

Análisis de residuos orgánicos en tecnología cerámica durante el Holoceno tardío en el centro-oeste de Santa Cruz, Argentina

Cecilia Chaile, Irene Lantos, Marta Maier, Gisela Cassiodoro y Augusto Tessone

Recibido 15 de enero 2018. Aceptado 29 de junio 2018

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio sobre los usos de la tecnología cerámica en los grupos cazadores recolectores del centro-oeste de la provincia de Santa Cruz, Argentina, hacia fines del Holoceno tardío. Para tal fin se realizaron análisis de isótopos estables de C y N mediante análisis elemental-espectrometría de masa de relaciones isotópicas (EA-IRMS), y la caracterización química de residuos orgánicos recuperados de tiestos cerámicos arqueológicos mediante cromatografía gaseosa-espectrometría de masa (CG-EM). Los resultados de los análisis isotópicos indicaron que el origen de los restos adheridos son los animales de estepa. Por otra parte, los perfiles de ácidos grasos de las muestras arqueológicas son similares al guanaco (*Lama guanicoe*), en particular la presencia de ácidos grasos impares tanto lineales como ramificados, potenciales biomarcadores de rumiante o pseudorumiante. Además se detectó colesterol en la mayoría de las muestras. En ninguno de los casos se observó un aporte vegetal en los residuos. De esta manera, toda la evidencia arqueométrica apunta a que las cerámicas fueron usadas para la extracción de grasa de guanaco por los grupos cazadores recolectores del centro-oeste de Santa Cruz.

Palabras clave: Residuos orgánicos; Cerámica; EA-IRMS; CG-EM; Centro-oeste de Santa Cruz.

ABSTRACT

ORGANIC RESIDUE ANALYSES OF LATE HOLOCENE CERAMIC TECHNOLOGY IN CENTRAL-WEST SANTA CRUZ, ARGENTINA. In this paper the results of a study of the use of pottery technology by hunter-gatherers from central-west Santa Cruz, Argentina, towards the end of the Late Holocene are presented. The results of C and N stable isotope (EA-IRMS) and chemical (GC-MS) analyses of organic residues recovered from archaeological sherds are reported. Stable isotope data indicates that the origin of the adhered organic residues is from steppe animals. In addition, the fatty acid profiles of the archaeological samples were very similar to guanaco (*Lama guanicoe*), particularly linear and branched odd fatty acids, which are potential lipid biomarkers of ruminants and pseudo-ruminants. Most samples had cholesterol. None showed vegetable oils in the absorbed lipid residues. Hence, the archaeometrical evidence points towards the use of pottery for the extraction of guanaco fat by hunter-gatherer groups of central-west Santa Cruz.

Keywords: Organic residues; Pottery; EA-IRMS; GC-MS; Central-west Santa Cruz.

Cecilia Chaile. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires (FFyL, UBA). Puán 480 (1420), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. E-mail: cecy.30.01@gmail.com

Irene Lantos. UBA. Unidad de Microanálisis y Métodos Físicos Aplicados a la Química Orgánica (UMYMFOR), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Intendente Güiraldes 2160 (1428), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. E-mail: irenelantos@qo.fcen.uba.ar

Marta Maier. UBA. UMYMFOR, CONICET. Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Intendente Güiraldes 2160 (1428), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. E-mail: maier@qo.fcen.uba.ar

Gisela Cassiodoro. CONICET, Instituto Nacional de Pensamiento Latinoamericano (INAPL), UBA. 3 de febrero 1378 (1426), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. E-mail: gcassio@hotmail.com

Augusto Tessone. CONICET. Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS). UBA. Pabellón INGEIS. Ciudad Universitaria (1428), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. E-mail: atessone@ingeis.uba.ar

INTRODUCCIÓN

Las alteraciones paleoambientales acontecidas en el centro-oeste de la provincia de Santa Cruz hace 900 años –conocidas como la Anomalía Climática Medieval (ACM)– estuvieron asociadas a una serie de cambios en las estrategias de subsistencia y movilidad de los grupos cazadores-recolectores (Goñi 2010). Para estos momentos hubo una reducción de la movilidad residencial y un nucleamiento de los asentamientos en las cuencas de altitud baja con disponibilidad de agua (cuencas de los lagos Posadas/Salitroso y Cardiel). Al mismo tiempo, se ampliaron los rangos logísticos para aumentar la productividad y, durante los períodos estivales, se incorporaron las mesetas y las cuencas de altura (meseta del Strobel, Cardiel Chico, Pampa del Asador/Guitarra y cuencas altas del Parque Nacional Perito Moreno) (Goñi 2010).

En este contexto de cambios, los cazadores recolectores santacruceños adoptaron la tecnología cerámica (Cassiodoro 2011), con el fin hipotético de extraer eficientemente el contenido graso de las presas animales magras tales como el guanaco (*Lama guanicoe*) (Gradin 1997; Goñi 2010; Cassiodoro 2011). En concordancia con ello, en el registro arqueofaunístico del área fue observada la optimización de la extracción y consumo de grasa de guanaco (Bourlot et al. 2009). Por otro lado, el registro arqueofaunístico mostró que se explotaron en menor medida otras especies, como el choique (*Pterocnemia pennata*), cauquén (*Chloephaga picta*), armadillos (*Zaedyus pichiy*) y zorrino (*Conepatus humboldtii*), entre otras (Aragone 2007).

