

ESTUDIOS PALEODIETARIOS Y DE MOVILIDAD EN GRUPOS
CAZADORES-RECOLECTORES DE LA CUENCA DEL RÍO
PINTURAS, SANTA CRUZ, ARGENTINA

JULIA MERLER CARBAJO^a & AUGUSTO TESSONE^b

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es evaluar la utilidad del análisis de isótopos estables en restos humanos para el abordaje de la movilidad y la dieta en cazadores-recolectores en el área del río Pinturas. Para ello se analizaron los isótopos estables del carbono, nitrógeno y oxígeno en colágeno y bioapatita en cinco individuos de la cuenca. Todos los individuos presentaron valores similares para todas las relaciones isotópicas consideradas, con excepción del individuo 3 del sitio Puesto El Rodeo. Los marcos de referencia disponibles para la región de $\delta^{15}\text{N}$ como el $\delta^{18}\text{O}$ han demostrado ser útiles para identificar diferencias ecológico-climáticas en un eje este-oeste en la región. Sobre esta base, se plantea que el individuo 3 de Puesto El Rodeo correspondería a un individuo no local proveniente del área al oeste de la cuenca, mientras que el resto de los individuos analizados presenta valores asociados al área esteparia del centro-oeste de la Patagonia.

PALABRAS CLAVE: isótopos estables, Patagonia, marco de referencia, dieta, movilidad.

PALEODIETARY AND MOBILITY STUDIES IN HUNTER-GATHERER
GROUPS FROM RÍO PINTURAS BASIN, SANTA CRUZ, ARGENTINA

ABSTRACT

The aim of this essay is to evaluate the usefulness of stable isotope analysis in human remains for addressing mobility and diet in hunter-gatherers in the Pinturas river area. For this purpose, stable isotopes of carbon, nitrogen and oxygen in collagen and bioapatite were analyzed in five individuals from the basin. All individuals presented similar values for all the isotopic ratios considered, with the exception of individual 3 from the Puesto El Rodeo site. Available frames of reference for the $\delta^{15}\text{N}$ region such as $\delta^{18}\text{O}$ have proven useful to identify ecological-climatic differences on an east-west axis in the region. On this basis, it is suggested that individual 3 from Puesto El Rodeo would correspond to a non-local individual from the area to the west of the basin, while the rest of the individuals analyzed present values associated with the steppe area of central-western Patagonia.

KEY WORDS: Stable Isotopes, Patagonia, Frame of reference, Diet, Mobility.

^a Instituto de Biodiversidad y Biología Experimental y Aplicada (IBBEA)-CONICET UBA.
[<https://orcid.org/0000-0002-4345-0031>] ✉ julimerler@yahoo.com.ar

^b Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS)-CONICET UBA.
[<https://orcid.org/0000-0001-9722-1480>] gutitessone@gmail.com

* Autora de correspondencia.

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones sistemáticas en la cuenca del río Pinturas fueron iniciadas en la década de 1970 por Carlos Gradín y su equipo (Gradín *et al.* 1976; Sacchi *et al.* 2021). El área se ubica al noroeste de la provincia de Santa Cruz (46°-48° latitud sur y 70°-72° longitud oeste) (Gradín *et al.* 1976). La región presenta una gran cantidad de sitios que dan cuenta de ocupaciones desde momentos tempranos (9.400 años AP) hasta finales del Holoceno tardío y momentos históricos (Gradín *et al.* 1976). A lo largo del Holoceno, se habría dado una progresiva reducción de la movilidad hacia el interior de la cuenca y en relación con otros sectores del área cordillerana (Cerro Pampa, Cuenca Posadas-Salitroso, Parque Nacional Perito Moreno), así como un cambio en la extensión de los territorios de los grupos cazadores-recolectores (Aschero e Isasmendi, 2018; Carden *et al.* 2009).

Estos patrones y dinámicas poblacionales planteados no son exclusivos del área del río Pinturas, sino que corresponden a tendencias observadas a nivel regional, principalmente a partir del arte rupestre (Aschero e Isasmendi, 2018). La gran cantidad de estilos identificados, tanto en Cueva de las Manos como en los demás sitios, permite dar cuenta, entre otras cosas, del uso del espacio de los grupos que ocuparon la cuenca del río Pinturas (Aschero, 2012; Schneier *et al.* 2021). A su vez, la amplia distribución y variabilidad del arte rupestre regional permiten pensar en la existencia de pautas estilísticas compartidas y redes de circulación de conocimiento entre el río Pinturas y otros sectores del área cordillerana (Aschero, 2012; Aschero e Isasmendi, 2018; Belardi y Goñi, 2006; Carden *et al.* 2009; Goñi *et al.* 2019; Pallo y Borrero, 2015; Re *et al.* 2017; Sacchi *et al.* 2021), así como también hacia el Este, con el área de la meseta central (Carden *et al.* 2009). El arte rupestre, junto a la amplia presencia y distribución de obsidiana de Pampa del Asador a nivel regional, permitieron plantear potenciales vías de circulación a lo largo y ancho del noroeste de la provincia de Santa Cruz (Aschero, 2012; Belardi y Goñi, 2006; Carden *et al.* 2009; Goñi *et al.* 2019; Re *et al.* 2017; Sacchi *et al.* 2016; 2021). Hacia el Holoceno tardío, el aumento demográfico producto de una ocupación definitiva de los espacios, la consecuente reducción

de la movilidad residencial y mayor demarcación territorial habrían implicado una complejización y diversificación de las redes de interacción social a nivel regional (Aschero e Isasmendi, 2018; Carden *et al.* 2009; Goñi *et al.* 2019), no sólo en sentido noroeste-sudeste, con los ríos Pinturas y Chico como corredores, sino también en sentido oeste-este hacia la Meseta Central, y norte-sur, marcando una interacción con la Meseta del Strobel (Belardi y Goñi, 2006; Carden *et al.* 2009). A su vez, la presencia de valvas de moluscos provenientes del océano Atlántico en una gran cantidad de sitios arqueológicos distribuidos en un área que va desde la cordillera hasta la costa atlántica da cuenta de posibles vías de circulación a una escala más amplia (Zubimendi y Ambrústolo, 2011). Lo mismo puede sugerirse para el Holoceno tardío con la presencia de enterratorios tipo chenques para depositar los muertos a lo largo de toda el área centro sur de Patagonia (Goñi *et al.* 2019).

Sin embargo, hasta el momento, no existe claridad respecto a los procesos que subyacen la amplia distribución de materiales en el registro arqueológico, principalmente de la obsidiana de Pampa del Asador o las valvas de moluscos, así como la variabilidad y dispersión de motivos en el arte rupestre regional, aunque se han planteado hipótesis que proponen procesos de intercambio (Zubimendi y Ambrústolo, 2011), aprovisionamiento directo (Pallo y Borrero, 2015), variación en los rangos de acción de los cazadores recolectores (Aschero e Isasmendi, 2018; Carden *et al.* 2009; Pallo y Borrero, 2015) y espacios de convergencia poblacional (Belardi y Goñi, 2006; Re *et al.* 2017).

