

$\delta^{13}\text{C}$ Y $\delta^{15}\text{N}$ DE FAUNA PROVENIENTE DE SITIOS ARQUEOLÓGICOS DEL MACIZO DEL DESEADO, SANTA CRUZ, ARGENTINA

AUGUSTO TESSONE^a, LAURA MIOTTI^b, LAURA MARCHIONNI^c,
DARÍO HERMO^d & BRUNO MOSQUERA^e

RESUMEN

El objetivo de este estudio es evaluar la variabilidad $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de la megafauna y la gran fauna extinta que habitaron en el sur de Patagonia durante la transición Pleistoceno-Holoceno. Se presentan valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en muestras de colágeno óseo de *Hippidion saldiasi*, Mylodontidae, *Lama gracilis* y *Lama guanicoe* del sitio AEP-1 de la localidad de Piedra Museo entre ca. 12,8 y 9,2 ka AP. Estos valores se comparan con $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de *Lama guanicoe* del Holoceno de AEP-1 y Cueva Maripe para evaluar la continuidad y la discontinuidad de los valores isotópicos de esta especie durante la transición Pleistoceno-Holoceno y el Holoceno. Se discute las implicancias de estos valores para la comprensión del poblamiento humano del sur de Patagonia y de las interacciones entre los antiguos pobladores con la fauna y el ambiente.

PALABRAS CLAVE: isótopos estables, megafauna, Patagonia, guanaco, cazadores-recolectores.

$\delta^{13}\text{C}$ AND $\delta^{15}\text{N}$ OF FAUNA FROM ARCHAEOLOGICAL SITES OF THE DESEADO MASSIF, SANTA CRUZ, ARGENTINA

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ variability of megafauna and the large extinct fauna that lived in southern Patagonia during Pleistocene-Holocene transition. $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values from bone collagen of *Hippidion saldiasi*, Mylodontidae, *Lama gracilis* and *Lama guanicoe* from the AEP-1 site in Piedra Museo locality between ca. 12.8 and 9.2 ka BP are presented. These values

^a INGEIS/ CONICET -UBA; Pabellón INGEIS, Ciudad Universitaria, CABA (1428). ✉ gutitessone@gmail.com

^b División de Arqueología/ Universidad Nacional de La Plata-CONICET; Paseo del Bosque s/n°, La Plata (1900), Buenos Aires. laura.miotti2@gmail.com

^c División de Arqueología/ Universidad Nacional de La Plata-CONICET; Paseo del Bosque s/n°, La Plata (1900), Buenos Aires. lau_marchionni@yahoo.com.ar

^d División de Arqueología/ Universidad Nacional de La Plata-CONICET; Paseo del Bosque s/n°, La Plata (1900), Buenos Aires. dhermo@fcnym.unlp.edu.ar

^e División de Arqueología/ Universidad Nacional de La Plata-CONICET; Paseo del Bosque s/n°, La Plata (1900), Buenos Aires. bruno_mosquera@hotmail.com

are compared with the $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values of Lama guanicoe of the Holocene from AEP-1 and Cave Maripe in order to evaluate the continuity and discontinuity of the isotopic values of this species during the Pleistocene-Holocene transition and Holocene. Finally, we discuss the implications of these values for the understanding of the human peopling of southern Patagonia and the interactions between the first Americans with the fauna and the environment.

KEY WORDS: stable isotopes, megafauna, Patagonia, guanaco, hunter-gatherers.

INTRODUCCIÓN

Los análisis de isótopos estables del carbono y nitrógeno en Patagonia se han dedicado principalmente al estudio de las dietas y la subsistencia en las sociedades cazadoras-recolectoras (Barberena, 2002; Panarello *et al.* 2006; Fernández & Tessone, 2014; Kochi, 2017; Zilio *et al.* 2018). Asimismo, se realizaron trabajos tendientes a evaluar la variabilidad isotópica de especies faunísticas a partir de restos zooarqueológicos (Barberena *et al.* 2009, 2011; Tessone *et al.* 2014; Zangrando *et al.* 2014, 2016). La mayoría de estos trabajos tomaron al Holoceno como escala temporal de análisis (posteriores a 10 ka AP), siendo aún pocos los estudios que analizan material óseo del Pleistoceno final o de la transición Pleistoceno/Holoceno (Steele & Politis, 2009; Prevosti & Martin, 2013; Rabanus-Wallace *et al.* 2017; Paunero *et al.* 2017). Por el contrario, en otras regiones usando los valores isotópicos como proxies es frecuente el análisis de la relación entre especies animales -tanto extintas como vivientes-, cambio ambiental y poblaciones humanas (Drucker *et al.* 2003; Stevens & Hedges, 2004; Coltrain *et al.* 2004; Fox Dobbs *et al.* 2008; France *et al.* 2007; Bocherens *et al.* 2014). En Sudamérica durante el Pleistoceno final se produce la extinción de diversas especies de mega, meso y microfauna (Cione *et al.* 2003, 2009). Patagonia se plantea como un área relevante para su estudio, debido a las condiciones de preservación del material óseo y dental (Metcalf *et al.* 2016). Las causas de esta extinción aún están bajo debate, discutiendo la importancia relativa de los humanos y el ambiente en dicha extinción (Cione *et al.* 2003, 2009; Martínez *et al.* 2016; Metcalf *et al.* 2016; Rabanus-Wallace *et al.* 2017; Paunero *et al.* 2017; Miotti *et al.* 2018).

Los valores de isótopos estables medidos sobre restos óseos o dentales guardan relación directa con los recursos consumidos. En función del par isotópico elegido va a depender su

vinculación con la comida ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) o con el agua ($\delta^{18}\text{O}$). A su vez, los valores en los recursos tienen relación directa con variables climático-ambientales, como humedad, temperatura, aridez, etc. De esta manera, los isótopos estables son una técnica que tiene gran potencial para comprender la compleja interacción entre cambio ambiental, extinción de la fauna pleistocena y los primeros pobladores de América. En Argentina, un trabajo pionero de Fernández *et al.* (1991) mostró el potencial de la interacción entre diferentes proxies -entre ellos isótopos estables- en el estudio de las ocupaciones humanas y fauna extinta en el noroeste argentino. Trabajos posteriores utilizaron valores de carbono y oxígeno sobre carbonatos procedentes de materiales óseos o dentales de fauna extinta en el área de la Pampa argentina para comprender aspectos paleocológicos (Prado *et al.* 2001; Sánchez *et al.* 2006). Ulteriormente se incorporaron valores $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en colágeno óseo, la mayoría de los trabajos se dan asociados a fauna recolectada en sitios arqueológicos y/o vinculados a los fechados radiocarbónicos (Steele & Politis, 2009) y se restringen al área centro del país (Praderio *et al.* 2012; Prevosti & Schubert, 2013; Bocherens *et al.* 2016, 2017). En Patagonia se destaca el trabajo de Prevosti y Martin (2013) en donde se presenta una gran cantidad de valores - $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ - de sitios de Última Esperanza y Pali Aike, Chile. El estudio estuvo enfocado en la paleoecología de los depredadores del Pleistoceno final (Prevosti & Martin, 2013).

De esta manera, el objetivo de este trabajo es evaluar la variabilidad $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de fauna extinta y de guanaco en el ámbito de la Meseta Central de Santa Cruz correspondientes al lapso de la transición Pleistoceno final/Holoceno (ca. 13-9 ka AP) y del Holoceno (posteriores a 9 ka AP). A partir de nuevos valores $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ se

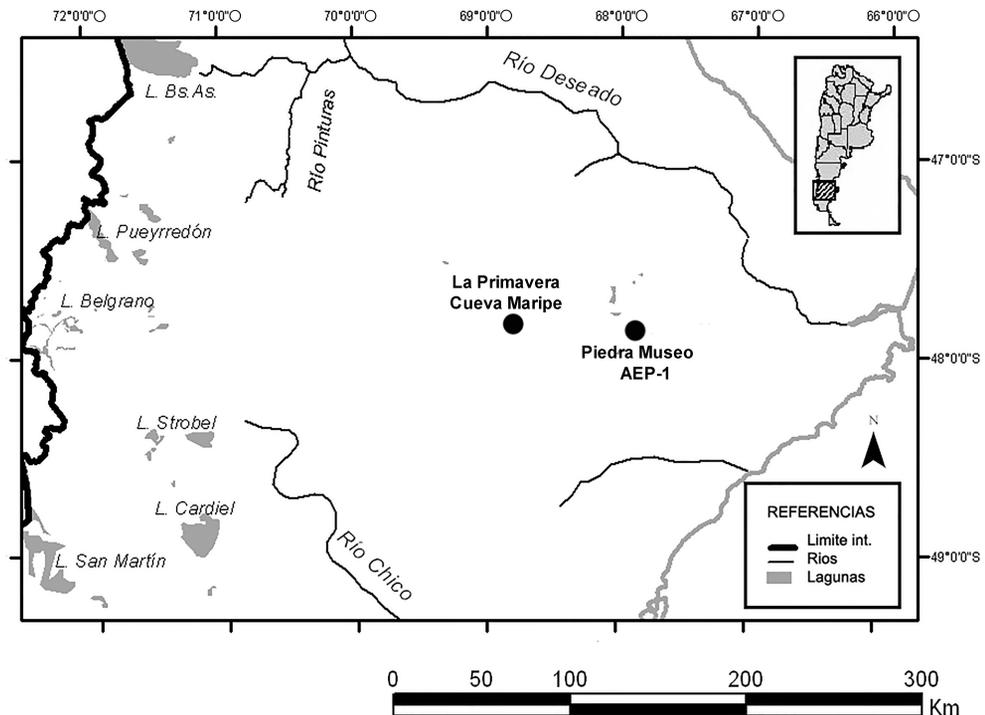


Fig. 1. Área de estudio del Zanjón Rojo o Elornia con la localización de los sitios de los que proceden las muestras analizadas.

busca caracterizar la paleoecología isotópica de este período y contribuir a la discusión sobre los escenarios en los cuales se desarrollaron las primeras ocupaciones cazadoras-recolectoras en Patagonia meridional. En este trabajo se analiza el material arqueofaunístico registrado en el sitio AEP-1 de Piedra Museo y en la Cueva Maripe, ambos ubicados en la Meseta Central de Santa Cruz en Patagonia y los cambios paleoambientales (Tessone & Belardi, 2010; Barberena *et al.* 2018; Tessone *et al.* 2019). Segundo, en la escala espacial, permite llenar vacíos de información que existían para Patagonia argentina, en especial para el Macizo del Deseado. Esta investigación forma parte de un proyecto de investigación mayor que estudia la variabilidad isotópica en herbívoros en dos grados de latitud al norte de la provincia de Santa Cruz (AT, PICT-2017-2999).