Otra línea de evidencia está constituida por los relatos de viajeros que estuvieron en contacto con diferentes grupos patagónicos y que dan cuenta de la extracción y preparación de la grasa para el consumo, principalmente en invierno, cuando escaseaba o para la preparación de las pinturas (Musters 1997 [1871]).

Además, los análisis isotópicos sobre restos humanos del Holoceno tardío indicaron que la dieta estuvo basada en el consumo de animales de estepa como fuente proteica (Tessone 2010). Cabe destacar que durante los últimos 800 años se observó un incremento en el consumo de carbohidratos y/o de lípidos en comparación con momentos previos, especialmente entre las mujeres (Tessone 2010).

Si bien las distintas líneas de evidencia mencionadas permiten plantear hipótesis acerca de los usos de la cerámica, son los estudios arqueométricos de los residuos orgánicos preservados en estas manufacturas los que permiten reconstruir de manera directa el uso de los antiguos recipientes (Evershed 2008).

Este trabajo busca evaluar si la tecnología cerámica fue adoptada para un uso especializado en el procesamiento de grasa de guanaco. Para ello se realizaron

estudios arqueométricos (caracterización química de lípidos y análisis de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$) en residuos orgánicos recuperados de recipientes provenientes de los sitios arqueológicos de las mesetas Pampa del Asador/lago Guitarra y Cardiel Chico, y las cuencas bajas del lago Posadas-Salitroso.

ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS

Los análisis arqueométricos se pueden realizar tanto en los residuos adheridos como en los absorbidos (Evershed 2008). Los primeros se caracterizan por ser visibles al ojo humano y constituyen materia carbonizada que deriva de la combustión de los alimentos, formados por carbohidratos, lípidos y proteínas. Por lo tanto, representan los últimos usos que tuvo el recipiente antes de ser descartado (Skibo 1992). Estos restos se ven más afectados por los procesos posdeposicionales debido a su mayor contacto con el medio exterior (Skibo 1992). Los segundos son el producto de la acumulación de eventos culinarios a lo largo de la vida útil de la pieza, y se depositan y preservan dentro de las matrices porosas de la cerámica, las cuales protegen a los residuos de los agentes de degradación (Roffet-Salque et al. 2017).

En el caso de Patagonia, se han realizado distintos estudios: (a) análisis isotópicos de residuos adheridos (Gómez Otero 2007; Cassiodoro y Tessone 2014); y (b) caracterización química de residuos lipídicos absorbidos (Cordero y March 2013; Gómez Otero et al. 2014; Schuster 2014; Stoessel et al. 2015). Los resultados de estas investigaciones permitieron adjudicarles distintos usos a la cerámica e identificar tipos de recursos animales (terrestres y marinos) y vegetales.

LA REGIÓN DEL CENTRO-OESTE DE SANTA CRUZ

La región del centro-oeste de Santa Cruz, Patagonia, Argentina (Figura 1) se distribuye en tres áreas ecológicas: Meseta central, Pastizal subandino y Complejo andino (Oliva et al. 2001).

Cuenta con dos sectores diferenciados en términos ecológicos y altitudinales (Goñi 2010): (a) los sectores altos que incluyen mesetas y cuencas que se localizan entre los 750 y los 1200 msnm, con una importante carga nivea invernal, que se caracterizan por la marcada estacionalidad, ya que pueden ser ocupadas solo a fines de primavera y en verano; y (b) los sectores bajos ubicados entre 200-400 msnm, con condiciones climáticas más benignas, buenas pasturas, leña, disponibilidad de agua y posibilidades de reparo en forma de médanos o de formaciones rocosas con una baja carga de nieve.