Los estudios de isótopos estables han demostrado ser sumamente útiles para abordar cuestiones asociadas a la dieta y las estrategias de subsistencia (Panarello *et al.* 2021; entre otros) y, además, a aspectos vinculados a la movilidad y migración de los individuos y grupos en el pasado (Barberena, 2002; Barberena *et al.* 2020; entre otros). En relación con esto último, el $\delta^{18}\text{O}$ en el noroeste de la provincia de Santa Cruz presenta una variación ambiental en el eje espacial este-oeste (Stern y Blisniuk, 2002), por lo que es de suma utilidad para abordar la problemática planteada. Por otro lado, el $\delta^{15}\text{N}$ resulta un buen marcador isotópico para diferenciar entre consumo de recursos provenientes de la estepa y del bosque, los cuales también varían

en el eje oeste-este (Tessone *et al.* 2014a, 2014b; 2020). Las investigaciones paleodietarias indican un predominio de dietas terrestres esteparias a nivel regional, de acuerdo con los valores obtenidos para el área del lago Salitroso (Tessone, 2010), lagos Tar y San Martín (Belardi *et al.* 2010) y para el área del río Pinturas (Fernández y Panarello, 1994).

De esta manera, distintas líneas de evidencia estarían señalando la circulación de bienes e información a lo largo y ancho de la región. Sin embargo, hasta el momento, no es posible asegurar que esto implique la movilidad de individuos o grupos humanos, problemática que puede ser abordada mediante isótopos estables en restos óseos y dentales, y a partir de una ampliación y adecuación de los marcos de referencia existentes a las escalas de interacción humana. Por tal razón, el objetivo principal de este trabajo es evaluar la utilidad del análisis de isótopos estables (^{13}C , ^{15}N y ^{18}O) para el abordaje de movilidad y dieta en cazadores recolectores en el área del río Pinturas. Los análisis de isótopos estables en restos humanos para esta región son escasos, sólo disponible $\delta^{13}\text{C}$ en dos individuos (Fernández y Panarello, 1994) y, además, hasta el momento no se han realizado comparaciones de los valores obtenidos con marcos de referencia ambientales ($\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{15}\text{N}$). Para ello se hace énfasis en las variaciones longitudinales en la distribución natural de diversos isótopos estables de manera de evaluar el potencial de los isótopos analizados en el abordaje de procesos de movilidad y variabilidad en el aprovechamiento de recursos del bosque y la estepa. A su vez, se plantea que la combinación del $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{15}\text{N}$ permite resolver problemas de equifinalidad vinculados a la distribución de valores de $\delta^{18}\text{O}$ en el área, los cuales, si bien presentan un gradiente decreciente en el eje anteriormente planteado, comienzan a elevarse nuevamente entrando en la región central de la provincia de Santa Cruz, hacia el este de la ruta nacional N°40. Esto dificulta la diferenciación de esta área con las zonas adyacentes a la cordillera (Stern y Blisniuk, 2002).

MARCOS DE REFERENCIA

Como fue mencionado más arriba, los valores obtenidos en este trabajo fueron contrastados con los marcos isotópicos disponibles a nivel regional, de manera de poder analizar la procedencia de los

individuos estudiados, evaluar procesos de movilidad en el pasado y la variabilidad en el aprovechamiento de recursos de estepa y bosque.

La distribución de valores de $\delta^{18}\text{O}$ en el ciclo hidrológico regional es poco conocida. El trabajo de Stern y Blisniuk (2002) es uno de los pocos que permite dar cuenta de los patrones espaciales que presenta este isótopo en el área cordillerana. Estos autores analizaron los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en distintas fuentes de agua para un área comprendida entre los 47° y 48° de latitud sur. Esta región se ve casi exclusivamente afectada por los vientos del Pacífico o *Westerly winds*, lo que determina un patrón de precipitaciones descendente de oeste a este de la cordillera. La progresiva pérdida de humedad de las masas de aire se ve incrementada por la presencia de la cordillera de los Andes, la cual actúa como barrera orográfica. Esto genera una distribución isotópica denominada como *Isotope rain shadow*: un patrón decreciente en la concentración de $\delta^{18}\text{O}$ y δD entre la región barlovento y sotavento de la cordillera. Al aproximarse a la región central de la provincia de Santa Cruz, hacia el este de la ruta nacional N°40, comienza a observarse un leve incremento de los valores, posiblemente por la influencia de fuentes de humedad provenientes de otras áreas (Stern y Blisniuk, 2002). En ese sentido, Mayr y colaboradores (2018) plantean que para el área interior de la Patagonia el aumento del reciclado de humedad y procesos de evaporación sobre aguas lénticas se superpone con la firma isotópica de la fuente de humedad original (océano Pacífico).

En el caso del $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, los valores de referencia utilizados corresponden a aquellos obtenidos por Tessone (2010) y los estudios posteriores vinculados con la variabilidad isotópica longitudinal en el norte de Santa Cruz (Tessone, 2022; Tessone *et al.* 2020, 2023). Al igual que en el caso del $\delta^{18}\text{O}$ y δD , la distribución espacial del $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en la base de las cadenas tróficas en la región de estudio está fuertemente condicionada por la variación en las precipitaciones en sentido oeste-este, y su vinculación con las áreas ecológicas: ambientes de bosque al oeste, en los sectores más húmedos y estepa en los sectores más áridos y abiertos, al este de la cordillera de los Andes. Estas diferencias en la base de la cadena trófica se observaron también en los herbívoros (Barberena *et al.* 2011; Fernández y Tessone, 2014; Tessone, 2010; Tessone *et al.*

2020, 2023). La estructuración espacial de esta variación posibilita la utilización de estos isótopos estables como marcadores geográficos en estudios ecológicos, paleoecológicos y arqueológicos (Tessone *et al.* 2020).

En este sentido, el $\delta^{15}\text{N}$ no sólo permite distinguir en la dieta el consumo de recursos de bosque y estepa en la región, sino que además se constituye como una herramienta sumamente útil para reducir posibles problemas de equifinalidad vinculados al cambio en el patrón de distribución de valores de $\delta^{18}\text{O}$ en el eje oeste-este mencionados anteriormente. En suma, la complementación del $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{15}\text{N}$ sobre restos óseos permite adentrarnos en aspectos de movilidad de los individuos en el eje oeste-este en este sector de la Patagonia continental.

MATERIALES

En esta oportunidad se analizaron fragmentos de costillas de cinco individuos provenientes de la zona del río Pinturas. Tres de éstos provienen del enterratorio Puesto El Rodeo (Gradin y Aguerre, 1994), mientras que los otros dos fueron recuperados en el Alero Cárdenas (Gradin y Aguerre, 1991) y en Estancia La Elisa (Pastore, 1977) (Fig. 1). El enterratorio Puesto El Rodeo se encuentra ubicado sobre la margen derecha del cañadón del río Pinturas en el curso medio de este río (70°O y $46^\circ 53' \text{S}$). Se trata de un enterratorio múltiple del que se recuperó un total de tres individuos. El primero de ellos corresponde a un adulto masculino y fue hallado en la capa superior, a 27 cm de profundidad y cubierto por rocas formando una estructura de tipo “chenque” (Gradin y Aguerre, 1994). Por la disposición del esqueleto, se plantea que este individuo habría sido enterrado envuelto y comprimido en un cuero. Justo por debajo de éste se extendía una camada de restos vegetales, por debajo de la cual se encontraba el segundo individuo, el cual corresponde también a un adulto masculino. Ambos esqueletos fueron asociados a una fecha de $1.380 \pm 90 \text{ AP}$ (Gradin y Aguerre, 1994). El tercer individuo, por otro lado, fue exhumado de una fisura natural de la roca a una profundidad de entre 90 y 109 cm. Se trata de un individuo adulto que se encontraba en mal estado de conservación y asociado a un fechado sobre carbón de $4.860 \pm 150 \text{ AP}$ (Gradin y Aguerre, 1994).