Por último, en términos de las discusiones de isótopos estables en Patagonia, creemos que este registro presenta relevancia en relación a dos aspectos. En la escala temporal, en la medida que brinda valores sobre fauna desde el Pleistoceno final

hasta el Holoceno tardío, lo que permite entender cómo los cambios ambientales afectaron los valores isotópicos de las especies consumidas por las sociedades cazadoras-recolectoras. En la actualidad son escasos los registros isotópicos con profundidad temporal que permiten evaluar la interacción entre una de las especies más importantes del Holoceno y los cambios paleoambientales (Tessone & Belardi, 2010; Barberena *et al.* 2018; Tessone *et al.* 2019). Segundo, en la escala espacial, permite llenar vacíos de información que existían para Patagonia argentina, en especial para el Macizo del Deseado. Esta investigación forma parte de un proyecto de investigación mayor que estudia la variabilidad isotópica en herbívoros en dos grados de latitud al norte de la provincia de Santa Cruz (AT, PICT-2017-2999).

SITIOS ARQUEOLÓGICOS

AEP-1 de Piedra Museo

El sitio arqueológico Alero El Puesto (AEP1), en la localidad de Piedra Museo (Miotti, 1995,

1996; Miotti *et al.* 1999), se ubica a orillas de un paleolago en el Macizo del Deseado o Meseta Central (Fig. 2). En la actualidad este cuerpo de agua está seco y es atravesado por el arroyo temporario denominado Zanjón Rojo o Elornia. No obstante la aridez general de esta región, en el sector aledaño a los abrigos rocosos, en antiguas líneas de playas existen surgentes de agua potable, que le otorgan al lugar características de ecorrefugio (Meltzer, 2003; Miotti *et al.* 2011, 2015; Núñez *et al.* 2011).

Dentro del Componente Inferior del sitio se han distinguido dos pulsos ocupacionales. El más antiguo (capa 6) que contiene evidencias de las primeras ocupaciones humanas de la región, con dataciones entre 12.900 y 10.500 años ^{14}C AP (Miotti *et al.* 1999, 2003; Mosquera, 2018). Los datos resultantes de los análisis de las arqueofaunas y de los conjuntos líticos han llevado a interpretar el uso del lugar para tareas de procesamiento de megafauna como équidos (*Hippidion saldiasi*), perezosos (*Mylodontidae*) y camélidos (*Lama gracilis*), así como de fauna actual de guanacos (*Lama guanicoe*) y rheidos (*Rhea americana* y *Rhea pennata*). A pesar de la diversidad de los recursos aprovechados, los camélidos tuvieron un rol preponderante desde el inicio de la ocupación del sitio y presentan evidencias de procesamiento que sugieren tanto la extracción de carne como el consumo ocasional de médula (Miotti, 1996; Miotti *et al.* 1999; Marchionni, 2013). La distribución espacial de los especímenes con modificaciones permite suponer actividades de procesamiento y descarte (Marchionni, 2013). El conjunto lítico está compuesto por artefactos de talla unifacial y lascas de talla bifacial de tamaño grande, confeccionados con sílices y calcedonias de excelente calidad (Cattáneo, 2002; Miotti & Cattáneo, 2003).

El segundo pulso ocupacional de AEP-1 corresponde a los hallazgos de la capa 4/5, conjunto que fue fechado entre 10.500 y 9.290 años ^{14}C AP. Existen algunas diferencias con el conjunto de la capa 6, ya que en este caso se evidencian eventos de caza y despostamiento de guanacos, con un bajo registro de especies pleistocénicas (Miotti *et al.* 1999; Miotti & Salemme, 2005; Marchionni, 2013; Vázquez *et al.* 2018). Estas actividades se proponen en base a la representación de unidades anatómicas, la baja fragmentación del conjunto, la concentración de

restos óseos en áreas de mayor densidad (pilas), la presencia de partes anatómicas articuladas o en asociación primaria y la baja frecuencia de huellas de corte (Miotti *et al.* 1999; Miotti, 2003; Miotti & Salemme, 2005). Asimismo, la alta representación de todas las unidades anatómicas del guanaco, incluso aquellas que no aportan grandes cantidades de carne a la dieta, sugiere que los mismos habrían sido cazados en cercanías del sitio (Miotti *et al.* 1999; Giardina *et al.* 2000; Marchionni, 2013). El conjunto artefactual es tecnológicamente similar al de UE6, caracterizado por la predominancia de instrumentos sobre lasca con formatización por retoque marginal unifacial. Sin embargo, forman parte del conjunto dos fragmentos de puntas cola de pescado de manufactura bifacial (Miotti, 1995, 2004; Cattáneo, 2005; Hermo & Lynch, 2017).

El Componente Superior de AEP-1 incluye los conjuntos registrados en las capas 2 y 1 del sitio. La depositación de estas capas señala un hiato ocupacional de unos 2.000 años en relación al Componente Inferior. Los fechados radiocarbónicos de la capa 2 corresponden a inicios del Holoceno medio (ca. 7.700 -7.500 años ^{14}C AP). La funcionalidad del sitio para estos momentos ha sido entendida como de campamentos residenciales, es decir, la de un lugar en el que se llevaron a cabo actividades múltiples. El principal recurso faunístico aprovechado fue el guanaco y las marcas óseas identificadas indican actividades humanas de procesamiento más bien secundario y final de las presas. Se observa un aprovechamiento integral de los animales que podría traducirse en una estrategia de especificación (Bettinger, 1991) y potenciación (Miotti, 1998, 2012). Esta estrategia contemplaría, además, el consumo de médula y manufactura de artefactos óseos (Marchionni, 2013; Miotti & Marchionni, 2013). La tecnología lítica está caracterizada por la presencia de puntas de proyectil triangulares apedunculadas, objeto que tiene una amplia distribución en contextos arqueológicos patagónicos del Holoceno temprano y medio (véase Hermo, 2016; Magnin *et al.* 2017).

Cueva Maripe

Cueva Maripe es un abrigo de grandes proporciones (ca. 600 m², Fig. 3) en la que se detectaron diferentes ocupaciones humanas desde



Fig. 2. Vista del sitio AEP-1 de la localidad de Piedra Museo, Santa Cruz, Argentina.

la transición Pleistoceno-Holoceno. Se ubica en la localidad La Primavera (Fig. 1), en el mismo sistema de zanjones que Piedra Museo, distante unos 80 km al oeste. Una característica de relevancia es que el espacio interno de la cueva está dividido en dos cámaras (norte y sur) por un tabique rocoso, y que ellas difieren en sus particularidades topográficas, microambientales y arqueológicas (Miotti *et al.* 2007). Con base en trabajos en sedimentología, tafonomía y tecnología, se ha propuesto que el esquema ocupacional de Cueva Maripe consta de tres componentes (Miotti *et al.* 2014).

El Componente 1 (transición Pleistoceno-Holoceno y Holoceno temprano) posee dataciones entre ca. 9.500 y 7.000 años ^{14}C AP. El principal recurso faunístico representado es el guanaco, cuyos patrones de procesamiento son concordantes con actividades de procesamiento secundario y consumo de estos animales (Miotti & Marchionni, 2009; Marchionni *et al.* 2012; Marchionni, 2013). Los conjuntos de ambas cámaras muestran una estrategia focalizada en el guanaco sin complemento de especies pleistocénicas de megaherbívoros, lo que estaría indicando, de acuerdo a las fechas que se manejan para la extinción de estos animales (Miotti & Salemme, 1999; Miotti *et al.* 2018 y bibliografía allí citada), que para estos momentos en el sector de las cabeceras del zanjón, estas especies no habrían estado disponibles. En base a la frecuencia y tipos de marcas de procesamiento y fracturas intencionales asociados al sector de fogones, se propuso que en cámara norte se habrían desarrollado actividades de consumo, incluyendo la médula, mientras que cámara sur parece

representar un área más relacionada a actividades de cocción, consumo y descarte (Marchionni, 2013; García Añino, 2018). El conjunto lítico está caracterizado fundamentalmente por herramientas unifaciales sobre lasca, como cepillos, raederas y raspadores (Hermo & Lynch, 2017). No obstante, se registraron artefactos bifaciales, tales como las puntas de proyectil triangulares apedunculadas. Las materias primas representadas son mayoritariamente locales (<15 km), aunque también están representadas otras de procedencias más distantes (i.e. obsidiana) (Hermo, 2008; Hermo & Miotti, 2011).