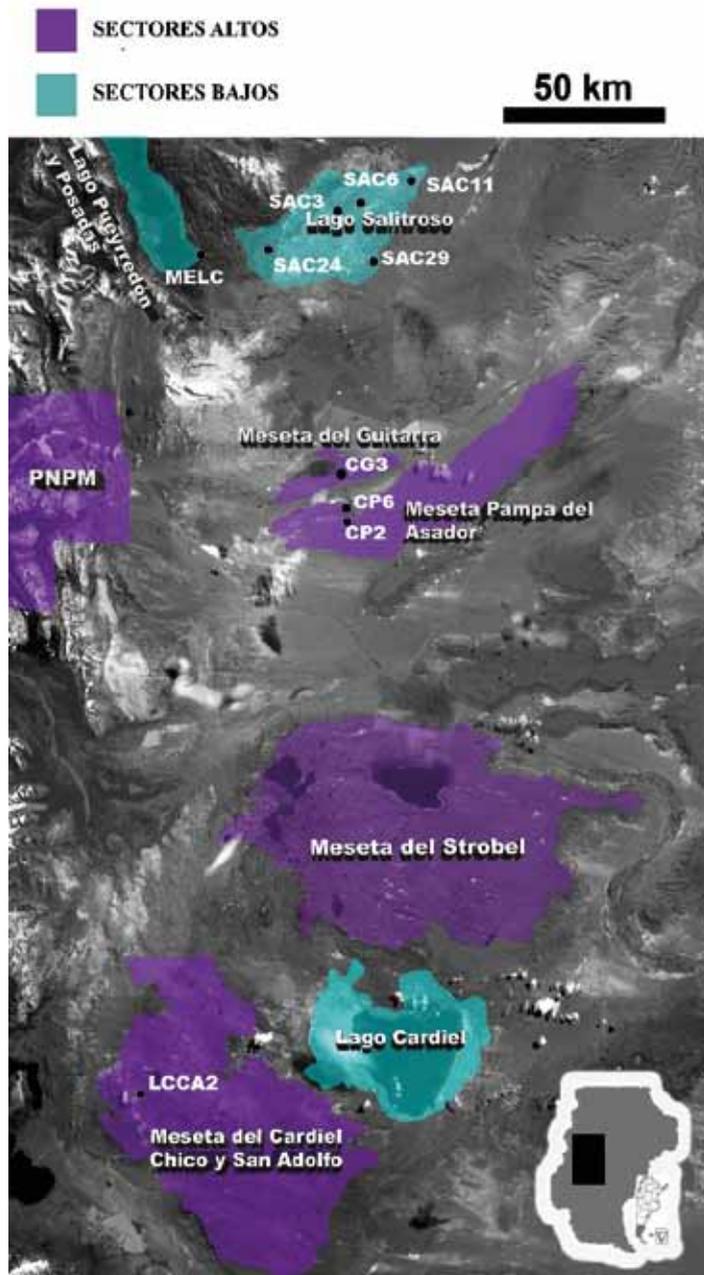


Figura 1. Región de estudio con los sitios analizados.

La fauna de la región se caracteriza por una alta frecuencia de guanacos, tanto en los sectores altos como en los bajos. No obstante, existen otras especies animales disponibles, como choiques, armadillos, roedores (*Chinchillidae* sp., *Dolychotis*, *Ctenomys* sp., *Caviidae* sp.), lagartijas (*Liolaemus*, *Phymaturus* y *Diplolaemus*), zorros (*Pseudalopex griseus* y *Pseudalopex culpaeus*) y pumas (*Felis concolor*) (Aragone 2007; Dellepiane 2014).

MATERIALES

En el centro-oeste de la provincia de Santa Cruz los sitios con cerámica son escasos; a su vez, la frecuencia

de tuestos recuperados en ellos también tiende a ser baja (Cassiodoro 2011). Los tuestos tienden a ser pequeños, con paredes externas alisadas y con manchas de hollín en las superficies internas y externas. La presencia de decoración en la cerámica es baja y la técnica es de incisión. La forma de los recipientes habría sido subglobular abierta con un punto de inflexión en el cuello, inferido a partir de un fragmento hallado en el sitio SAC5, que corresponde a un borde evertido de labio recto. Las principales fuentes de materia prima se hallan disponibles en la cuenca de los lagos Salitroso-Posadas-Pueyrredón (Cassiodoro y Tchilinguirian 2007).

La muestra total (Tabla 1) cuenta con 15 tuestos que presentan residuos orgánicos adheridos a sus paredes internas. De las cuencas lacustres bajas se seleccionaron siete tuestos para el análisis: cinco de ellos provienen de la cuenca del Salitroso (SAC29, SAC24, SAC11, SAC6, SAC3); uno de la cuenca del lago Posadas (Estancia la Costosa-MELC); y otro de una colección privada (colección Fortuni-RF), recolectada en las proximidades de la cuenca del lago Posadas. En cuanto a las mesetas y cuencas altas, se analizaron ocho tuestos: seis se recuperaron en el área de Cerro Pampa (CP6, CP2 Ojo de Agua) y los dos restantes provienen uno de la meseta del lago del Guitarra (CG3) y el otro de la meseta del Cardiel Chico (LCCA2).

El conjunto analizado fue recolectado en distintos trabajos de campo (Cassiodoro 2011) (Tabla 1). La mayor parte de los tuestos que lo componen provienen de concentraciones superficiales: SAC29, SAC6, SAC3, SAC24, SAC11, CP2 y MELC. Además, se recolectó cerámica de superficie en dos sitios asociados a un paredón basáltico (LCCA2, CG3), y se incluyó un tiesto proveniente de una colección privada, también recolectada en superficie (RF). Por otra parte, se estudió un tiesto recuperado en estratigrafía de una excavación de un parapeto (CP6). La cerámica recuperada en los sitios de los sectores bajos están asociados a fechados absolutos pos 900 años AP (Cassiodoro 2011), mientras que en el caso de las mesetas se realizaron fechados radiocarbónicos sobre residuos orgánicos adheridos (CP6 y LCCA2) que indican edades de 886 ± 82 ; 373 ± 45 y 109 ± 37 años AP (Cassiodoro y Tessone 2014).

La recuperación de las muestras en el campo se realizó utilizando guantes de vinil; fueron envueltas en papel aluminio y almacenadas dentro de bolsas plásticas. La única excepción es la muestra de RF, por

AMBIENTE	SECTOR	SITIO	N	CONTEXTO	¹⁴ C AP	*AAG	*AIME	*AIL
Sector bajo	Salitroso-Posadas	SAC29	1	superficie	-	-	X	X
		SAC6	1	superficie	-	-	X	-
		SAC3	1	superficie	960 ± 125 1408 ± 44	-	X	-
		SAC24	1	superficie	-	X	X	X
		SAC11	1	superficie	750 ± 60	X	X	-
		RF	1	superficie	-	X	X	-
Sector alto	Cerro Pampa	CP6	4	estratigrafía	373 ± 45 886 ± 82	X	X	X
		CP2 Ojo de Agua	2	superficie	1411 ± 45 1582 ± 46	X	X	-
	Guitarra	CG3	1	superficie	1217 ± 36	X	X	X
	Cardiel Chico	LCCA2	1	superficie	109 ± 37	X	X	X

Tabla 1. Descripción de la muestra cerámica analizada en este estudio. *AAG (análisis de ácidos grasos); AIME (análisis isotópico de muestras enteras adheridas); AIL (análisis isotópico de extracto lipídico).

tratarse de una pieza de colección privada. En cuanto al método de muestreo para los análisis de residuos, se seleccionó un tiesto por sitio/concentración para evitar una sobrerrepresentación del mismo recipiente en la muestra.