El cuarto individuo analizado en este trabajo proviene del sitio Alero Cárdenas. Se trata de un entierro de tipo “chenque”. El individuo se encontraba desarticulado y, posiblemente, parcialmente removido. Dada la posición de la inhumación y que las rocas que conforman la estructura funeraria se ubican a la altura de la capa 2, se plantea que el entierro sería intrusivo para la capa 3 y que posiblemente se asocie con las ocupaciones de la capa 2 (Gradin y Aguerre, 1994). Esta última no cuenta con fechados asociados, pero dado que para la base de la capa 3 se cuenta con una fecha de $1.180 \pm 85 \text{ AP}$, las ocupaciones de la capa 2 deberían ser posteriores a esta fecha (Gradin y Aguerre, 1994).

Por último, el quinto individuo analizado corresponde a una costilla perteneciente a un individuo adulto masculino proveniente del sitio Estancia La Elisa. Los restos óseos fueron hallados en una fisura natural de la barda de un cañadón tributario del río Pinturas, en un contexto probablemente secundario, dada la alta fragmentación y dispersión de los especímenes por fuera de la grieta (Pastore, 1977).

MÉTODOS

Para la extracción de colágeno el procesamiento de las muestras se llevó a cabo en el laboratorio del Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS, CONICET/UBA, Buenos Aires, Argentina). Se siguieron los lineamientos metodológicos propuestos por Sealy y colaboradores (2014). La medición de las relaciones isotópicas de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ y $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ se realizaron en el laboratorio del INGEIS. Las mediciones se hicieron con un analizador elemental Carlo Erba EA1108 conectado a un espectrómetro de masas de flujo continuo Thermo Scientific Delta V Advantage a través de una interfase Thermo Scientific ConFlo IV. Los resultados son expresados como la relación del isótopo pesado sobre el liviano ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ y $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) e informado como valores δ “per mil” (‰). En este laboratorio, se calibró la composición isotópica de carbono en relación con el estándar VPDB usando L-SVEC, NBS-19 y NBS-22. La composición isotópica de nitrógeno estable se calibró en relación con AIR con IAEA N1 e IAEA N2. La incertidumbre de la medición se controló utilizando tres estándares internos: caféina ($\delta^{13}\text{C}$: $-39,3 \text{ ‰}$, $\delta^{15}\text{N}$: $7,0 \text{ ‰}$), azúcar ($\delta^{13}\text{C}$: $-11,4 \text{ ‰}$) y colágeno TRACE ($\delta^{13}\text{C}$: $-18,2 \text{ ‰}$, $\delta^{15}\text{N}$: $6,1 \text{ ‰}$). Se

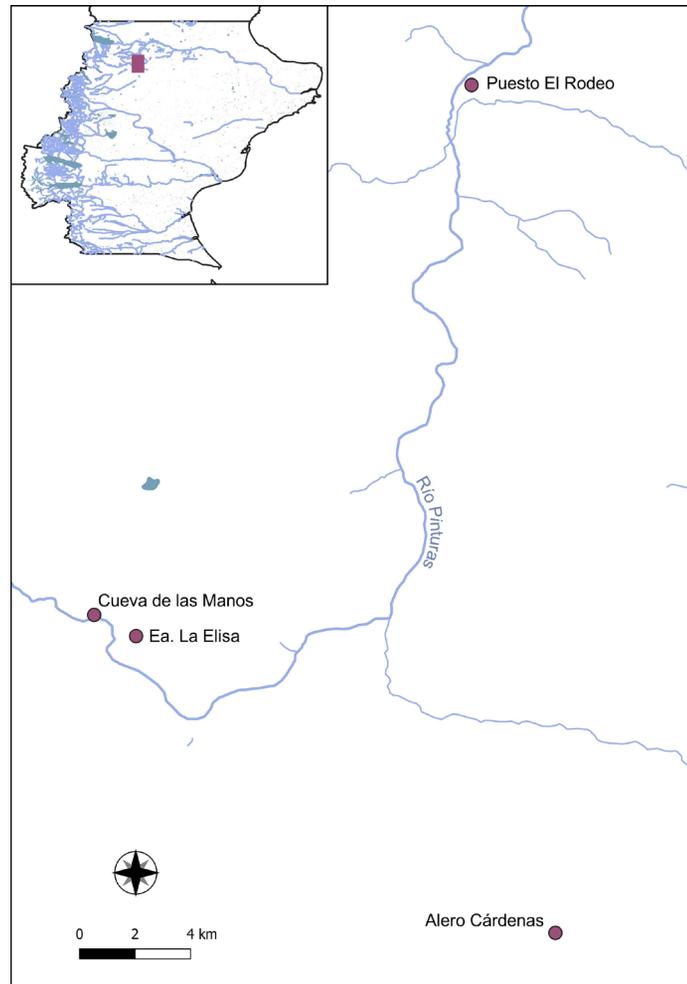


Fig. 1. Ubicación de los sitios arqueológicos de proveniencia de las muestras analizadas.

informó que la incertidumbre analítica total era de $\pm 0,2$ ‰ tanto para $\delta^{13}\text{C}$ como para $\delta^{15}\text{N}$.

El pretratamiento y el análisis del $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ en bioapatita ósea se realizó en el Laboratorio de Isótopos Ambientales del Departamento de Geociencias de la Universidad de Arizona. No se intentó eliminar la materia orgánica, ya que la misma no reacciona con el ácido fosfórico y los distintos pretratamientos para su eliminación podrían producir cambios en la composición isotópica biogénica (Pellegrini y Snoeck, 2016). La eliminación de carbonatos diagenéticos y no estructurales se realizó en ácido acético 0,2 molar durante 2 horas (Koch *et al.* 1997). Los valores $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ del carbonato en bioapatita ósea se midieron en este laboratorio utilizando un dispositivo KIEL-III acoplado a un espectrómetro de masas de relaciones

isotópicas Finnigan MAT 252. La medición de la relación isotópica se calibró en base a mediciones repetidas de NBS-19 y NBS-18 y la precisión es de $\pm 0,1$ ‰ para $\delta^{18}\text{O}$ y $\pm 0,08$ ‰ para $\delta^{13}\text{C}$.

En el caso del colágeno, para evaluar el estado de conservación de los valores isotópicos se usa el porcentaje de rendimiento de colágeno junto con la relación C/N, entre 2,9-3,6 (DeNiro, 1985). Estos parámetros dan cuenta de los potenciales cambios diagenéticos y degradación de la muestra. No existen controles similares en el caso de la bioapatita. No obstante, estudios recientes han evaluado, a través de una variedad de métodos, los procesos de co-ocurrencia de diagénesis en bioapatita y colágeno en restos óseos (France *et al.* 2020). Sus resultados mostraron que una buena

conservación del colágeno óseo suele estar asociada a una buena conservación de la bioapatita (France *et al.* 2020). De esta manera, en esta investigación se considera la conservación del colágeno como control del estado de la bioapatita ósea.