El Componente 2 (Holoceno medio) muestra algunas diferencias tecnológicas respecto del anterior, principalmente un mayor uso de hojas y la presencia de bolas de boleadora, lo que implica la incorporación de un nuevo sistema de armas arrojadas (Hermo, 2008; Hermo & Magnin, 2012; Hermo & Lynch, 2017). El recurso principal continúa siendo el guanaco, no obstante se observa un mayor procesamiento de estas presas. Esto podría deberse, entre otras cosas, a un aprovechamiento más amplio e integral de sus productos, entre ellos, el hueso como materia prima en la manufactura de instrumentos óseos (Miotti & Marchionni, 2013). Para este momento, cámara sur, al igual que en el componente anterior, parece haber funcionado como un área vinculada a actividades de consumo y descarte, mientras que cámara norte refleja actividades más relacionadas al procesamiento secundario, manufactura de instrumentos y otras tareas específicas (Marchionni, 2013). La presencia de cáscaras de

huevo de rheidos podría sugerir un cambio en el aprovechamiento de esta especie y un posible uso estacional del sitio (Marchionni, 2013; García Añino & Mosquera, 2014).

Por último, en el Componente 3 (Holoceno tardío) se evidencia la utilización de hojas como formas base preferenciales para la manufactura de herramientas unifaciales (i.e., raspadores, filos laterales retocados, muescas). Se ha determinado una tendencia al diseño de artefactos formatizados de tamaños menores que en los componentes anteriores (Hermo & Lynch, 2017). En cuanto al consumo de guanaco, para este componente se ha propuesto que *la alta frecuencia de especímenes óseos quemados en cámara sur, así como la ausencia de artefactos óseos formatizados y la importante fragmentación antrópica del conjunto, sugieren, al igual que el material lítico, el desarrollo de actividades domésticas en esta cámara* (Miotti *et al.* 2014: 529). Esta hipótesis se ve reforzada por los resultados de análisis de fragmentación ósea tendiente a una maximización de los productos cárneos, óseos y de tejidos blandos de los guanacos (García

Añino, 2018). Para estos momentos tardíos se propone una estrategia de potenciación que involucra una mayor inversión de trabajo para la obtención de nutrientes y productos de los recursos tradicionalmente explotados (Miotti, 2012; Marchionni, 2013; García Añino, 2018).

CONTEXTO PALEOAMBIENTAL

La transición entre el final del Pleistoceno y el Holoceno temprano significó una reconfiguración climática de escala global propia del final de la última glaciación. Esta situación tuvo diferentes expresiones ambientales a escalas locales y regionales. En este sentido, el final del Pleistoceno estuvo caracterizado por la sucesión de al menos dos eventos climáticos globales consecutivos: el Episodio Frío Reverso Antártico -EFRA- ocurrido entre los ca. 14.500 y 12.800 años cal AP y el Younger Dryas -YD- entre 12.800 y 11.700 años cal AP. El EFRA tuvo su expresión en el hemisferio sur como un evento frío que interrumpió la tendencia cálida propia del proceso de desglaciación. En tanto que el YD se desarrolló como un período cálido actuando en antifase con



Fig. 3. Vista general de Cueva Maripe, localidad La Primavera, Santa Cruz, Argentina.

el hemisferio norte, donde se caracteriza por ser un evento frío (Blunier *et al.* 1997; Hajdas *et al.* 2003; McCulloch *et al.* 2005).

Para el Macizo del Deseado contamos con información paleoambiental proveniente de sitios arqueológicos en cuevas y abrigos rocosos, y que, por lo tanto, permite la reconstrucción del ambiente durante el período de ocupación humana del área, la cual se inicia hacia fines del Pleistoceno final (ca. 13.000 años AP). Estos datos marcan que para momentos previos a los 12.800 años cal AP -EFRA-, el ambiente era muy árido, caracterizado por estepas arbustivas y con precipitaciones menores a los 200 mm anuales (Páez *et al.* 1999; Borronei, 2003). Entre los 12.800 y 11.000 años cal AP, en la cronozona YD, hubo un incremento en la humedad que permitió el desarrollo de la estepa gramínea. Entrando en el Holoceno, con posterioridad a los 11.000 años cal AP, las señales son diversas con una tendencia a condiciones más húmedas al sur del macizo a partir del reconocimiento de una comunidad vegetal de tipo estepa gramínea (La Gruta 1), en tanto que en el norte (Los Toldos y Piedra Museo) la señal polínica muestra condiciones más áridas con el reconocimiento de estepas arbustivas.

Durante estos momentos, algunos sitios arqueológicos de la región registran la presencia de los últimos ejemplares de mamíferos extinguidos en Patagonia (Miotti *et al.* 1988; Miotti & Salemme, 1999; Miotti *et al.* 2018), que, junto con las aves, configuran contextos de gran diversidad faunística (Miotti & Salemme, 1999; Borrero, 2001). Durante este lapso en la región, dos especies de Rheidae (*R. americana* y *R. pennata*) habrían sido recursos disponibles hasta ca. 9.000 años AP cuando *R. americana* desaparece en esta región con un desplazamiento hacia el norte en busca de condiciones menos erémicas y su nicho austral es ocupado por *R. pennata*, especie que habita actualmente en toda Patagonia (Cardich & Miotti, 1983; Tambussi & Tonni, 1985; Salemme & Miotti, 1987; Miotti & Salemme, 1999). Así, los momentos iniciales de la ocupación humana del área se caracterizan por la asociación *Lama guanicoe*, *Lama gracilis*, *Hippidion saldiasi* y *Rhea cf. americana* en los sitios arqueológicos (Miotti & Salemme, 1999). Entre los camélidos *L. guanicoe* es la especie que aparece representada

en todos los sitios de la región. *L. gracilis* se registra en Patagonia únicamente en depósitos del último glacial y del Holoceno temprano (Miotti & Salemme, 1999; Miotti *et al.* 2018).

Durante el Holoceno medio (entre 7.500 años AP y 3.000 años AP) los datos polínicos muestran una tendencia hacia condiciones más cálidas y secas, que llegaron a un punto de máxima aridez hacia los ca. 6.000 años AP (Markgraf *et al.* 2003; De Porras, 2010) en un contexto en que se elevó el nivel del mar (Codignotto *et al.* 1992) y hubo un fortalecimiento de los *westerlies* (Gilli *et al.* 2005). En el caso de La Martita el registro polínico muestra que ca. 5.000 años ^{14}C AP se produce un cambio ambiental de corto plazo en respuesta a condiciones más frías o de mayor precipitación que las actuales (Mancini, 1998). El registro zooarqueológico del área se encuentra dominado por la presencia de *L. guanicoe* y no se registra la presencia de la fauna pleistocénica, lo que implica una menor diversidad taxonómica que para el Pleistoceno final - Holoceno temprano (Miotti & Salemme, 1999).

Para el Holoceno tardío se reconocen condiciones climáticas similares a las actuales, las cuales se habrían establecido hacia los 3.750 y 5.000 años AP en los sectores de Los Toldos y La María donde se observa un reemplazo de estepa arbustiva dominada por *Asteraceae subf. Asteroideae* por una comunidad de estepa arbustiva de *Colliguaja integerrima* (De Porras *et al.* 2009; De Porras, 2010). A su vez en La Martita, se reconoce un cambio hacia los 2.190 ± 115 años ^{14}C AP cuando la comunidad gramínea-arbustiva establecida desde ca. 8.000 años AP es reemplazada por una estepa arbustiva de *Asteraceae subf. Asterideae* constituyendo, de esa forma, condiciones paleoambientales similares a las actuales (Mancini, 1998).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se procesaron 28 muestras correspondientes a cuatro especies, de las cuales tres corresponden a fauna extinta: *Hippidion saldiasi*, Mylodontidae y *Lama gracilis*. Estas muestras proceden del sitio AEP-1 de Piedra Museo y corresponden a las capas 6 y 4/5 con una cronología ca. 12,8-9,2 ka AP. El guanaco es la cuarta especie, con muestras que

abarcan desde el Pleistoceno final hasta el Holoceno tardío; provienen del sitio AEP-1 de Piedra Museo y de Cueva Maripe (Miotti *et al.* 1999, 2014). Algunos de estos materiales poseen fecha taxón y además huellas de corte (para más detalle ver Miotti & Cattáneo, 2003; Marchionni, 2013). En cuanto a los criterios aplicados al muestreo, en el caso de las muestras de guanaco se consideraron aspectos anatómicos y estratigráficos para evitar la repetición del análisis sobre un individuo. En el caso de la fauna extinta y con el fin de maximizar las chances de obtención de valores isotópicos se realizaron extracciones sobre dos elementos de *Lama gracilis* y de *Hippidion saldiasi*.

La extracción de colágeno y la medición de las relaciones $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ y $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ se realizaron en el Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS-CONICET). Para la extracción de colágeno se siguieron los lineamientos metodológicos propuestos por Sealy *et al.* (2014). Los fragmentos óseos se limpiaron con métodos abrasivos y sometidos en diversas oportunidades a enjuagues con baño de ultrasonido. En un primer momento las muestras fueron tratadas con HCl en baja concentración (0.5%), el cual se modificó cada 24-48 hs. Posteriormente se enjuagó con agua desionizada y se procesó con una solución de NaOH al 0.125% por 20 hs. Finalmente el material es secado en una estufa a 40 °C (Sealy *et al.* 2014). Las mediciones se realizaron con un analizador elemental Carlo Erba EA1108 (CHN), conectado a un espectrómetro de masas de flujo continuo Thermo Scientific Delta V Advantage a través de una interface Thermo Scientific ConFlo IV. Los resultados son expresados como la relación del isótopo pesado sobre el liviano ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) e informado como valores δ "per mil" (‰) en relación con estándares internacionales del carbono (*Vienna Pee Dee Belemnite*, VPDB) y nitrógeno (*Ambient Inhalable Reservoir*, AIR).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Carácter primario de los valores isotópicos

Uno de los aspectos importantes del trabajo era obtener valores primarios sobre colágeno óseo de material faunístico proveniente de capas del Pleistoceno final. El resultado fue que se obtuvo

colágeno en 19 de las 28 muestras procesadas (Tabla 1). Es decir, en el 32% de los casos no se pudo obtener colágeno óseo, lo cual resulta un porcentaje alto para Patagonia. La mayoría (7/9) corresponde a muestras de Cueva Maripe, tanto Cámara Norte como Cámara Sur, pero también aconteció con dos muestras de Piedra Museo. No obstante, en términos cronológicos, los problemas para obtener colágeno se tuvieron con las muestras que corresponden a capas atribuidas al Holoceno, desde ca. 1,1 ka AP a 8,9 ka AP. De esta manera, en esta región sur de Patagonia, se puede afirmar que la cronología de la muestra no es la variable de mayor relevancia para la conservación o degradación del colágeno óseo. En Cueva Maripe, solo del 41% de las muestras analizadas se obtuvo colágeno, mientras que en AEP-1 este valor se correspondió al 87%. Por lo tanto, parece ser más importante para la conservación del colágeno las condiciones particulares de los depósitos arqueológicos, siendo Cueva Maripe la que presenta las condiciones menos favorables para tal fin.