Para los análisis químicos de residuos lipídicos, se seleccionaron ocho de los 15 tiestos. Cuatro de ellos provienen de sitios altos: dos de CP6, uno de LCCA y uno de CG3. Otros cuatro tiestos provienen de sitios bajos: uno de RF, uno de MELC y dos de SAC.

Por otro lado, se analizaron dos muestras de referencia de animales en estado crudo con el fin de generar datos comparativos. Se analizó grasa del tejido muscular de un guanaco silvestre procedente de la localidad de O'Connor (departamento Adolfo Alsina, Río Negro) y también grasa del tejido muscular del ñandú (*Rhea americana*) proveniente de un criadero de Buenos Aires.

MÉTODOS

Estudios isotópicos en residuos orgánicos

Los análisis de isótopos estables del *bulk* de C y N en los residuos orgánicos adheridos se realizaron mediante la técnica de análisis elemental acoplado a espectrometría de masa de relaciones isotópicas (EA-IRMS), sobre la base del protocolo propuesto por Beehr y Ambrose (2007).

Los estudios $\delta^{13}\text{C}$ $\delta^{15}\text{N}$ se realizaron en el laboratorio del Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS, CONICET-UBA). Las relaciones isotópicas del C y N se midieron en un Analizador Elemental (EA) Carlo Erba EA1108 (CHN) conectado a un espectrómetro de masas de relaciones isotópicas (IRMS) de flujo continuo Thermo Scientific Delta V Advantage a través de una interfaz Thermo Scientific ConFlo IV.

Un patrón de CO_2 puro fue medido previamente a cada análisis. Tres patrones de referencia estandarizados que cubren el rango completo de ^{13}C se midieron rutinariamente. El error interno se estimó en $\pm 0.2\%$. Los resultados de los isótopos estables de C y N fueron medidos como la relación del isótopo pesado sobre el liviano ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ y $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) y expresados como valores δ "per mil" (‰) en relación con estándares internacionales del carbono (Vienna Pee Dee Belemnite, VPDB) y nitrógeno (Ambient Inhalable Reservoir, AIR).

Se tomaron recaudos metodológicos para obtener las señales isotópicas primarias. En primer lugar, se realizó un pretratamiento para evaluar si existían alteraciones en las señales isotópicas por procesos contaminantes (Beehr y Ambrose 2007). Para ello, se seleccionó un subgrupo de la muestra total (N = 10), tomando como criterio la abundancia de residuo orgánico adherido a las paredes internas del tiesto cerámico, y se lo trató con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N durante 24 horas. Posteriormente, el subgrupo fue enjuagado y centrifugado con agua destilada tres veces, secado a menos de 60 °C durante 24 horas (Beehr y Ambrose 2007). Los resultados indicaron que las alteraciones en la relación isotópica no fueron significativas y que el pretratamiento no era necesario (Chaile 2015), y resultaron similares a otros estudios realizados previamente (Morton y Schwarcz 2004; Beehr y Ambrose 2007). En segundo lugar, se analizaron solo las muestras que tuvieron la suficiente cantidad de N y C para generar un haz de iones de al menos 500MV para garantizar la reproductibilidad de la relación de los isótopos de C y N (Beehr y Ambrose 2007). A partir de lo mencionado, se compararon los valores $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de los residuos orgánicos con la ecología isotópica existente en el centro-oeste de la provincia de Santa Cruz (Tessone 2010). Para esto, los valores de colágeno fueron corregidos a músculo utilizando un fraccionamiento de -2% y $+2\%$ para el C y N, respectivamente (Fernandes 2016). A su vez, se considera 2σ para graficar la distribución de los recursos (Yoshida et al. 2013).

Caracterización química de los residuos orgánicos

La caracterización química de los residuos orgánicos se realizó en el Laboratorio de Investigación

y Análisis de Materiales en Arte y Arqueología (LIAMA-UMYMFOR-FCEN-UBA).

