedades Agropastoriles: análisis de isótopos estables de un sitio de la

Puna Meridional Argentina (Antofagasta de la Sierra, Catamarca). *Comechingonia*. 10: 29-48.

Amundson R., E. A. Austin, E. A. G. Shuur, K. Yoo, V. Matek, C. Kendall, A. Uebersax, D. Brenner y T. Baisden
2003. Global patterns of the isotopic composition of soil and plant nitrogen. *Global BiochemicalCycles*. 17 (1), 1031, doi:10.1029/2002GB001903.

Bianchi A.R., Yáñez, C.E., Acuña, L.R., Elena, H.J. y TolabaMartinez, F.G
2005. Base de datos mensuales de precipitaciones en el Noroeste Argentino. Período 1934-1990. http://www.inta.gov.ar/prorenea/info/resultados/Precip_NOA/base_precipitaciones_noa.asp. (7 de agosto de 2009).

Cavagnaro, J. B.
1988. Distribution of C₃ and C₄ grasses at different altitudes in a temperate arid region of Argentina. *Oecologia* 76: 273-277.

Fernández, J. y H. O. Panarello
1999-2001a. Isótopos del carbono en la dieta de herbívoros y carnívoros de los Andes jujeños. *Xama* 12-14: 71-85.
1999-2001b. Los isótopos estables del carbono en pelo de animales silvestres de ambientes altiplánicos de Argentina. *Xama* 12-14: 61-69. Mendoza.

Gonaldi, M. E.
2006. Prácticas funerarias en un contexto doméstico: sitio La Cuestecilla. Dto. Famatina- La Rioja –Argentina. *UNLaR Ciencia* 1(1): 24-32.

Kellner, C. y M. Shoeninger
2007. A simple carbon isotope model for reconstructing prehistoric human diet. *American journal of physical anthropology* 133: 1112- 1127.

Killian Galván V. A. y D. E. Olivera
2008. First $\delta^{13}\text{C}$ for human skeletal remains from South Western Puna (Jujuy, Argentina). En: Linares, E., Cabaleri N. G., Do Campo, M. D., Ducós E. I. y Panarello

H. O. (Compiladores). *VI South American Symposium on Isotope Geology*. Actas en CD-ROM, Resumen Extendido N° 129, Buenos Aires. ISSN 1851 6858. 4pp.

López, G. E. J. y Miranda, P. C.

2007-2008. El “muerto” del salar: descripción de un hallazgo bioarqueológico a cielo abierto datado en ca. 3700 AP en el borde del salar de Pastos Grandes, Puna de Salta. *Arqueología* 14:199-215

Mengoni Goñalons, G. L.

2007. Camelid management during Inca times in N.W. Argentina: models and archaeozoological indicators. *Anthropozoologica* 42 (2): 129-141.

Murphy, B.P. y D.M. J. S. Bowman

2006. Kangaroo metabolism does not cause the relationship between bone collagen $\delta^{15}\text{N}$ and water availability. *Functional Ecology* 20 (6): 1062-1069.

Nastri, J.

1997-1998. Patrones de asentamiento prehispánicos tardíos en el sudeste del valle de Santa María (noroeste argentino). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*. 22-23: 247-270.

Nielsen, A. E.

2001. Evolución social en Quebrada de Humahuaca (AD 700-1536). *Historia Argentina Prehispánica*, Tomo I. En E. Berberian y A. E. Nielsen (Ed.), pp. 171-264. Ed. Brujas, Córdoba.

O'Connell T. C., R. E. M. Hedges, M. A. Healey y A. H. R. W. Simpson

2001. Isotopic Comparison of Hair, Nail and Bone: Modern Analyses. *Journal of Archaeological Science* (28) 11: 1247-1255

Olivera D.

2001. Sociedades agropastoriles tempranas: El formativo inferior del Noroeste Argentino. En *Historia Argentina Prehispánica*, 1: 83-125. Eds. E. Berberian y A. Nielsen. Editorial Brujas, Córdoba

Olivera, D. E. y H. D. Yacobaccio

1999. Estudios de paleodieta en poblaciones humanas de los Andes del Sur a través de isótopos estables. Trabajo presentado al V Congreso Nacional de Paleopatología, Alcalá La Real, Jaén.

Pate, F. D.