El 68% restante de la muestra registró la presencia de colágeno óseo con una media de recuperación de $8\% \pm 5\%$ con un rango entre 19% y 1%. En cuanto a la relación C/N registró una media de $3,2 \pm 0,05$, todas comprendidas entre 2,9/3,6, lo cual establece el carácter primario de los valores obtenidos (DeNiro, 1985). Al comparar los dos elementos procesados de *Lama gracilis* y de *Hippidion saldiasi* entre sí se observa que los valores $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ registran mínimas diferencias, menores a 0,4‰. Estos resultados reafirman, por un lado, que se trataría del mismo individuo y, por otro, el carácter primario de los valores. En la Tabla 1 se consignan los valores $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de las muestras como así también los parámetros de conservación.

Variabilidad $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en el tiempo

El $\delta^{13}\text{C}$ no registra grandes variaciones a lo largo del tiempo con valores entre -19,6‰ y -17,7‰ para los 19 valores. Se observa en la Fig. 4 que las distribuciones correspondientes al Pleistoceno final ($-19,0\% \pm 0,5\%$), compuestas principalmente por fauna extinta, son similares a las del Holoceno ($-18,8\% \pm 0,5\%$). Los tres bloques temporales señalan una clara asociación

Tabla 1. Valores δ¹³C y δ¹⁵N de las muestras analizadas junto a los parámetros de conservación. A su vez, se presenta la información contextual de aquellas muestras que no presentaron colágeno.

AIE	Sitio	Capa	Cronología	Taxón	Elemento	%Col.	C/N	δ ¹³ C	δ ¹⁵ N
32599	AEP-1	6	Pleistoceno final	<i>Hippidion saldiasi</i>	Metacarpo	13	3,2	-19,5	2,3
32601	AEP-1	6	Pleistoceno final	<i>Hippidion saldiasi</i>	Frag. Mandíbula	19	3,3	-19,3	2,1
32603	AEP-1	6	Pleistoceno final	<i>Mylocodontidae</i>	Frag. Costilla	4	3,3	-19,6	7,5
32605	AEP-1	6	Pleistoceno final	<i>Lama gracilis</i>	Radio-cúbito D.	3	3,4	-18,6	6,6
32606	AEP-1	6	Pleistoceno final	<i>Lama gracilis</i>	Radio-cúbito D.	13	3,3	-19,0	6,3
33409	AEP-1	6	Pleistoceno final	<i>Lama guanicoe</i>	Falange	2	3,2	-18,2	5,4
33413	AEP-1	4/5	Pleistoceno- Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Magnum D.	5	3,2	-19,3	5,6
33414	AEP-1	4/5	Pleistoceno- Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Magnum D.	6	3,2	-18,8	5,4
33415	AEP-1	4/5	Pleistoceno- Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Magnum D.	2	3,2	-17,7	6,7
33416	AEP-1	4/5	Pleistoceno- Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Magnum D.	2	3,2	-19,0	5,2
33417	AEP-1	4/5	Pleistoceno- Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Magnum D.	9	3,2	-19,3	5,5
33410	AEP-1	2	Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Fibular I.	7	3,2	-19,3	6,3
33411	AEP-1	2	Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Fibular I.	5	3,2	-18,1	7,0
33412	AEP-1	2	Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Fibular I.	4	3,2	-18,1	6,5
33421	C. Marípe- C. Norte	4	Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Sacro	15	3,3	-19,2	5,9
33422	C. Marípe- C. Norte	4	Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Sacro	12	3,3	-18,9	6,8
33423	C. Marípe- C. Norte	4	Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Sacro	11	3,3	-19,0	6,2
33419	C. Marípe- C. Norte	3	Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Radio-cúbito D.	1	3,2	-19,6	6,5
33420	C. Marípe- C. Norte	3	Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Radio-cúbito D.	17	3,2	-18,5	5,7
S/C	AEP-1	2	Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Fibular I.	S/C	S/C	S/C	S/C
S/C	AEP-1	2	Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Fibular I.	S/C	S/C	S/C	S/C
S/C	C. Marípe- C. Norte	5	Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Radio-cúbito D.	S/C	S/C	S/C	S/C
S/C	C. Marípe- C. Norte	5	Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Radio-cúbito D.	S/C	S/C	S/C	S/C
S/C	C. Marípe- C. Norte	2	Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Navicular I.	S/C	S/C	S/C	S/C
S/C	C. Marípe- C. Sur	2	Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Atlas	S/C	S/C	S/C	S/C
S/C	C. Marípe- C. Sur	1	Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Metacarpo D.	S/C	S/C	S/C	S/C
S/C	C. Marípe- C. Sur	3	Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Tibia I.	S/C	S/C	S/C	S/C
S/C	C. Marípe- C. Sur	1	Holoceno	<i>Lama guanicoe</i>	Metacarpo D.	S/C	S/C	S/C	S/C

Referencias.

S/C: sin colágeno; AEP-1: Capa 6, ca. 12,8-10,4 ka AP; Capa 4/5, ca. 10,4-9,2 ka AP; Capa 2, ca. 7,4-7,7 ka AP; Cueva Marípe- Cámara Norte: Capa 5, ca. 8,9-8,7 ka AP; Capa 4, ca. 8,7 y 3,2 ka AP; Capa 3, ca. <3,2 ka AP; Cueva Marípe- Cámara Sur: Capa 3, ca. 9,5-8,3 ka AP; Capa 2, ca. 7,7-4,1 ka AP; Capa 1, ca. 1,1 ka AP

con ambientes de vegetación perteneciente a vías fotosintéticas C_3 , tal como se registra en la actualidad en la región Patagónica. Se puede observar que los cambios climático-ambientales acaecidos desde el Pleistoceno final al Holoceno no tuvieron injerencia en los valores $\delta^{13}C$ de la fauna consumida por las sociedades cazadoras-recolectoras de Patagonia.

En el $\delta^{15}N$ se registra mayor variación. Esta es evidente durante el Pleistoceno final en clara asociación con la mayor diversidad de especies analizadas en este período (Fig. 5). El Mylodontidae adquiere el valor más alto (7,5‰), mientras que el *Hippidion saldiasi* el más bajo (2,1‰). Esta variabilidad puede ser explicada por cuestiones metabólicas inherentes a cada una de estas especies. No obstante, en ambos casos se considera que son especies no-rumiantes (Coltrain *et al.* 2004). Otra posible explicación reside en cuestiones de alimentación. Los tipos de plantas (árboles, arbustos, pastos), si bien el valor específico es dependiente a cada ambiente, registran diferencias en el $\delta^{15}N$: los valores más bajos se asociarían a plantas arbóreas o arbustivas y los más altos a pastos (Bocherens, 2003). De esta manera, los extremos registrados en fauna extinta de la localidad de Piedra Museo (*Hippidion saldiasi* y Mylodontidae) podrían estar haciendo referencia

a una preferencia por hojas de plantas leñosas en el caso del *Hippidion saldiasi* y de pastos en el caso del Mylodontidae. Sin poder establecer en este trabajo esta cuestión, esta caracterización es coincidente con interpretaciones previas de heces, de aspectos morfológico-dentales e isotópicas (MacFadden & Shockey, 1997; Bargo & Vizcaíno, 2008; Prado *et al.* 2011). Recientemente se ha establecido una discusión sobre los hábitos alimenticios de los Xenarthra en base a información isotópica (Bocherens *et al.* 2017; Fariña & Varela, 2018; Bocherens *et al.* 2018). Los valores aquí obtenidos se encuentran dentro de la distribución de los herbívoros de Patagonia actual. Para este período, entre 12,6 y 11 ka AP, en AEP-1 se reconoció una estepa arbustiva de Asteroidea (54%), acompañada de Nassauvia, Ephedra y otros pastos a partir de un estudio polínico (Borromei, 2003). Es interesante notar que los valores aquí presentados de *Hippidion saldiasi* son similares a los registrados por Prevosti y Martín (2013) para el sur de Patagonia continental, mientras que el Mylodontidae registra una mayor diferencia al compararlo con esas muestras (Prevosti & Martín, 2013), lo que implicaría una mayor variabilidad dietaria para dichas especies.