Las muestras de referencia y los fragmentos de cerámica arqueológica se molieron en un mortero de porcelana. La extracción de lípidos se realizó sobre 1 g de muestra molida con 25 ml de una mezcla de cloroformo: metanol (2:1) (2 veces) en un baño de ultrasonido durante 15 minutos (Folch *et al.* 1959). Luego se filtró el extracto y se le agregaron 16 ml de agua destilada, se agitó y se recuperó la fase de cloroformo que contenía los lípidos. Esta fue centrifugada durante cinco minutos (dos veces) y se recuperó la fase orgánica, la cual se secó bajo una corriente de nitrógeno en un vial de vidrio de 2 ml, se pesó el extracto y se guardó a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Se tomó una alícuota de la muestra de lípidos y se la trató con 1 mL de una solución de hidróxido de potasio 4 % en etanol:agua (2:1) a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 120 minutos (Lantos *et al.* 2017). Luego de enfriar a temperatura ambiente, se realizó una extracción con 0,5 mL de *n*-hexano (dos veces) y se separó la fase orgánica que contenía los compuestos neutros. Esta fue transferida a un vial de 2 mL, se pesó y reservó a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Posteriormente, la fase acuosa se acidificó a pH 3 con ácido clorhídrico 2N y se extrajo con 0,75 mL de dietil éter (tres veces). Se separó la fase etérea que contenía los ácidos grasos libres y se evaporó bajo una corriente de nitrógeno. A continuación, se derivatizó añadiendo 1 mL de una solución de trifluoruro de boro 20% en metanol. Se calentó a baño María a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante tres minutos. Se dejó enfriar a temperatura ambiente, se agregó una gota de agua destilada y se extrajo con 0,5 mL de cloroformo (tres veces). La fase de cloroformo que contenía los ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) se transfirió a un vial de vidrio de 2 mL y se evaporó bajo corriente de nitrógeno. Se prepararon los derivados trimetilsililados (TMS) de las fracciones neutras que contenían los esteroides con el reactivo BTSFA con 1% TMCS (Supelco) durante 20 min a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Los FAME se analizaron por CG-EM con un equipo Shimadzu GCMS-QP5050A (Kyoto, Japón), equipado con una columna capilar ZB5 (Phenomex, f.e. 5% fenil 95% dimetilpolisiloxano, d.i. 0,25 mm, film 0,5 μm , l.30 m). Se utilizó helio como gas *carrier* a flujo continuo de 0,9 mL/min. La inyección fue manual y la temperatura del inyector fue de $250\text{ }^{\circ}\text{C}$. El programa de temperatura comenzó a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ y luego se calentó $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ hasta $280\text{ }^{\circ}\text{C}$ (45 min). El espectrómetro de masa fue operado a 70 eV con la fuente de ionización a $290\text{ }^{\circ}\text{C}$. La identificación de los compuestos se basó en la comparación con los estándares, los tiempos de retención y la interpretación de los patrones de fragmentación. La abundancia relativa de cada FAME fue calculada a partir de las áreas de los picos del cromatograma de iones totales. Las muestras arqueológicas fueron analizadas por única vez debido

a la escasez de la muestra. Las muestras de referencia fueron analizadas por duplicado, y se informa la abundancia relativa media.

Los derivados TMS se analizaron por CG-EM con el mismo equipo y columna. El gas *carrier* fue helio a un flujo continuo de 1 mL/min. La inyección fue manual y la temperatura del inyector fue de $250\text{ }^{\circ}\text{C}$. El programa de temperatura comenzó a $240\text{ }^{\circ}\text{C}$ y luego se calentó $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ hasta $270\text{ }^{\circ}\text{C}$ (25 min) y $8\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ hasta $290\text{ }^{\circ}\text{C}$ (30 min). El espectrómetro de masa fue operado a 70 eV con la fuente de ionización a $290\text{ }^{\circ}\text{C}$. Todas las muestras fueron analizadas por única vez debido a su escasez.

Los FAME y derivados TMS de las muestras arqueológicas se compararon con aquellos de las muestras de referencia y con datos publicados de recursos de la Patagonia (Maier *et al.* 2007).

RESULTADOS

Residuos orgánicos adheridos

Se descartaron cuatro valores de N y uno de C por presentar baja intensidad de señal (Tabla 2). La muestra resultante presenta una media de $\delta^{13}\text{C}$ (N = 14) $-25,7\text{‰} \pm 1,5\text{‰}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (N = 11) $7,7\text{‰} \pm 1,6\text{‰}$. El valor máximo de $\delta^{13}\text{C}$ es de $-23,0\text{‰}$ y el mínimo es de $-28,0\text{‰}$, mientras que el rango de valores de $\delta^{15}\text{N}$ se distribuye entre $4,5\text{‰}$ y $11,0\text{‰}$. La Tabla 3 presenta una estadística descriptiva de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ por sector.

En la Figura 2.A se puede observar que las medias de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ se distancian en ca. $1,5\text{‰}$. Por

AIE*	SITIO	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
28918	CP6-P12 MM	-25,0	7,2
28919	CP6-P12 MM	-24,5	8,0
29077	CP6-P12	-27,1	8,4
29078	CP6-P12 MM	-24,9	8,3
29081	CP 2Ojo de Agua	-24,8	-
29082	CP2 Ojo de Agua	-25,5	11,0
29083	CG3	-25,8	7,2
28917	LCCA2	-23,5	7,4
29079	SAC24	-23,0	8,7
29080	SAC11	-26,8	-
29074	SAC29	-28,0	7,8
29076	SAC3	-26,9	-
29075	SAC6	-	-
29084	Ea. La Costosa (MELC)	-27,3	6,7
29073	Colección Fortuni (RF)	-27,3	4,5

Tabla 2. Valores de isótopos estables sobre residuos adheridos. Nota: * = Sigla otorgada por el INGEIS.

	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)		$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	
	Altos	Bajos	Altos	Bajos
N	8	6	7	4
Mediana	-25,0	-27,1	8,0	7,3
Media	-25,1	-26,6	8,2	6,9
Desvío estándar	1,0	1,8	1,3	1,8
Mínimo	-27,1	-28,0	7,2	4,5
Máximo	-23,5	-23,0	11,0	8,7

Tabla 3. Estadística descriptiva de los residuos adheridos de los sectores altos y bajos.

otro lado, la Figura 2.B señala que las muestras de los sectores altos son las que presentan los valores más altos en $\delta^{15}\text{N}$, cuya mínima es de 7,2‰, mientras que la mínima de los sectores bajos es de 4,5‰. Además, el valor máximo de los sectores altos es de 11,0‰, siendo ca. 2‰ más alto que en las cuencas bajas. No obstante, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos sectores (Mann-Whitney $p > 0,05$).