Para poder comparar los valores isotópicos (^{13}C , ^{15}N y ^{18}O) obtenidos en restos humanos con los marcos de referencia es necesario transformar los valores a una estimación de cuál sería la dieta y el agua ingerida. Esto se logra a partir de una serie de consideraciones que se vinculan con las relaciones isotópicas de los alimentos y aguas ingeridas y cómo éstas se fijan en los tejidos de los individuos. En el caso de los isótopos paleodietarios (^{13}C y ^{15}N) se consideró el valor medio del rango propuesto por Bocherens y Drucker (2003), 1 ‰ y 4 ‰ para el $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ respectivamente. Por su parte, para la estimación del agua bebida se utilizaron las siguientes ecuaciones: primero, los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ (VPDB) se transformaron en $\delta^{18}\text{O}_c$ (V-SMOW) usando la ecuación propuesta por Coplen y coautores (1983); segundo, los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ (V-SMOW) se transformaron en $\delta^{18}\text{O}_p$ (V-SMOW) utilizando la ecuación de Iacumin y colaboradores (1996). Finalmente, los valores de $\delta^{18}\text{O}_p$ (V-SMOW) se transformaron en $\delta^{18}\text{O}_{dw}$ (V-SMOW) usando la ecuación de Daux y otros (2008).

Por último, para facilitar la comparación de los valores de $\delta^{18}\text{O}_{dw}$ con la línea de base disponible (Stern y Blisniuk, 2002), y principalmente con fines descriptivos, se realizó *Isoscape* de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en aguas ambientales mediante Sistemas de Información Geográfica (QGIS 3.22.2). Para ello se utilizó la herramienta de interpolación IDW (Distancia Inversa Ponderada) para generar una superficie continua de valores de $\delta^{18}\text{O}$ en el espacio (Barrientos *et al.* 2020). Se dejaron de lado los valores de aguas superficiales evaporadas dado que, según los autores (Stern y Blisniuk, 2002), corresponden a fuentes de agua sujetas a la acción de procesos de evapotranspiración, por lo que sus valores no serían representativos de la variación ambiental de $\delta^{18}\text{O}$.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los resultados del análisis isotópico de las muestras y la media y el desvío para cada marcador isotópico. Las muestras presentan una relación C/N de $3,3 \pm 0,04$, todas contenidas en

el rango normal de 2,9 a 3,6 propuesto por DeNiro (1985), mientras que el porcentaje de colágeno varía entre un 2% y un 12%, con una media de $7\% \pm 4,7\%$. Esto nos permite asegurar que los valores obtenidos son primarios y que se pueden descartar cambios en la composición isotópica asociados al ambiente postdeposicional y diagénesis. Por otro lado, con base en los antecedentes antes mencionados (France *et al.* 2020) y la buena conservación del colágeno de la muestra estudiada, consideramos por el momento que la bioapatita y los valores aquí analizados no presentan alteración diagenética.

De acuerdo con los análisis realizados, los valores de $\delta^{13}\text{C}_{col}$ en colágeno son similares para todas las muestras (Fig. 2), con una media de $-19,2 \text{ ‰} \pm 0,8 \text{ ‰}$. Ahora bien, en las demás relaciones isotópicas consideradas ($\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}_{apa}$ y $\delta^{18}\text{O}$), el individuo 3 de Puesto El Rodeo se presenta como un *outlier* (Fig. 2). Los valores de $\delta^{15}\text{N}$ para cuatro de los individuos varían entre 12,2 ‰ a 13,5 ‰, con una media de $12,6 \text{ ‰} \pm 0,5 \text{ ‰}$; mientras que para el individuo 3 se obtuvo un valor de 6,5 ‰, bastante por debajo del resto. Lo mismo ocurre en el caso del $\delta^{13}\text{C}_{apa}$. Los valores obtenidos se encuentran entre $-16,6 \text{ ‰}$ y $-13,6 \text{ ‰}$, con una media de $-15,0 \text{ ‰} \pm 1,4 \text{ ‰}$; mientras que el individuo 3 presenta un valor de $-9,8 \text{ ‰}$. Por último, respecto a los valores de $\delta^{18}\text{O}$, los individuos medidos presentan valores entre $-7,5 \text{ ‰}$ y $-6,3 \text{ ‰}$, con una media de $-6,9 \text{ ‰} \pm 0,4 \text{ ‰}$; mientras que el individuo 3 presenta un valor de $-4,5 \text{ ‰}$.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Como fue mencionado al inicio, el objetivo de este trabajo era evaluar la dieta y movilidad de cazadores-recolectores en el área del río Pinturas a través del uso de los isótopos estables (^{13}C , ^{15}N y ^{18}O). Para ello se analizaron los restos óseos de cinco individuos provenientes de distintos enterratorios. Hasta el momento, los restos humanos analizados eran escasos y no contaban con valores de $\delta^{15}\text{N}$ ni $\delta^{18}\text{O}$ (Fernández y Panarello, 1994). Asimismo, otro de los objetivos era evaluar la utilidad del análisis del $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{18}\text{O}$ para el abordaje de movilidad en el oeste de la Patagonia meridional. De acuerdo con lo observado en este análisis, el único marcador isotópico para el cual las muestras presentan valores similares es el $\delta^{13}\text{C}$ medido en colágeno óseo. Ahora bien,

Tabla 1. Valores isotópicos obtenidos, tendencia central y dispersión.

| AIE | Muestra | Sexo | Edad | Elemento | %N | %C | C/N | %Col | $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ | $\delta^{15}\text{N}$ | $\delta^{13}\text{C}_{\text{Capa}}$ | $\delta^{18}\text{O}$ |
|-------|--------------------------------|-------|--------|----------|------|-------|-----|------|------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| 32781 | Puesto El Rodeo Individuo 1 | M | Adulto | Costilla | 14,6 | 40,9 | 3,3 | 12 | -19,6 | 12,2 | -15,8 | -7,5 |
| 32782 | Puesto El Rodeo Individuo 2 | M | Adulto | Costilla | 15,9 | 44,5 | 3,3 | 9 | -19,6 | 12,3 | -16,6 | -6,9 |
| 32783 | Puesto El Rodeo Individuo 3 | Indet | Adulto | Costilla | 16,3 | 45,8 | 3,3 | 2 | -20,0 | 6,5 | -9,8 | -4,5 |
| 32784 | Ea. La Elisa | M | Adulto | Costilla | 15,7 | 44,9 | 3,3 | 10 | -18,6 | 12,5 | -13,6 | -6,3 |
| 32779 | Alero Cárdenas | | | Costilla | 15,5 | 44,3 | 3,3 | 2 | -18,2 | 13,5 | -14,1 | -6,9 |
| | Media | | | | 15,6 | 44,08 | 3,3 | 7 | -19,2 | 11,4 | -14,0 | -6,4 |
| | Desvío Estándar | | | | 0,6 | 1,8 | 0 | 4,7 | 0,8 | 2,7 | 2,6 | 1,1 |

para el resto de las relaciones isotópicas evaluadas, cuatro de los individuos analizados presentan valores similares mientras que uno, el individuo 3 de Puesto El Rodeo, difiere del resto y se presenta como *outlier*. Esta diferencia se puede observar en la Fig. 3, la cual adquiere mayor relevancia al considerar tanto marcadores isotópicos dietarios ($\delta^{15}\text{N}$) como de movilidad ($\delta^{18}\text{O}$). Asimismo, es interesante notar que el valor obtenido de $\delta^{15}\text{N}$ para el individuo 3 se encuentra 6,1 ‰ por debajo de la media del resto de los individuos (12,6 ‰ \pm 0,5 ‰); distancia mayor a la discriminación isotópica esperada para un nivel trófico en humanos.