A su vez, los especímenes correspondientes al género *Lama* del Pleistoceno final presentan en

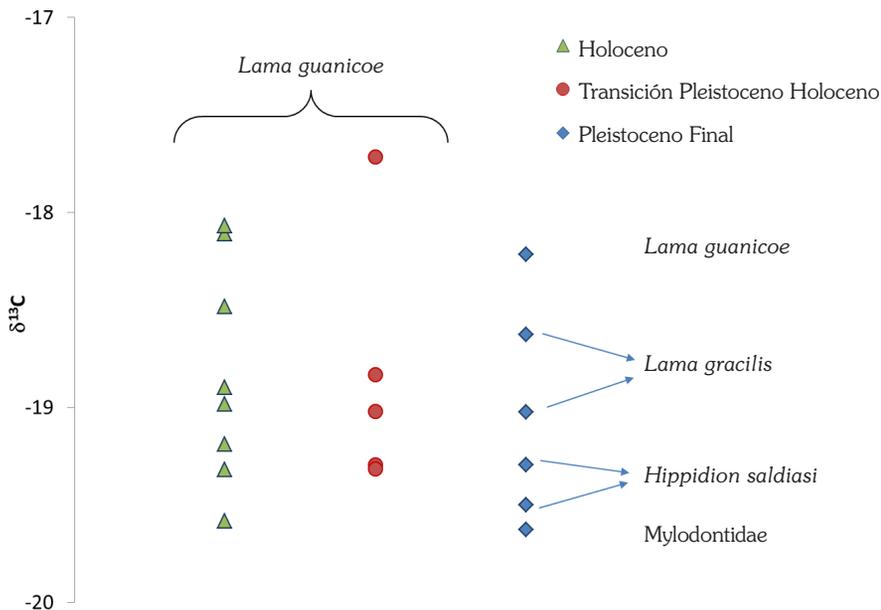


Fig. 4. Valores $\delta^{13}C$ en función a la especie y a la cronología.

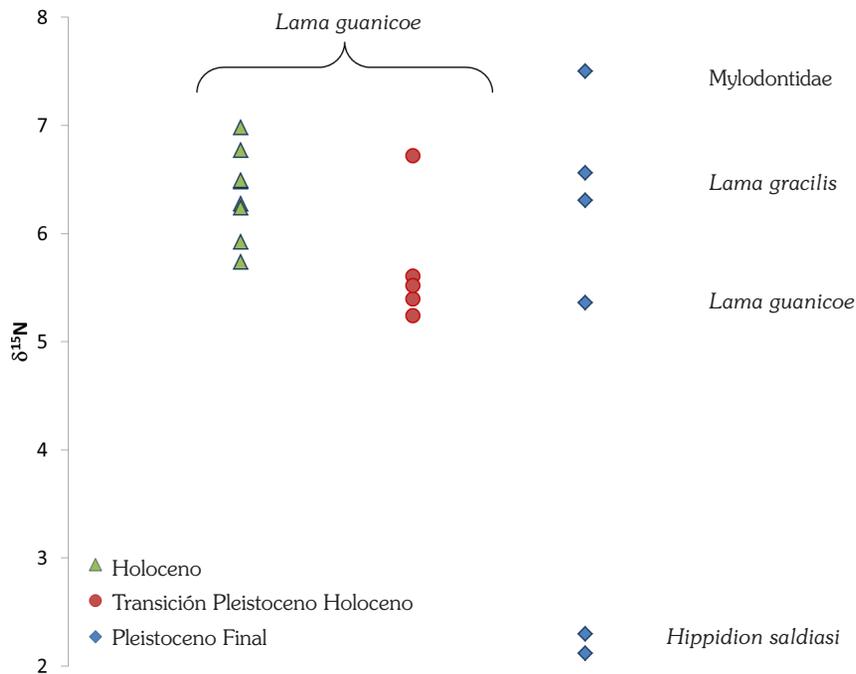


Fig. 5. Valores $\delta^{15}\text{N}$ en función a la especie y a la cronología.

el $\delta^{15}\text{N}$ una distancia de aproximadamente 1‰ (Fig. 6). Esta diferencia es interesante cuando consideramos la evolución de los guanacos a través del tiempo. Los guanacos de la transición Pleistoceno-Holoceno junto con el del Pleistoceno final registran una media de $5,6\text{‰} \pm 0,5\text{‰}$, mientras que los del Holoceno es de $6,4\text{‰} \pm 0,4\text{‰}$ (Fig. 6). Esto señala una diferencia de $0,8\text{‰}$ y estadísticamente significativa (Mann-Whitney $p < 0,05$). De esta manera, se registra un cambio en los valores del $\delta^{15}\text{N}$ de los guanacos entre el Pleistoceno final/transición Pleistoceno-Holoceno y el Holoceno, en la única especie de las analizadas que atravesó este período de grandes cambios climático-ambientales. Las causas de la variación pueden ser, por un lado, por una modificación en los ciclos del nitrógeno en suelos y plantas en relación a estos cambios climático-ambientales (*ie.* humedad, temperatura, ver Stevens *et al.* 2008; Bocherens *et al.* 2014; Rabanus-Wallace *et al.* 2017); o, por otro lado, algún cambio en la dieta de esta especie asociado a modificaciones en las comunidades vegetacionales. En AEP-1, entre 11 y 9,2 ka AP se reconoce una estepa graminosa de Poaceae (60%) y otros taxa herbáceos, con un porcentaje bajo de polen arbustivo (Borromei,

2003). No obstante, un reciente trabajo observa una tendencia similar en el $\delta^{15}\text{N}$ en diferentes herbívoros de distintos continentes (Rabanus-Wallace *et al.* 2017). Estos autores lo relacionan con cambios en los niveles de humedad a nivel global y plantean la relación de estas modificaciones con la extinción de la megafauna en los distintos continentes. Los valores registrados en Paunero *et al.* (2017) acompañan esta tendencia, con valores de $5,0\text{‰}$ y $5,1\text{‰}$ para *Lama guanicoe* y *Lama gracilis* respectivamente. Esto es concordante con la información paleoambiental regional que indica que es probable que hacia la primera ocupación humana del Macizo del Deseado, el incremento de la humedad y de las temperaturas favorecieron el desarrollo de la estepa graminosa (Borromei, 2003; Mancini *et al.* 2013). Estas condiciones habrían propiciado la existencia de una mayor diversidad de especies pastadoras y ramoneadoras como los caballos y camélidos. A esto se suma la información concordante obtenida de los estudios polínicos y la presencia de otras especies como *R. americana* que luego del incremento de la aridez se retira hacia el norte en busca de condiciones menos erémicas. El desbalance hídrico del Holoceno medio, con sus consecuentes aumentos de temperatura y aridez,

favoreció el desarrollo de la estepa arbustiva. Estas condiciones fueron propicias para el establecimiento de las comunidades ecológicas que se mantienen hasta la actualidad. Los valores $\delta^{15}\text{N}$ más altos registrados en los herbívoros durante el Holoceno están reflejando estas condiciones paleoambientales. Es claro que un mayor número de muestras y un mejor control cronológico permitirán comprender las variaciones en el $\delta^{15}\text{N}$ y la relación con los cambios climáticos. Es por esto que destacamos la necesidad de obtener secuencias con profundidad temporal que permitan evaluar los cambios en los ciclos del C y N a través del tiempo.

Por último, a nivel espacial, los valores aquí presentados permiten llenar vacíos de información que existían para el norte de la provincia de Santa Cruz durante el Holoceno. Como ya fue planteado para el Holoceno se obtuvo una media de $6,4\text{‰} \pm 0,4\text{‰}$. Al realizar una comparación con los valores disponibles se observan dos cuestiones (Tessone, 2010; Tessone *et al.* 2014; Zilio *et al.* 2018). Por un lado, es similar a la media obtenida para el centro oeste de la mencionada provincia, de $\delta^{15}\text{N}$ de $6,1\text{‰}$ (Tessone, 2010; Tessone *et al.* 2014), mientras que por otro se diferencia de los valores obtenidos en guanacos de distintos sitios de costa, con valores de $\delta^{15}\text{N}$ de $8,5\text{‰} \pm 1\text{‰}$ (Zilio *et al.*

2018); en relación a la primera área la distancia es ca. 300 km, mientras que en el segundo caso es de ca. 130 km. Esta última comparación intenta llamar la atención de la importancia del desarrollo de las ecologías isotópicas regionales cuando se intenta discutir aspectos relacionados con las reconstrucciones paleodietarias en poblaciones humanas.

CONSIDERACIONES PRELIMINARES

En este trabajo se obtuvieron valores $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ correspondientes a muestras de fauna extinta y guanaco correspondientes al Pleistoceno final y la transición Pleistoceno-Holoceno. Este análisis implicó uno de los primeros estudios sobre la paleoecología isotópica del Pleistoceno final y la transición Pleistoceno-Holoceno en el área de la Meseta Central de Santa Cruz; creemos que la incorporación de esta línea de evidencia es de suma importancia para evaluar el poblamiento temprano de Patagonia meridional por cazadores recolectores, la relación con los cambios ambientales y la extinción de la megafauna durante este período.