En la Figura 3 se compararon los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ con la ecología isotópica del área. El resultado obtenido fue que ocho de los 11 tiestos (72,73%) no se ubicaron dentro del rango de valores de ningún recurso. El valor más alto del $\delta^{15}\text{N}$ es de 11,0‰ y pertenece a una muestra recogida del sitio CP2 Ojo de

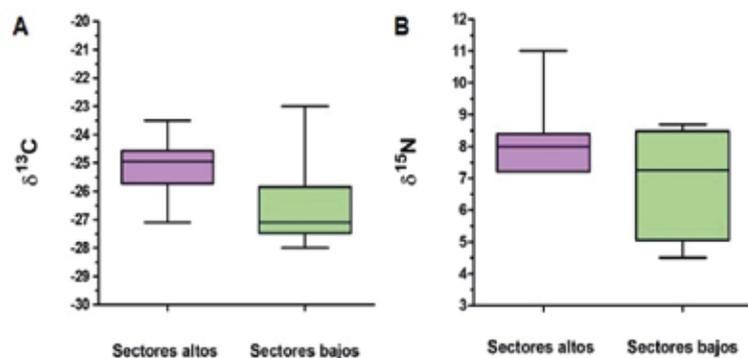


Figura 2. Valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de los residuos adheridos por sector.

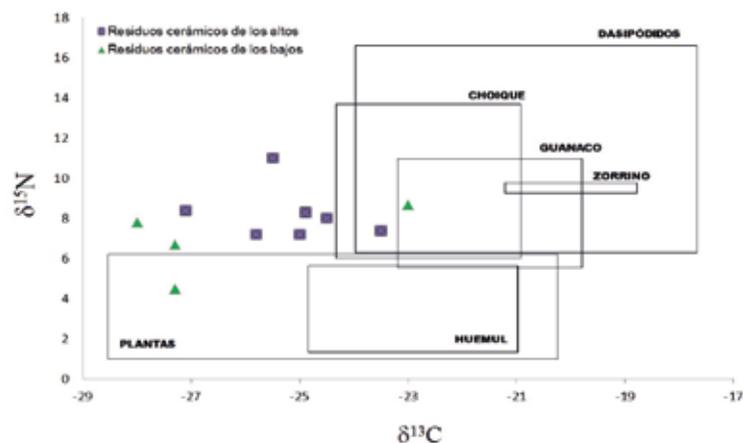


Figura 3. $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en residuos adheridos en función de la ecología isotópica.

Agua, mientras que el más bajo lo presenta la muestra RF, con 4,5‰. En el caso de la primera muestra, sus valores se asemejan al animal de estepa, mientras que el valor más bajo de $\delta^{15}\text{N}$ es similar a los recursos de plantas. Finalmente, dos muestras, una de SAC24 y otra de LCCA2, mostraron valores semejantes a los recursos de animales de la estepa como dasipódidos con rangos más amplios y de manera más precisa, al guanaco y choique, respectivamente.

Residuos orgánicos absorbidos

Para fines comparativos, se analizaron dos muestras de referencia animal que representan la principal fuente de alimentación (Tabla 4). En la muestra de guanaco se detectó la presencia de ácidos grasos saturados que van del $\text{C}_{10:0}$ al $\text{C}_{20:0}$, siendo los mayoritarios el ácido palmítico ($\text{C}_{16:0}$) (26,3 %) y el esteárico ($\text{C}_{18:0}$) (33,6%). Se resalta la presencia de ácidos grasos impares lineales y ramificados de 15 y 17 carbonos, que son el producto del metabolismo de las grasas por la digestión bacteriana ruminal (Martínez Marín *et al.* 2010), y por lo tanto son potenciales biomarcadores de animales rumiantes o pseudorrumiantes, tales como los camélidos sudamericanos (Maier *et al.* 2007; Miyano *et al.* 2017). Por el contrario, el ñandú no presentó ácidos grasos ramificados, dado que no es un animal

rumiante o pseudorrumiante, pero se detectó abundante presencia de ácidos grasos insaturados de 18 carbonos (28,0%). En cuanto a las abundancias de los ácidos palmítico ($\text{C}_{16:0}$) y esteárico ($\text{C}_{18:0}$) fueron de 28,2% y 9,9%, respectivamente. En consecuencia, el índice $\text{C}_{16:0}/\text{C}_{18:0}$ difiere entre ambos animales: el guanaco presenta valores de 0,8, mientras que el ñandú, de 2,8. Por otra parte, el análisis de los esteroides indicó la presencia de colesterol en ambas muestras de referencia. Finalmente, el resultado de $\delta^{13}\text{C}$ de los lípidos del camélido presentó valores de $\delta^{13}\text{C}$ de -31,5‰, mientras que el del ñandú es de -31,7‰. Por lo tanto, no se observaron diferencias significativas entre ambos animales a pesar de que la composición lipídica no es la misma.

En total se analizaron ocho extractos lipídicos recuperados de las matrices de las cerámicas. En la Tabla 4 se presentan las abundancias relativas de los FAME de las muestras arqueológicas y la presencia de esteroides. La concentración de lípidos promedio para el conjunto total es de $0,7 \pm 1,2$ mg/g.