Los marcos de referencia permiten darle un sentido dietario y ecológico a los valores obtenidos en cazadores recolectores. La distribución espacial del $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en la base de las cadenas tróficas en la región está vinculada con los ambientes de bosque al oeste del área de estudio y de estepa, al este de la cordillera de los Andes (Fernández y Tessone, 2014; Tessone, 2010; Tessone *et al.* 2014a). De acuerdo con lo observado, los valores elevados de $\delta^{15}\text{N}$ de cuatro de los individuos muestreados indican que los grupos humanos que ocuparon el área del río Pinturas habrían tenido una dieta asociada principalmente a recursos terrestres de la estepa del centro oeste de Santa Cruz (Fig. 4). Por otro lado, el valor de 6,5 ‰ obtenido para el individuo 3 de Puesto El Rodeo se asocia a los valores regionales correspondientes al huemul (Fig. 4) y a dietas estimadas con un predominio de recursos de bosque, área ecológica ubicada al

oeste del río Pinturas, a 100 km aproximadamente en línea recta. Asimismo, en términos dietarios, si bien para el individuo 3 también se obtuvo un valor de $\delta^{13}\text{C}_{\text{Capa}}$ que difiere del resto de los individuos, las investigaciones llevadas a cabo hasta el momento y los marcos de referencia generados no dan cuenta de una diferenciación lo suficientemente clara en los valores de carbono como para diferenciar entre las dos áreas ecológicas principales de la región (Fernández y Tessone, 2014). Las restantes cuatro muestras presentan valores negativos asociados a una dieta total terrestre basada en una cadena trófica C_3 .

Respecto al $\delta^{18}\text{O}$, el individuo 3 de Puesto El Rodeo presenta un valor 2,3 ‰ mayor que la media de las demás muestras (-6,9 ‰ \pm 0,4 ‰). De acuerdo con los marcos de referencia regionales mencionados anteriormente, el $\delta^{18}\text{O}$ en el ciclo hidrológico en la región presenta un patrón de variación decreciente en sentido oeste-este que parece comenzar a revertirse a la altura del río Pinturas, mostrando valores más altos de $\delta^{18}\text{O}$ en las aguas ambientales (Stern y Blisniuk, 2002). Sin embargo, es importante aclarar que esta tendencia se observa en los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en aguas ambientales con excepción de las aguas categorizadas como superficiales evaporadas (exceso de deuterio menor a 5 ‰; Fig. 5). Los valores obtenidos para los cinco individuos de la muestra son mayores que los valores ambientales observados en el lado este de la cordillera de los Andes y similares a los que se obtuvieron para aguas superficiales del lado oeste (lado chileno), como así también a la

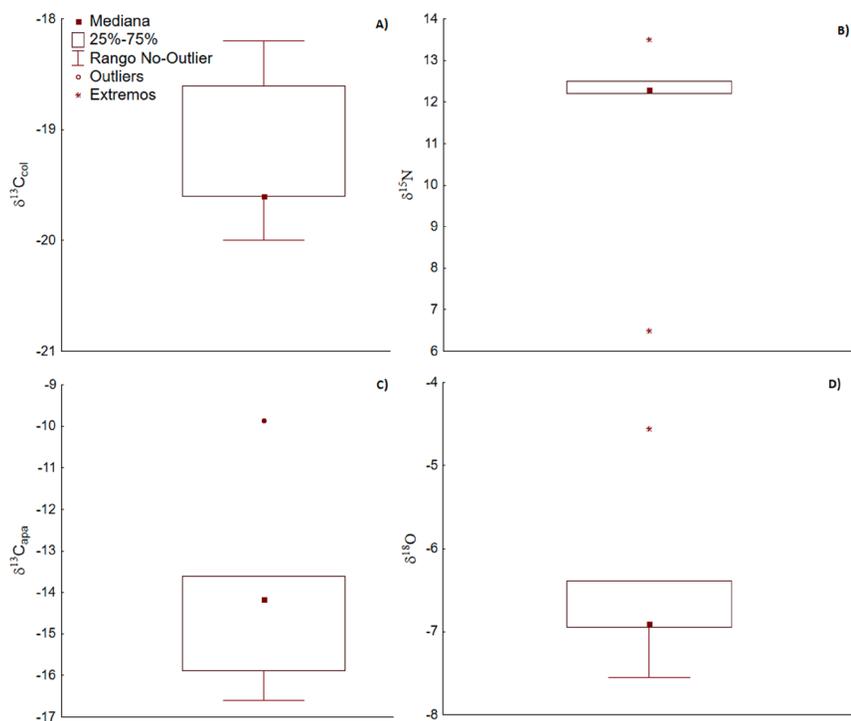


Fig. 2. Boxplot de tendencia central y dispersión de A) $\delta^{13}C_{col}$, B) $\delta^{15}N$, C) $\delta^{13}C_{apa}$ y D) $\delta^{18}O$.

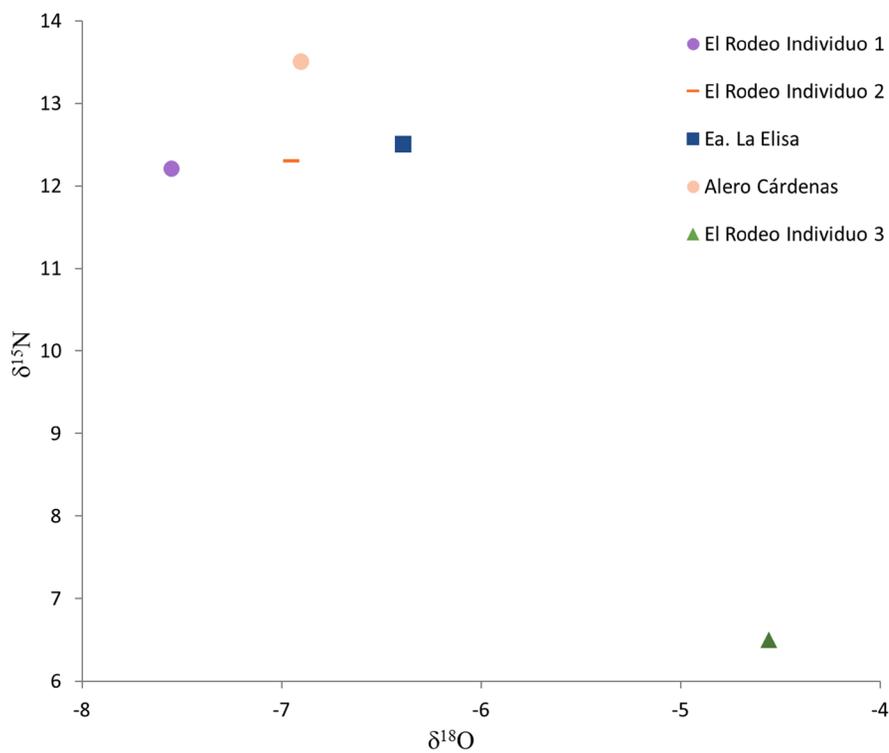


Fig. 3. Comparación de valores de $\delta^{18}O$ y $\delta^{15}N$ en las muestras analizadas.