En el caso del $\delta^{13}\text{C}$ los herbívoros no registraron diferencias a través del tiempo. Los

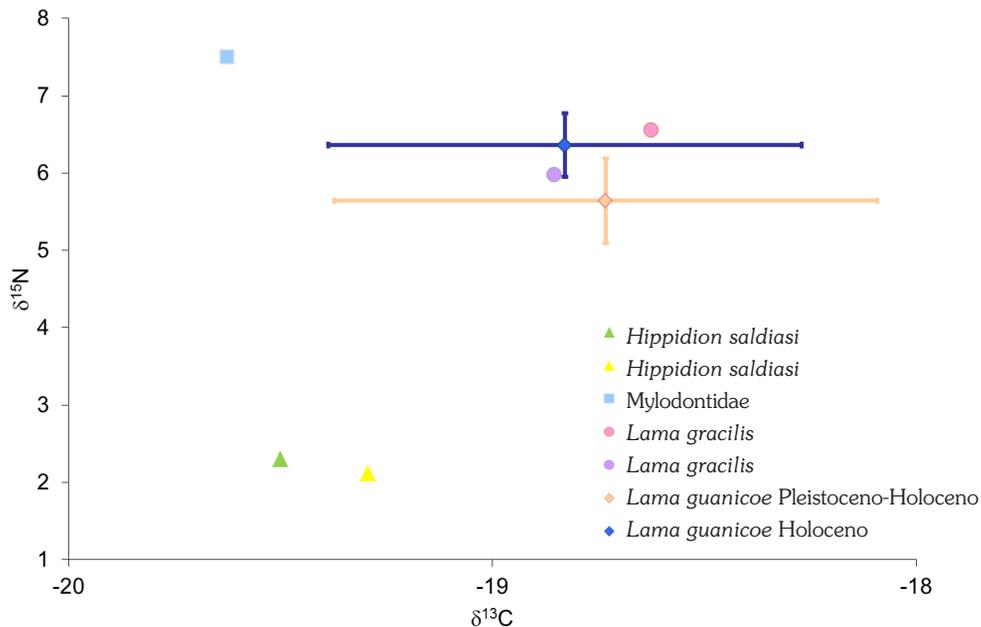


Fig. 6. Valores $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de la fauna analizada en este trabajo.

valores obtenidos para el Pleistoceno final, compuesto principalmente por fauna extinta, registraron valores similares a los de la transición Pleistoceno-Holoceno y el Holoceno, donde solo se analizaron guanacos. Los tres bloques temporales registraron valores correspondientes a plantas pertenecientes a la vía fotosintética C_3 . Por el contrario, en el $\delta^{15}\text{N}$ los herbívoros registran una mayor variación. En primera instancia relacionada con la diversidad de especies analizadas durante el Pleistoceno final, con valores extremos representados entre *Mylodontidae* e *Hippidion saldiasi*. En segunda instancia, el resultado más notable de esta investigación, refiere a las variaciones registradas en los valores $\delta^{15}\text{N}$ de los guanacos del Holoceno respecto a los especímenes del Pleistoceno final y la transición Pleistoceno-Holoceno. Dichas diferencias podrían estar evidenciando variaciones globales a nivel de humedad que afectó el ciclo del N, registrado en diferentes herbívoros de los distintos continentes. Esto es concordante con la información paleoambiental regional del Macizo del Deseado (Borromei, 2003; Mancini *et al.* 2013), como así también con la información zooarqueológica de los sitios.

Por último, este análisis tiene implicancias en relación a las paleodietas de los cazadores recolectores del Pleistoceno final y la transición Pleistoceno-Holoceno. Las mismas son diferentes en función de la relación isotópica ($\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$). Por un lado, la ausencia de variación en el $\delta^{13}\text{C}$ de los herbívoros desde el Pleistoceno final y durante el Holoceno permite afirmar que el valor de referencia para realizar interpretaciones paleodietarias es el mismo para los últimos 13 mil años en el área de la Meseta Central de Santa Cruz. Esto también tiene injerencia en estudios paleoecológicos de carnívoros (Prevosti & Martin, 2013). Por otro lado, la situación es distinta para el $\delta^{15}\text{N}$, ya que se registran diferencias entre las distintas especies analizadas del Pleistoceno final y, a través del tiempo, en el caso del guanaco. Esto implicaría que en futuras investigaciones sería importante reconstruir la ecología isotópica de cada región de estudio para el Pleistoceno final, haciendo énfasis en la variabilidad isotópica espacial ya registrada durante el Holoceno en Patagonia.

AGRADECIMIENTOS

La investigación se financió con subsidios de ANPCyT: PICT2015-0102 y PICT2013-1335, 2017-2999 y PI UNLP N805 y PI UNLP N831. Un agradecimiento especial para Estela Ducós y Nazareno Piperissa por la ayuda brindada en la medición de las muestras. Agradecemos a los evaluadores por las sugerencias y comentarios realizados a este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- 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., Zangrando, A., Gil, A., Martínez, G., Politis, G., Borrero, L., & Neme, G. (2009). Guanaco (*Lama guanicoe*) isotopic ecology in southern South America: spatial and temporal tendencies, and archaeological implications. *Journal of Archaeological Science*, 36, 2666-2675.
- Barberena, R., Méndez, C., Mena, F., & 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., Tessone, A., Quiroga, M. N., Gordón, F., Llano, C., Gasco, A., Paiva, J., & Ugan, A. (2018). Guanacos Y Ecología Isotópica En El Norte Del Neuquén: El Registro De Cueva Huenul 1. *Revista del Museo de Antropología*, 11, 7-14.
- Bargo, M. S., & Vizcaíno, S. F. (2008). Paleobiology of Pleistocene ground sloths (*Xenarthra*, Tardigrada): biomechanics, morphogeometry and ecomorphology applied to the masticatory apparatus. *Ameghiniana*, 45(1), 175-196.
- Bettinger, R. L. (1991). *Hunter-Gatherers: Archaeological and Evolutionary Theory*. New York, Plenum Press.
- Blunier, T., Schwander, J., Stauffer, B., Stocker, T., Dällenbach, A., Indermühle, A., Tschumi, J., Chappellaz, J., Raynaud, D., & Barnola, J. M. (1997). Timing of the Antarctic Cold Reversal and the atmospheric CO₂ increase with respect to the Younger Dryas event. *Geophysical Research Letters*, 24, 2683-2686.
- Bocherens, H. (2003). Isotopic biogeochemistry and the paleoecology of the mammoth steppe fauna. *Advances in Mammoth Research*, 9, 57-76.