Muestra	C _{9:0}	C _{10:0}	C _{12:0}	C _{13:0}	12Me-13:0	C _{14:0}	13Me-14:0	12Me-14:0	C _{15:0}	14Me-15:0	C _{16:1}	C _{16:0}	15Me-16:0	14Me-16:0	C _{17:0}	16-Me-17:0	Insaturados C ₁₈	C _{18:0}	C _{19:0}	C _{20:0}	10-OH-18:0	Subérico	Azelaico	Sebáico	Otros no identificados	Coolesterol
Guanaco	-	0,1	0,4	0,2	-	4,0	1,06	2,3	1,9	0,7	-	26,3	1,9	1,4	1,8	-	0,3	33,6	0,6	0,6	18,5	-	-	-	4,4	sí
Ñandú	-	-	0,2	-	-	1,5	-	-	0,6	-	1,7	28,2	-	-	1,0	-	28,0	9,9	0,3	0,9	4,0	0,04	0,3	-	23,5	sí
CP6-P12 MM	-	-	0,3	0,3	-	5,9	0,77	1,1	3,5	0,9	-	34,9	1,6	1,5	3,1	-	-	40,3	0,8	1,0	-	-	-	-	4,2	no
CP6-P12	-	-	0,3	0,4	0,33	6,5	1,16	1,1	3,6	1,2	-	36,5	-	1,4	2,2	-	-	39,3	0,8	1,0	3,8	0,1	0,4	-	-	sí
SAC29	0,12	-	0,5	0,3	0,42	6,8	1,0	1,4	3,7	1,2	-	34,8	1,9	2,1	3,4	0,4	-	33,0	1,1	1,5	5,4	0,1	0,7	0,1	-	sí
SAC24	-	-	-	-	-	1,3	-	-	2,3	-	-	46,8	-	-	1,7	-	-	47,5	-	-	0,5	-	-	-	-	sí
LCCA2	-	-	1,8	0,3	-	6,5	-	1,4	2,9	0,8	2,0	39,7	-	-	1,3	-	4,8	34,5	-	0,7	-	-	0,6	-	2,8	sí
CG3	-	-	-	-	-	3,6	-	-	2,0	0,7	-	36,6	1,2	1,5	2,5	-	-	44,3	0,7	1,3	-	0,7	2,9	-	2,0	sí
MELC	-	-	-	-	-	3,2	-	-	2,8	-	-	39,6	-	-	2,6	-	-	46,0	0,7	1,5	-	-	-	-	2,0	sí
RF	-	-	-	-	-	2,4	0,6	1,0	2,6	-	-	42,7	1,1	1,0	2,6	-	-	42,5	0,9	1,2	1,0	-	-	-	0,6	sí

Tabla 4. Abundancia relativa de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) y presencia de colesterol obtenidas por CG-EM en las muestras de referencia y en las arqueológicas.

Las distribuciones de ácidos grasos de las muestras arqueológicas fueron típicas de grasa animal (Figura 4). En las ocho muestras de cerámicas analizadas se

detectaron los ácidos mirístico (C_{14:0}), pentadecanoico (C_{15:0}), palmítico (C_{16:0}) y esteárico (C_{18:0}). Los monoinsaturados fueron minoritarios, solo se detectaron en la