1994. Bone Chemistry and Paleodiet. *Journal of Archaeological Method and Theory* 1: 161-209.

Pérez Gollán, J. A.

1994. El Proceso de Integración en el Valle de Ambato: complejidad social y sistemas simbólicos. *Rumitacana* 1:33-42. Catamarca.

Scattolin M. C., M. F. Bugliani, L. Pereyra Domingorena y L. I. Cortéz

2005. La señora de los anillos, entre otras tumbas presantamarianas de Yocavil. *Intersecciones en Antropología*. 6: 29-45.

Scattolin M. C., L. Pereyra Domingorena, L. I. Cortéz, M. F. Bugliani, C. M. Calo, A. D. Izeta y M. Lazzari

2007. Cardonal: una aldea formativa entre los territorios de Valle y Puna. *Cuadernos FHyCS-UNJu*. 32: 211-225.

Schoeninger, M. J.

1995. Stable Isotopes Studies in Human Evolution. *Evolutionary Anthropology* 4 (3): 83- 98.

Tarragó, M. N.

1999. Las Sociedades del Sudeste Andino. En: *Las Sociedades Originarias. Historia General de América Latina I*. Cap. 19. Dir.: T. Rojas Rabiela y John V. Murra. Publicado por la UNESCO, Paris y Editorial Trotta. Simancas Ediciones, España.

Volonte J. N., A. R. Bianchi, H. P. Paoli y D. R Fernández

2003. Monitoreo de cultivos extensivos del NOA a partir de Sensores Remotos.

Campaña Agrícola 2002-2003. INTA EEA Salta. 26 pp.

Yacobaccio, H. D.

1994. Biomasa animal y consumo en el Plistoceno- Holoceno surandino. *Arqueología* 4: 43-71.

Yacobaccio, H. D., C. Madero, M. Malmierca y M. Reigadas

1997-1998. Caza, domesticación y pastoreo de camélidos en la Puna Argentina. *Relaciones XIXIII*: 389 - 418.

Yacobaccio H. D., M. R. Morales y C. T. Samec

2009. Towards an isotopic ecology of herbivory in the Puna ecosystem: new results and patterns in *Lama glama*. *International Journal of Osteoarchaeology* 19: 144-155.

Williams, V. y M. de Hoyos

2001. El entierro de Agua Verde. Variables bioarqueológicas para el estudio de la complejización social. *Intersecciones en Antropología*. 2: 19-35.

Williams, V., M. P. Villegas, M. S. Gheggi y M. G. Chaparro

2005. Hospitalidad e intercambio en los Valles Mesotermiales del Noroeste Argentino. *Boletín de Arqueología PUCP*, 9: 335-372.

NOTAS

¹La principal dificultad de aplicar este modelo a la problemática planteada en este trabajo, es que considera valores isotópicos de diferentes procedencias, perdiendo precisión respecto a la especificidad de las cadenas tróficas locales. Por lo tanto, lo consideraremos como una primera aproximación, proponiendo en el futuro realizar estudios actualísticos en pos de un modelo empírico que responda a las características ecológicas del NOA.

²Estos valores corresponden al promedio de siete mediciones sobre la uña del mismo individuo, siendo el DE de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ igual a 1,16 y de 0,58 en el caso del $\delta^{15}\text{N}$.

³ La relación C/N para la evaluación de la calidad de los datos no ha sido publicada en los trabajos relevados.

⁴Se utilizó información publicada e informes del INTA (Bianchi *et al.* 2005 y Volonte *et al.*

2003).

⁵Estos valores se corrigieron en un + 1,4 ‰ en el caso de $\delta^{13}\text{C}$ y + 0.86 ‰ en $\delta^{15}\text{N}$ en la keratina de pelo. En el caso de la keratina en uña también se consideró un + 1,4 ‰ en el caso de $\delta^{13}\text{C}$, pero un + 1,51‰ en el $\delta^{15}\text{N}$.

⁶Apoyando esta línea se encuentran los resultados de Williams y colaboradores (2005), quienes obtuvieron una media para $\delta^{13}\text{C}$ de -9,32‰ en individuos provenientes del sitio Tolombón, Salta, ubicado en el segmento temporal Desarrollos Regionales-Inca. Los resultados individuales aún no fueron publicados.