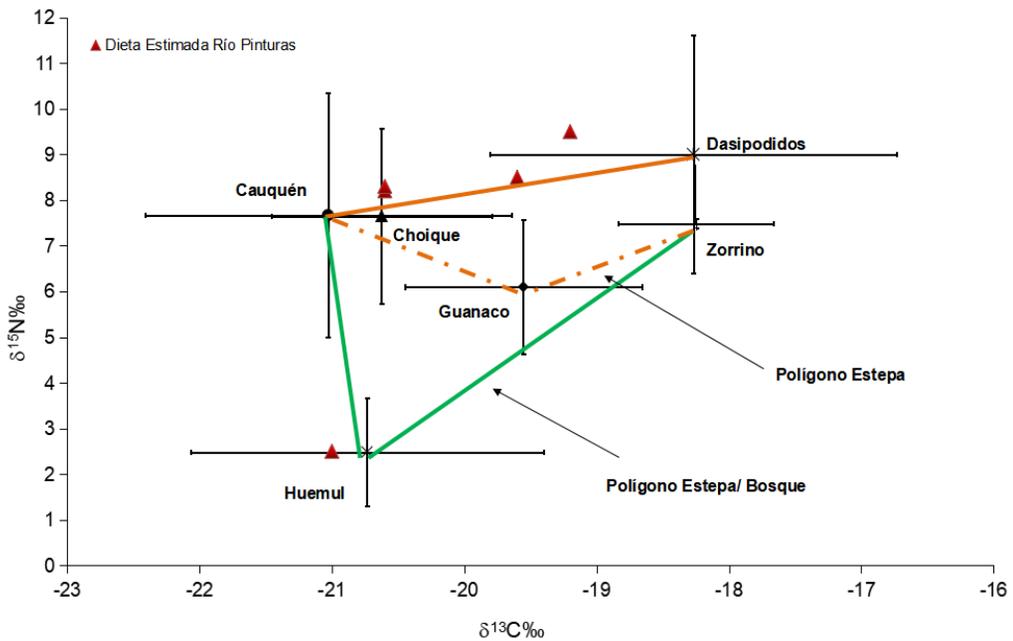


Fig. 4. Variación en la ecología isotópica para la región y comparación con dieta estimada en base a los valores $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ obtenidos.

tendencia proyectada por Stern y Blisniuk (2002) para la región del río Pinturas (Fig. 5). Esto último implica un problema de equifinalidad para el $\delta^{18}\text{O}$ en la región, dado que dificulta la identificación de la proveniencia de individuos a partir de este isótopo. Sin embargo, como fue mencionado anteriormente, la complementación de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ con los de $\delta^{15}\text{N}$ sobre restos óseos permite reducir esta equifinalidad, dada la posibilidad de realizar distinciones dietarias a nivel regional.

Sobre esta base, es posible que los valores elevados de los cuatro individuos similares estén respondiendo al proceso de aumento de los valores de oxígeno hacia la región de la estepa y no a valores de aguas ambientales del oeste de la cordillera. Sobre todo, considerando que de acuerdo con los valores de $\delta^{15}\text{N}$ estos individuos habrían tenido una dieta compuesta por recursos esteparios. Por otro lado, si bien el valor elevado de $\delta^{18}\text{O}$ del individuo 3 podría también vincularse con valores elevados de la estepa, el hecho de que tenga valores de $\delta^{15}\text{N}$ asociados con una dieta de bosque hace más factible una relación de este individuo con aguas provenientes del oeste de la cordillera. De esta manera se plantea que el individuo 3 del Puesto El Rodeo no sería local o por lo menos habría pasado gran parte de sus últimos

años de vida fuera del área del río Pinturas y habría muerto -o por lo menos habría sido enterrado- en la región de estudio. En ese sentido su presencia en el área del río Pinturas podría ser producto de desplazamientos de cazadores recolectores durante el Holoceno medio, por ejemplo, desde el oeste de la cordillera de los Andes y asociados a un ambiente de bosque. Basados en el $\delta^{15}\text{N}$, para el centro-sur de Patagonia no se observan valores de $\delta^{15}\text{N}$ tan bajos (ver Goñi *et al.* 2019), el más cercano corresponde a un individuo de la cueva Baño Nuevo 1 con $\delta^{15}\text{N}$ de 7,3 ‰ del Holoceno temprano (Méndez *et al.* 2014). A su vez, éstos se asemejan a las tendencias observadas en $\delta^{15}\text{N}$ en restos humanos para el Holoceno tardío en regiones del sur de Neuquén y Río Negro, áreas donde el ecosistema de bosque es predominante (Fernández y Tessone, 2014; Pérez *et al.* 2019).

De acuerdo con lo planteado se retoman las discusiones regionales vinculadas a la existencia de vías de circulación entre distintas áreas de la Patagonia meridional. Como fue mencionado anteriormente, se han hallado diferentes líneas de evidencia que señalan la circulación de bienes e información. Sin embargo, hasta el momento, no era posible asegurar que esto implique la movilidad de individuos o grupos humanos