- Bocherens, H., Drucker, D. G., & Madelaine, S. (2014). Evidence for a 15N positive excursion in terrestrial foodwebs at the middle to upper Palaeolithic transition in South-western France: implication for early modern human palaeodiet and palaeoenvironment. *Journal of Human Evolution*, *69*, 31-43.
- Bocherens, H., Cotte, M., Bonini, R., Scian, D., Straccia, P., Soibelzon, L., & Prevosti, F. J. (2016). Palaeobiology of sabretooth cat *Smilodon populator* in the Pampean region (Buenos Aires Province, Argentina) around the last glacial maximum: insights from carbon and nitrogen stable isotopes in bone collagen. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *449*, 463-474.
- Bocherens, H., Cotte, M., Bonini, R. A., Straccia, P., Scian, D., Soibelzon, L., & Prevosti, F. J. (2017). Isotopic insight on paleodiet of extinct Pleistocene megafaunal Xenarthrans from Argentina. *Gondwana Research*, *48* (1), 7-14.
- Bocherens, H., Cotte, M., Bonini, R. A., Straccia, P., Scian, D., Soibelzon, L., & Prevosti, F. J. (2018). Reply to "Comment on "Isotopic insight on paleodiet of ..." by Bocherens *et al.* (Gondwana Research, 48(1), 7-14)". *Gondwana Research*, *58*, 243-245.
- Borrero, L. A. (2001). *El poblamiento de la Patagonia. Toldos, milodones y volcanes*. Buenos Aires, Emecé Editores.
- Borromei, A. M. (2003). Palynology at Piedra Museo Locality, Santa Cruz Province, Argentina. En L. Miotti, M. Salemme & N. Flegenheimer (Eds.). *Where the South Winds Blow: Ancient Evidence of Paleo South Americans* (pp. 113-120). Texas, EE.UU.: Center for the Studies of the First Americans, A&M University Press.
- Cardich, A., & Miotti, L. (1983). Recursos faunísticos en la economía de los cazadores-recolectores de Los Toldos (provincia de Santa Cruz, Argentina). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, *XV*, 147-157.
- Cattáneo, G. R. (2002). *Una Aproximación a la Organización de la Tecnología Lítica entre los Cazadores-Recolectores del Holoceno Medio/ Pleistoceno Final en la Patagonia Austral, Argentina*. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Tesis Doctoral. MS.
- Cattáneo, G. R. (2005). Tecnología lítica en la localidad arqueológica Piedra Museo (Santa Cruz, Argentina). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, *XXX*, 79-103.
- Cione, A., Tonni, E., & Soibelzon, L. (2003). The broken zig-zag: late Cenozoic large mammals and tortoise extinction in South America. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, *5*(1), 1-19.
- Cione, A., Tonni, E., & Soibelzon, L. (2009). Did humans cause the late pleistocene-early Holocene mammalian extinctions in South America in a context of shrinking open areas? En G. Haynes (Ed.), *American Megafaunal Extinctions at the End of the Pleistocene* (pp. 125-144). Netherlands: Springer.
- Codignotto, J. O., Kokot, R. R., & Marcomini, S. C. (1992). Neotectonism and sea level changes in the coastal zone of Argentina. *Journal of Coastal Research*, *8*, 125-133.
- Coltrain, J. B., Harris, J. M., Cerling, T. E., Ehleringer, J. R., Dearing, M., Ward, J., & Allend, J. (2004). Rancho La Brea stable isotope biogeochemistry and its implications for the palaeoecology of late Pleistocene, coastal southern California. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *205*, 199-219.
- DeNiro, M. J. (1985). Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to paleodietary reconstruction. *Nature*, *317*, 806-809.
- De Porras, M. E. (2010). *Dinámica de la Vegetación de la Meseta Central de Santa Cruz Durante los Últimos 11.000 Años: Forzantes Bióticos y Abióticos*. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata.
- De Porras, M. E., Mancini, M. V., & Prieto, A. R. (2009). Vegetation changes and human occupation in the Patagonian steppe, Argentina, during the late Holocene. *Vegetation History and Archaeobotany*, *18*(3), 235-244.
- Drucker, D. G., Bocherens, H., & Billiou, D. (2003). Evidence for shifting environmental conditions in Southwestern France from 33,000 to 15,000 years ago derived from carbon-13 and nitrogen-15 natural abundances in collagen of large herbivores. *Earth and Planetary Science Letters*, *216*, 163-173.
- Fariña, R. A., & Varela, L. (2018). Comment on "Isotopic insight on paleodiet of extinct Pleistocene megafaunal Xenarthrans from Argentina" by H. Bocherens, M. Cotte, R. A. Bonini, P. Straccia, D. Scian, L. Soibelzon and F. J. Prevosti. *Gondwana Research*, *48* (1), 7-14.
- Fernández, J., Markgraf, V., Panarello, H., Alberio, M. C., Angiolini, F. E., Valencio, S., & Arriaga, M. (1991). Late Pleistocene/ Early Holocene environments and climates, fauna, and human occupation in the Argentine, Altiplano. *Geoarchaeology*, *6*, 251-272.
- Fernández, P. M., & 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, 83-89.
- Fox-Dobbs, K., Leonard, J. A., & Koch, P. L. (2008). Pleistocene megafauna from Eastern Beringia: Paleoeological and paleoenvironmental interpretations of stable carbon and nitrogen isotope and radiocarbon records. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 261, 30-46.
- France, C. A. M., Zelanko, P. M., Kaufman, A. J., & Holtz, T. R. (2007). Carbon and nitrogen isotopic analysis of Pleistocene mammals from the Saltville Quarry (Virginia, USA): Implications for trophic relationships. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 249, 271-282.
- García Añino, E. (2018). *Estrategias de consumo de grandes mamíferos a lo largo del Holoceno entre los cazadores-recolectores de la meseta central de Santa Cruz. El caso del guanaco en el sitio cueva Maripe*. Tesis doctoral, inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo.
- García Añino, E., & Mosquera, B. (2014). Resultado preliminar del análisis zooarqueológico de los hallazgos recuperados en zaranda en el sitio Cueva Maripe, Santa Cruz (Argentina). En A. Castro Esnal, M. L. Funes, M. Grosso, N. Cuperszmit, A. Murgó & G. Romero (Eds.), *Entre Pasados y Presentes IV* (pp. 446-460). Buenos Aires: INAPL.
- Giardina, M., Hermo, D., Miotti, L., & Vázquez, M. (2000). Resolución e integridad arqueológica del Componente Inferior de Piedra Museo. En Guía de Campo de la Visita a las Localidades arqueológicas. Taller Internacional INQUA: *La Colonización del Sur de América Durante la Transición Pleistoceno-Holoceno*: 79-83. UNLP-CONICET-INQUA.
- Gilli, A., Ariztegui, D., Anselmetti, F. S., McKenzie, J. A., Markgraf, V., Hajdas, I., & McCulloch, R. (2005). Mid-Holocene strengthening of the Southern Westerlies in South America-Sedimentological evidences from Lago Cardiel, Argentina (49°S). *Global and Planetary Change*, 49, 75-93.
- Hajdas, I., Bonani, G., Moreno, P., & Ariztegui, D. (2003). Precise radiocarbon dating of Late-glacial cooling in midlatitude South America. *Quaternary Research*, 59, 70-78.
- Hermo, D. (2008). *Los cambios en la circulación de las materias primas líticas en ambientes mesetarios de Patagonia. Una aproximación para la construcción de los paisajes arqueológicos de las sociedades cazadoras-recolectoras*. Tesis doctoral inédita. La Plata, Universidad Nacional de La Plata.
- Hermo, D. (2016). Variabilidad morfológica y cronología en puntas triangulares apedunculadas del Macizo del Deseado (provincia de Santa Cruz). En *Actas del XIX Congreso Nacional de Arqueología Argentina* (pp. 3073-3076). San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Hermo, D., & Miotti, L. (2011). La obsidiana en el Nesocratón del Deseado (Santa Cruz, Argentina): extractos de una oscura biografía. En D. Hermo & L. Miotti (Eds.), *Biografías de paisajes y seres: visiones desde la arqueología sudamericana* (pp. 111-131). Editorial Encuentro Grupo Editor.
- Hermo, D., & Magnin, L. (2012). Blade and bifacial technology in Mid-Holocene occupations at Deseado Massif, Santa Cruz province, Argentina. *Quaternary International*, 256, 71-77.
- Hermo, D., & Lynch, V. (2017). Análisis de la tecnología lítica del sitio Cueva Maripe (Santa Cruz, Argentina). *Revista Española de Antropología Americana*, 47, 69-90.
- Kochi, S. (2017). Paleodietas en cazadores-recolectores del canal Beagle durante el Holoceno tardío. *Intersecciones en Antropología*, 18(3), 329-340.
- MacFadden, B. J., & Shockey, B. J. (1997). Ancient feeding ecology and niche differentiation of Pleistocene mammalian herbivores from Tarija, Bolivia: morphological and isotopic evidence. *Paleobiology*, 23, 77-100.
- Magnin, L., Hermo, D., Lynch, V., & Mosquera, B. (2017). Mapping triangular non-stemmed points across Deseado Massif (Santa Cruz, Argentina). En: *11th International Symposium of Knappable Materials. From toolstone to stone tools*. Buenos Aires, IMHICIHU-CONICET, p. 203.
- Mancini, M. V. (1998). Vegetational changes during Holocene in the Extra-Andean Patagonia, Santa Cruz Province, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 138(1-4), 207-219.
- Mancini, M. V., Franco, N., & Brook, G. (2013). Palaeoenvironment and Early Human Occupation of Southernmost South America (South Patagonia, Argentina). *Quaternary International*, 299, 13-22.
- Marchionni, L. (2013). *Comparación de las distintas historias tafonómicas en conjuntos zooarqueológicos provenientes de la Meseta Central de la provincia de Santa Cruz*. Tesis doctoral no publicada. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de La Plata.
- Marchionni, L., Mosquera, B., & García Añino, E. (2012). Analysis of Zooarchaeological and Taphonomical variability from Maripe Cave Site, Santa Cruz Province,

- Argentinian Patagonia. *Quaternary International* 278, 12-21.
- Markgraf, V., Bradbury, J. P., Schwalb, A., Burns, S. J., Stern, C., Ariztegui, D., Gilli, A.,... & Maidana, N. (2003). Holocene palaeoclimates of southern Patagonia: limnological and environmental history of Lago Cardiel, Argentina. *Holocene*, 13, 581-591.
- Martínez, G., Gutiérrez, M., Messineo, P., Kaufmann, C., & Rafuse, D. J. (2016). Subsistence strategies in Argentina during the Late Pleistocene and Early Holocene. *Quaternary Science Review*, 144, 51-65.
- McCulloch, R.D., Bentley, M.J., Tipping, R.M., & Clapperton, C.M. (2005). Evidence for Late-Glacial ice dammed lakes in the Central Strait of Magellan and Bahía Inútil, Southernmost South America. *Geografiska Annaler*, 87A (2), 335-362.
- Meltzer, D. (2003). Lessons in Landscape Learning. En M. Rockman & J. Steele (Eds.), *Colonization of Unfamiliar Landscapes. The Archaeology of Adaptation* (pp. 222-241). Nueva York: Routledge.
- Metcalf, J. L., Turney, C., Barnett, R., Martin, F., Bray, S. C., Vilstrup, J. T., Orlando, L., Salas-Gismondí, R., Loponte, D., Medina, M., *et al.* (2016). Synergistic roles of climate warming and human occupation in Patagonian megafaunal extinctions during the Last Deglaciation. *Science Advances*, 2, 1-8.
- Miotti, L. (1995). Piedra Museo locality: A special place in the new world. *Current Research in the Pleistocene*, 12, 37-40.
- Miotti, L. (1996). Piedra Museo (Santa Cruz): nuevos datos para el debate de la ocupación Pleistocénica en Patagonia. En J. Gómez Otero (Ed.), *Arqueología sólo Patagonia* (pp. 27-38). Rawson: Secretaría Cultura de Chubut y Conicet.
- Miotti, L. (1998). *Zoarqueología de la meseta central y costa de la provincia de Santa Cruz: Un enfoque de las estrategias adaptativas aborígenes y los paleoambientes*. Museo Municipal de Historia Natural de San Rafael, San Rafael.
- Miotti, L. (2003). A paradox for building images of the colonization of the new world. En Miotti, L., Salemme, M. (Eds.), *South America, Long and Winding Roads for the First Americans at the Pleistocene/Holocene Transition. Quaternary International*, vols. 109-110, pp. 147-173.
- Miotti, L. (2004). Quandary: The Clovis Phenomenon, The first Americans, and the View from the Patagonia Region. En B. Lepper (Ed.), *New Perspectives on the First Americans* (pp. 31-36). Texas: A&M University Press and The Center for the Study of First Americans co-publisher.
- Miotti, L. (2012). El uso de los recursos faunísticos entre los cazadores-recolectores de Patagonia: tendencias espacio/temporales de las estrategias durante el Holoceno. La Potenciación de los recursos entre los cazadores-recolectores de Patagonia. Factores, Procesos e implicancias arqueológicas. *Archaeofauna*, 21, 137-160.
- Miotti, L., Salemme, M., & Menegaz, A. (1988). El manejo de los recursos faunísticos durante el Pleistoceno final y Holoceno temprano en Pampa y Patagonia. En *Precirculados del IX Congreso Nacional de Arqueología Argentina* (pp. 102-118).
- Miotti, L., & Salemme, M. (1999). Biodiversity, Taxonomic Richness and Generalist-Specialists economical systems in Pampa and Patagonia Regions, Southern South America. *Quaternary International*, 53-54, 53-68.
- Miotti, L., Vázquez, M., & Hermo, D. (1999). Piedra Museo un Yamnagoo Pleistocénico en la Colonización de la Meseta de Santa Cruz. El estudio de la Arqueofauna. En J. B. Belardi, P. Fernández, R. Goñi, G. Guraieb & M. De Nigris (Eds.), *Soplando en el Viento... Actas de las III Jornadas de Arqueología de Patagonia* (pp. 113-136). Neuquén/Buenos Aires, Edición INAPL-UN de Comahue, Argentina.
- Miotti, L. & Cattáneo, R. (2003). Pleistocene/Holocene transition at Piedra Museo and surrounding region. En L. Miotti, M. Salemme & N. Flegenheimer (Eds.), *Where the South Winds Blow: Ancient Evidence of Paleo South Americans* (pp. 99 - 104). Texas, EE.UU.: Center for the Studies of the First Americans, A&M University Press.
- Miotti, L., Salemme, M., & Rabassa, J. (2003). Radiocarbon chronology at Piedra Museo locality. En L. Miotti, M. Salemme & N. Flegenheimer (Eds.), *Where the South Winds Blow: Ancient Evidence of Paleo South Americans* (pp. 99-104). Texas, EE.UU.: Center for the Studies of the First Americans- A & M. University Press.
- Miotti, L., & Salemme, M. (2005). Hunting and butchering events at late Pleistocene and early Holocene in Piedra Museo (Patagonia, southernmost south America). En R. Bonnichsen (Ed.), *Paleoamerican Prehistory: Colonization Models, Biological Populations, and Human Adaptations* (pp. 141-151). Texas, EE.UU.: Center for the Studies of the First Americans- A & M. University Press.
- Miotti, L., Hermo, D., Salemme, M., Magnin, L., Cárden, N.,