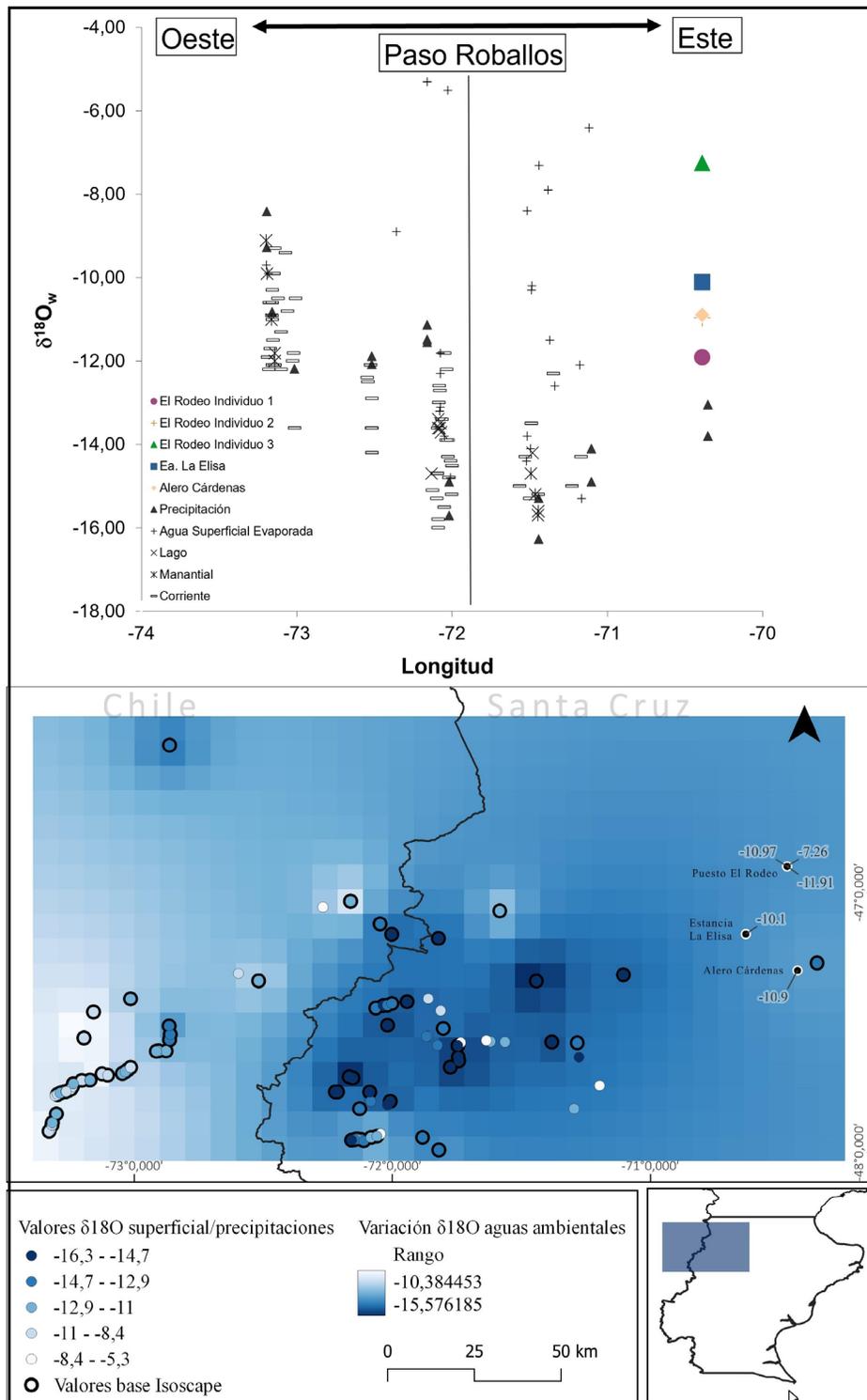


Fig. 5. Variación espacial de valores de $\delta^{18}O$ en aguas ambientales (Stern y Blisniuk, 2002) y comparación con valores obtenidos en restos humanos.

en el centro oeste de Santa Cruz, problemática que puede ser abordada mediante isótopos estables en restos óseos y dentales y a partir de una ampliación y adecuación de los marcos de referencia existentes a las escalas de interacción humana. En este sentido, en este trabajo no sólo se caracterizaron los valores ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{18}\text{O}$) de la región del río Pinturas, sino que además se constató la presencia de un individuo que no pertenece al área y, que por sus valores $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{18}\text{O}$, provendría de otras áreas ecológicas, posiblemente al oeste de la región Andina Patagónica. Se trata de un individuo que habría fallecido lejos del lugar donde habitó en sus últimos años de vida, aunque dada la tasa de regeneración ósea es difícil determinar el tiempo de permanencia en el área del río Pinturas hasta la muerte. Sobre esta base, se resalta la utilidad de la combinación del análisis de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{18}\text{O}$ en el área oeste de la región patagónica a la hora de evaluar proveniencia y movilidad de individuos y grupos humanos.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se desarrolló en el marco del proyecto PICT 2017-2999. Agradecemos a los profesionales y técnicos del INGEIS que realizaron los análisis de isótopos estables presentados en este artículo. Un agradecimiento especial a la Dra. Annette Aguerre por darnos la posibilidad de analizar estos materiales y por la información brindada sobre los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aschero, C.A. (2012). Las escenas de caza en Cueva de las Manos: una perspectiva regional (Santa Cruz, Argentina). *L'Art Pléistocène dans le Monde*, 140-141.
- Aschero, C.A., e Isasmendi, M.V. (2018). Arte rupestre y demarcación territorial: el caso del grupo estilístico B1 en el área Río Pinturas (Santa Cruz, Argentina). *Revista del Museo de La Plata*, 3(1), 112-131.
- Barberena, R. (2002). *Los límites del mar: Isótopos estables en Patagonia meridional*. Sociedad Argentina de Antropología, Colección Tesis de Licenciatura, pp. 134. Buenos Aires, Argentina.
- Barberena, R., Méndez, C., Mena, F., y Reyes, O. (2011). Endangered species, archaeology and stable isotopes: huemul (*Hippocamelus bisulcus*) isotopic ecology in central western Patagonia (South America). *Journal of Archaeological Science*, 38, 2313-2323.
- Barberena, R., Le Roux, P.J., Menéndez, L., Marsh, E.J., Novellino, P., Tessone, A., Lucero, G., Luyt, J., Sealy, J., Cardillo, M., Gasco, A., Llano, C., Frigolé, C., Guevara, D., Da Peña, G., Winocur, D., Benítez, A., Cornejo, L., Falabella, F., [...] y Cortegoso, V. (2020). Multi-isotopic and morphometric evidence for the migration of farmers leading up to the Inka conquest of the southern Andes. *Scientific Reports*, 10(1): 21171. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78013-x>
- Barrientos, G., Catella, L. y Morales, N.S. (2020). A journey into the landscape of past feeding habits: Mapping geographic variations in the isotope ($\delta^{15}\text{N}$) -inferred trophic position of prehistoric human populations. *Quaternary International*, 548, 13-26.
- Belardi, J.B., y Goñi, R.A. (2006). Representaciones rupestres y convergencia poblacional durante momentos tardíos en Santa Cruz (Patagonia argentina). El caso de la meseta del Strobel. En D. Fiore y M.M. Podestá (Eds.), *Tramas en la Piedra. Producción y usos del arte rupestre* (pp. 85-94). World Archaeological Congress, Sociedad Argentina de Antropología y Asociación Amigos del Instituto Nacional de Antropología, Buenos Aires.
- Belardi, J.B., Espinosa, S., Carballo, M.F., Barrientos, G., Goñi, R., Súnico, A., Bourlot, T., Pallo, C., Tessone, A., García Guraieb, S., Re, A., y Campan, P. (2010). Las cuencas de los lagos Tar y San Martín (Santa Cruz, Argentina) y la dinámica del poblamiento humano del sur de Patagonia: integración de los primeros resultados. *Magallania*, 38(2), 165-188.
- Bocherens, H., y Drucker, D. (2003). Trophic level isotopic enrichment of carbon and nitrogen in bone collagen: case studies from recent and ancient terrestrial ecosystems. *International Journal of Osteoarchaeology*, 13(1-2), 46-53.
- Carden, N., Magnin, L., y Miotti, L. (2009). Distribución de figuras animales y dinámica poblacional: un estudio comparativo en Patagonia (provincia de Santa Cruz, Argentina). En M. Sepúlveda, L. Briones y J. Chacama (Eds), *Crónicas sobre la Piedra. Arte rupestre de las Américas*, (pp. 153-174). Arica, Ediciones Universidad de Tarapacá.
- Coplen, T.B., Kendall, C., y Hopple, J. (1983). Comparison of stable isotope reference samples. *Nature*, 302(5905), 236-238.
- Daux, V., Lécuyer, C., Héran, M.A., Amiot, R., Simon, L., Fourel, F., Martineau, F., Lynnerup, N., Reyhler, H., y Escarguel, G. (2008). Oxygen isotope fractionation between human phosphate and water revisited. *Journal of Human Evolution*, 55(6), 1138-1147.
- DeNiro, M.J. (1985). Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to

- paleodietary reconstruction. *Nature*, 317: 806-809. <https://doi.org/10.1038/317806a0>
- Fernández, J., y Panarello, H. (1994). Estimaciones paleodietéticas y ambientales esqueletos 1 y 2 Puesto El Rodeo. Análisis de las relaciones isotópicas 13C/12C en el colágeno. En C.J. Gradín y A.M. Aguerre (Eds.), *Contribución a la arqueología del Río Pinturas Provincia de Santa Cruz* (pp. 300-310). Concepción del Uruguay, Búsqueda del Ayllu.
- Fernández, P.M., y Tessone, A. (2014). Modos de ocupación del bosque patagónico de la vertiente oriental de los Andes: aportes desde la Ecología Isotópica. *Revista Chilena de Antropología*, 30(2), 83-89.
- France, C.A., Sugiyama, N., y Aguayo, E. (2020). Establishing a preservation index for bone, dentin, and enamel bioapatite mineral using ATR-FTIR. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 33, 102551.
- Goñi, R., Re, A., García Guraieb, S., Cassiodoro, G., Tessone, A., Rindel, D., Dellepiane, J., Flores Coni, J., Guichón, F., y Agnolin, A. (2019). Climate changes, human peopling and regional differentiation during late Holocene in Patagonia. *Quaternary International*, 505, 4-20.
- Gradín, C.J., y Aguerre, A.M. (1991). Ocupaciones patagónicas de la capa 3 del Alero Cárdenas (área Río Pinturas) provincia de Santa Cruz. *Arqueología*, 1, 197-205.
- Gradín, C.J. y Aguerre, A.M. (1994). Excavación del enterratorio de Puesto El Rodeo. En C.J. Gradín y A.M. Aguerre (Eds.), *Contribución a la arqueología del Río Pinturas Provincia de Santa Cruz* (pp. 259-272). Concepción del Uruguay, Búsqueda del Ayllu.
- Gradín, C.J., Aschero, C., y Aguerre, A.M. (1976). Investigaciones arqueológicas en la Cueva de las Manos, Alto Río Pinturas, Santa Cruz. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 13, 183-227.
- Iacumin, P., Bocherens, H., Mariotti, A., y Longinelli, A. (1996). Oxygen isotope analyses of co-existing carbonate and phosphate in biogenic apatite: a way to monitor diagenetic alteration of bone phosphate? *Earth and Planetary Science Letters*, 142(1-2), 1-6.
- Koch, P.L., Tuross, N., y Fogel, M.L. (1997). The effects of sample treatment and diagenesis on the isotopic integrity of carbonate in biogenic hydroxylapatite. *Journal of Archaeological Science*, 24(5), 417-429.
- Mayr, C., Langhamer, L., Wissel, H., Meier, W., Sauter, T., Laprida, C., Massaferro, J., Försterra, G., y Lücke, A. (2018). Atmospheric controls on hydrogen and oxygen isotope composition of meteoric and surface waters in Patagonia. *Hydrology and Earth Systems Science Discussions*, 1(22). <https://doi.org/10.5194/hess-2018-431>
- Méndez, C., Barberena, R., Reyes, O., y Nuevo Delaunay, A. (2014). Isotopic Ecology and Human Diets in the Forest-Steppe Ecotone, Aisén Region, Central-Western Patagonia, Chile. *Int. J. Osteoarchaeol.*, 24, 187-201. <https://doi.org/10.1002/oa.2337>
- Pallo, M.C., y Borrero, L.A. (2015). ¿Intercambio o movilidad?: Una evaluación sobre el uso de escalas de análisis espaciales y curva de declinación en Patagonia centro-meridional (Argentina). *Latin American Antiquity*, 26(3), 287-303.
- Panarello, H.O., Tessone, A., Killian Galván, V.A., Samec, C.T., Kochi, S., Pirola, M., del Valle Chaile, C., Pérez, S., Sandoval, B.P., Zangrando, A.F., Ducos, E., Guida, N., y Piperissa, N. (2021). 35 años de análisis de Isótopos Estables en la Arqueología Argentina: Conceptos, fundamentos, metodología y aplicaciones. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano*, 30(1), 1-41.
- Pastore, M.A. (1977). Restos óseos de la Estancia La Elisa (Alto Río Pinturas, provincia de Santa Cruz). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 11, 159-165.
- Pellegrini, M., y Snoeck, C. (2016). Comparing bioapatite carbonate pre-treatments for isotopic measurements: Part 2-Impact on carbon and oxygen isotope compositions. *Chemical Geology*, 420, 88-96.
- Pérez, A.E., Tessone, A., y Lanata, J.L. (2019). Paleodietas en restos humanos del bosque meridional de Neuquén, Patagonia Argentina. *Magallania*, 47(2), 183-191.
- Re, A., Goñi, R., Flores Coni, J., Guichón, F., Dellepiane, J., y Umaño, M. (2017). Arqueología de la meseta del Strobel (Patagonia meridional): 15 años después. *Relaciones*, 42(1), 1-10.
- Sacchi, M., Bozzuto, D., Horta, L., Fernández, N., De Nigris, M., Civalero, T., y Aschero, C. (2016). Dataciones y circulación humana: Posibles influencias de las fluctuaciones del sistema lacustre Pueyrredón Posadas durante el Holoceno. *Andes*, 27(2), 00. Recuperado el 25 de Marzo de 2022, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-80902016000200004&lng=es&tlng=en
- Sacchi, M., Bozzuto, D., Ucedo, V., Maveroff, N., Daldin, M.E., y Papu, A. (2021). Prospecciones en la confluencia de los cañadones de Caracoles-Pinturas. Santa Cruz, Argentina. *Arqueología*, 27(2), 183-196.
- Scheier, P., Ponce, A. y Aschero, C. (2021). Arte rupestre, etnografía y memoria colectiva: el caso de Cueva de las Manos, Patagonia Argentina. *Revista uruguaya de Antropología y Etnografía*, 6(1), 71-85.
- Sealy, J., Johnson, M., Richards, M., y Nehlich, O. (2014). Comparison of two methods of extracting bone collagen

- for stable carbon and nitrogen isotope analysis: comparing whole bone demineralization with gelatinization and ultrafiltration. *Journal of Archaeological Science*, 47, 64-69.
- Stern, L.A., y Blisniuk, P.M. (2002). Stable isotope composition of precipitation across the southern Patagonian Andes. *Journal of Geophysical Research*, 107(23), ACL-3-1-ACL-3-14.
- Tessone, A. (2010). *Arqueología y Ecología Isotópica. Estudio de isótopos estables en restos humanos del Holoceno Tardío en Patagonia Meridional*. Tesis Doctoral Inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
- Tessone, A. (2022). Constructing an isotope ecology in southern Patagonia: Herbivore $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ variability from the Andes to Atlantic coast. *Quaternary International*, 628, 79-87.
- Tessone, A., Fernández, P.M., Bellelli, C., y Panarello, H. (2014a). $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ characterization of modern huemul (*Hippocamelus bisulcus*) from the Patagonian Andean forest. Scope and limitations of their use as a geographical marker. *International Journal of Osteoarchaeology*, 24(2), 219-230.
- Tessone, A., Rindel, D., Belardi, J. B., Panarello, H. O. y Goñi, R. (2014b). $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ Variability in Modern Guanaco (*Lama guanicoe*) Assemblages in Southern Patagonia: Implications for Zooarchaeological Studies. *International Journal of Osteoarchaeology*, 24, 202-218.
- Tessone, A., Fernández, P., Fernández, N., y de Nigris, M. (2020). Variaciones $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en huemul (*Hippocamelus bisulcus*) durante el Holoceno en Cerro Casa de Piedra, Santa Cruz, Argentina. Implicancias para el estudio de su distribución pasada. *Intersecciones en Antropología*, 21(1), 5-16.
- Tessone, A., Srur, A., y Aranibar, J.N. (2023). ^{13}C and ^{15}N of plants in a longitudinal transect from the Andes to the Atlantic coast: terrestrial baseline for paleodietary and paleoecological studies. *Journal of Archaeological Sciences Reports*, 47, 103787.
- Zubimendi, M., y Ambrústolo, P. (2011). La presencia de ítems marinos en el interior de la Patagonia central. En A. Guiance, R. Flammini y R. Barberena (Eds.), *Movilidad y migraciones. Actas de las III Jornadas multidisciplinarias* (pp. 291-308). IMHICIHU.