- Marchionni, L., Alcaraz, A., Mosquera, B., & Terranova, E. (2007). Resolución e Integridad Arqueológica de la Cueva Maripe (Santa Cruz Argentina). En F. Morello, M. Martinic, A. Prieto & G. Bahamonde (Eds.), *Arqueología de Fuego-Patagonia. Levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos* (pp. 555-568). Punta Arenas: CEQUA.
- Miotti, L., & Marchionni, L. (2009). Procesando huesos: entre la Etnografía y la Arqueología. En M. Salemme, F. Santiago, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez & M. Mansur (Eds.), *Arqueología de la Patagonia. Una mirada desde el confín del mundo* (pp. 787-799). Ushuaia: Editorial Utopía.
- Miotti, L., Hermo, D., Blanco, R., & Terranova, E. (2011). Puntas Cola de Pescado en el eco-refugio de la meseta de Somuncurá Río Negro, Argentina. En J. C. Jiménez et al. (Eds.), *IV Tomo El Hombre temprano en América*, editado (pp. 149-172). México: Publicaciones INAH, UNAM, Museo del Desierto.
- Miotti, L., & Marchionni, L. (2013). Beyond Stones: "Bone as raw material for Tools in the Central plateau of Santa Cruz, Argentinean Patagonia". En A. Choyke & S. O'Connor (Eds.), *From these bare bones: Raw materials and the study of worked osseous objects* (pp. 116-126). Oxbow: London.
- Miotti, L., Marchionni, L., Hermo, D., Mosquera, B., & Ceraso, A. (2014). Fechados radiocarbónicos y delimitación temporal de los conjuntos arqueológicos de Cueva Maripe, Santa Cruz (Argentina). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 39(2), 509-537.
- Miotti, L., Hermo, D., Terranova, E., & Blanco, R. (2015). Edenes en el desierto. Señales de caminos y lugares en la historia de la colonización de Patagonia Argentina. *Revista Antípoda*, 23, 161-185.
- Miotti, L., Tonni, E.P., & Marchionni, L. (2018). What happened when the Pleistocene megafauna became extinct? *Quaternary International*, 473, 173-189.
- Mosquera, B. (2018). Análisis de la información radiocarbónica de sitios arqueológicos del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Intersecciones Antropología*, 19, 25-36.
- Núñez, L., Cartajena, I., Grosjean, M., de Souza, P., & Carrasco, C. (2011). Reflexiones sobre el Holoceno Medio en la Puna Occidental: Ecorrefugios y la emergencia de complejidad. En *Poblaciones humanas y ambientes en el noroeste argentino durante el Holoceno medio* (pp. 89-92). Córdoba: Editorial Corintios 13.
- Páez, M. M., Prieto, A. R., & Mancini, M. V. (1999). Fossil pollen from Los Toldos locality: a record of the Late-Glacial transition in the Extra-Andean Patagonia. *Quaternary International*, 53/54, 69-76.
- Panarello, H. O., Zangrando, A. F., Tessone, A., Kozameh, L. F., & Testa, N. (2006). Análisis comparativo de paleodietas humanas entre la región del canal Beagle y Península Mitre: perspectivas desde los isótopos estables. *Magallania*, 34, 37-46.
- Paunero, R., Valida, C., Rindel, D., & Tessone, A. (2017). La fauna pleistocénica: evidencias zooarqueológicas en la Meseta Central de Santa Cruz, los sitios de La María. *Magallania*, 45(2), 181-198.
- Praderio, A., Gil, A., & Forasiepi, A. (2012). El registro de Megatherium (Xenarthra, Tardigrada) en Mendoza (Argentina): aspectos taxonómicos, cronológicos y paleoecológicos. *Mastozoología Neotropical*, 19, 279-291.
- Prado, J. L., Alberdi, M. T., Azanza, B., & Sánchez, B. (2001). Climate and changes in mammal diversity during the late Pleistocene-Holocene in the Pampean Region (Argentina). *Acta Palaeontologica Polonica*, 46, 261-276.
- Prado, J. L., Sánchez, B. & Alberdi M. T. (2011). Ancient feeding ecology inferred from stable isotopic evidence from fossil horses in South America over the past 3 Ma. *BMC Ecology* 11:1-15.
- Prevosti, F. J., & Martin, F. M. (2013). Paleoeology of the mammalian predator guild of Southern Patagonia during the latest Pleistocene: ecomorphology, stable isotopes, and taphonomy. *Quaternary International*, 305, 74-84.
- Prevosti, F. J., & Schubert, B. W. (2013). First taxon date and stable isotopes ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) from the large hypercarnivorous South American canid *Procyon troglodytes* (Canidae, Carnivora). *Quaternary International*, 305, 67-73.
- Rabanus-Wallace, T. M., Wooller, M. J., Zazula, G. D., Shute, E., Jahren, A. H., Kosintsev, P., Burns, J. A., Breen, J., Llamas, B., & Cooper, A. (2017). Megafaunal isotopes reveal role of increased moisture on rangeland during late Pleistocene extinctions. *Nature Ecology & Evolution*, 1, 0125.
- Salemme, M., & Miotti, L. (1987). Zooarchaeology and palaeoenvironments: some examples from Patagonian and Pampean regions (Argentina). *Quaternary of South America & Antarctic Peninsula*, 5, 3357.
- Sánchez, B., Prado, J. L., & Alberdi, M. T. (2006). Ancient feeding ecology and extinction of Pleistocene Horses from Pampean Region (Argentina). *Ameghiniana*,

- 43, 427-436.
- Sealy, J., Johnson, M., Richards, M., & 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.
- Steele, J., & Politis, G. (2009). AMS ^{14}C dating of early human occupation of southern South America. *Journal of Archaeological Science*, 36(2), 419e429.
- Stevens, R. E., & Hedges, R. E. M. (2004). Carbon and nitrogen stable isotope analysis of Northwest European horse bone and tooth collagen, 40,000 BP - present: Palaeoclimatic interpretations. *Quaternary Science Review*, 23, 977-991.
- Stevens, R. E., Jacobi, R., Street, M., Germonpré, M., Conard, N. J., Münzel, S. C., & Hedges, R. E. M. (2008). Nitrogen isotope analyses of reindeer (*Rangifer tarandus*), 45,000 BP to 9,000 BP: Palaeoenvironmental reconstructions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 262, 32-45.
- Tambussi, C. P., & Tonni, E. P. (1985). Aves del sitio arqueológico Los Toldos, cañadón de las Cuevas, Provincia de Santa Cruz (República Argentina). *Ameghiniana*, 22(1-2), 69-74.
- Tessone, A. (2010). *Arqueología y Ecología Isotópica. Estudio de isótopos estables de restos humanos del Holoceno tardío en Patagonia meridional*. Tesis Doctoral Inédita. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. Argentina.
- Tessone, A., & Belardi, J. B. (2010). Evaluación del $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en el colágeno de herbívoros de las cuencas de los lagos Tar y San Martín (provincia de Santa Cruz, Patagonia). En *Zooarqueología a Principios del Siglo XXI. Aportes Teóricos, Metodológicos y Casos de Estudio* (pp. 345-357). Buenos Aires: Editorial Espinillo.
- Tessone, A., Rindel, D., Belardi, J. B., Panarello, H. O., & Goñi R. A. (2014). $\delta^{13}\text{C}$ 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., & De Nigris, M. (2019). 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. En *Prensa Intersecciones en Antropología*.
- Vázquez, M., Marchionni, L., & Miotti, L. (2018). El faenamiento y consumo de guanacos durante la colonización inicial en la localidad Piedra Museo (Santa Cruz, Argentina). *Libro de resúmenes 9no. Simposio Internacional el Hombre Temprano en América*. Necochea.
- Zangrando, A. F. J., Panarello, H., & Piana, E. L. (2014). Zooarchaeological and Stable Isotopic Assessments on Pinniped-Human Relations in the Beagle Channel (Tierra del Fuego, Southern South America). *International Journal of Osteoarchaeology*, 24, 231-244.
- Zangrando, A.F.J., Riccialdelli, L., Kochi, S., Nye, J. W., & Tessone, A. (2016). Stable isotope evidence supports pelagic fishing by hunter-gatherers in southern South America during the late Holocene. *Journal of Archaeological Science Reports*, 8, 486-491.
- Zilio, L., Tessone, A., & Hammond, H. (2018). Stable isotope ecology and human palaeodiet in the northern coast of Santa Cruz (Argentine Patagonia). *International Journal of Osteoarchaeology*, 28(3), 305-317.