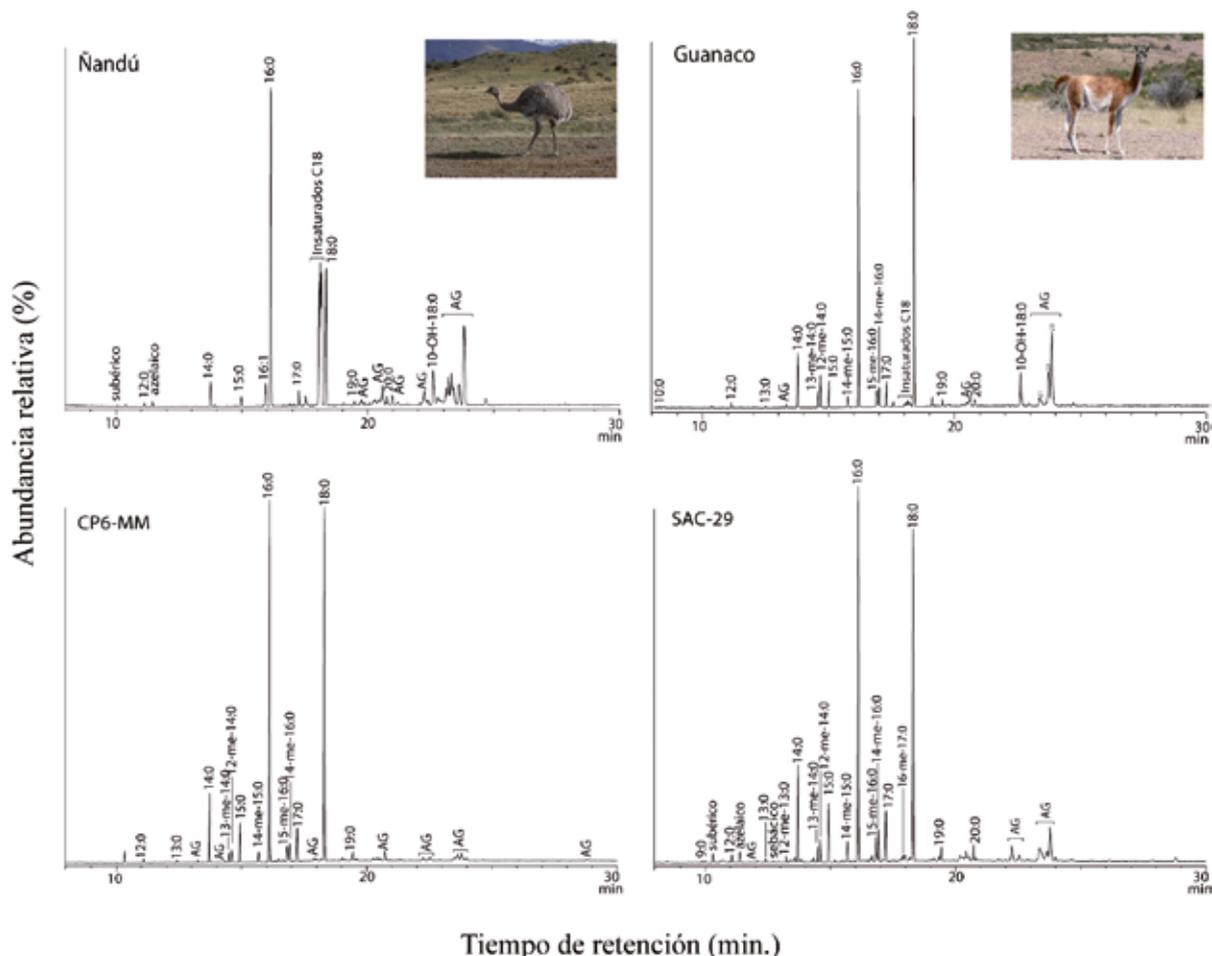


Figura 4. Cromatogramas TIC de los FAME extraídos de las muestras de referencia y de de las muestras arqueológicas.

muestra LCCA2. Mientras que los dicarboxílicos presentes en los perfiles de ácidos grasos de los tiestos recuperados de los sitios CP6-CP12, LCCA2, CG3 y SAC29 fueron los ácidos subérico, sebácico y azelaico; estos últimos son productos de degradación de los ácidos insaturados.

Los valores del índice $C_{12:0}/C_{14:0}$ (ácidos láurico/mirístico) de las muestras son inferiores a uno, lo que sugiere un origen animal (Eerkens 2005). Asimismo, los valores del índice $C_{16:0}/C_{18:0}$ (ácidos palmítico/esteárico) son cercanos a uno, lo que indica también que el residuo graso proviene de una fuente animal (Figura 5).

Asimismo, se detectó la presencia de ácidos grasos impares lineales y ramificados de 15 y 17 carbonos en seis de las ocho muestras arqueológicas (Tabla 4), lo que podría indicar que se trata de grasa de un rumiante (Maier *et al.* 2007; Miyano *et al.* 2017), aunque no puede descartarse un origen microbiano por contaminación posdeposicional. Sin embargo, todos los datos apuntan a que se trata de moléculas propias de los alimentos procesados, dado que: 1) los ácidos grasos marcadores aparecen casi ubicuamente en muestras provenientes de distintos sitios, contextos de exposición superficial y estratigráficos; 2) los lípidos están en general muy bien preservados; 3) los índices palmítico/esteárico y láurico/mirístico también apuntan a que el origen del residuo graso sería animal.

En cuanto al análisis de los esteroides, se detectó la presencia de colesterol en siete de las ocho muestras arqueológicas (Tabla 4). En algunos casos, el colesterol se encontraba en cantidades traza, y se pudo detectar únicamente aplicando la técnica de espectrometría de masa SIM (Selected Ion Monitoring). No se registró evidencia de alcoholes de cadenas largas o de esteroides

vegetales ni microbianos, tales como el ergosterol. La ausencia de este último indicaría que el origen de los ácidos grasos impares lineales y ramificados no es microbiano posdeposicional.

En las muestras CP6-P12 MM, CP6-P12, LCCA2 y CG3 se recuperó suficiente cantidad de residuo lipídico, lo que permitió realizar un análisis isotópico. Los valores obtenidos de $\delta^{13}C$ variaron entre $-30,7\%$ y $-24,6\%$, la media fue de $-28,3 \pm 2,6\%$. El tiesto proveniente del sitio CG3 presentó la señal isotópica más enriquecida en ^{13}C entre las muestras arqueológicas, mientras que las de referencia presentaron los valores más bajos de $\delta^{13}C$, con $-31,5\%$ el guanaco y $-31,7\%$ el ñandú.

DISCUSIÓN

Estudios anteriores del centro-oeste de la provincia de Santa Cruz habían propuesto un uso especializado de la cerámica para el procesamiento de guanaco, particularmente para la recuperación y acopio del tejido graso en momentos en que estos camélidos están mejor provistos (verano) (Gradin 1997; Goñi 2010; Cassiodoro 2011). La estandarización en la fractura en los restos óseos del guanaco realizada por medio de la técnica de marcado perimetral/fractura transversal apoya la hipótesis de procesamiento sistemático de la grasa ósea (Bourlot *et al.* 2009; Dellepiane 2014).

En la investigación aquí presentada, los análisis químicos e isotópicos de residuos adheridos y absorbidos indicaron que los contenedores cerámicos estudiados posiblemente fueron usados para procesar herbívoros rumiantes de estepa. Si se considera el contexto arqueológico, particularmente el registro

arqueofaunístico, es plausible proponer que se trata del guanaco, recurso ubicuo de la estepa patagónica. Esto se debe a que los cérvidos (otro rumiante de gran porte) se encuentran presentes únicamente en la ecozona de bosque santacruceño y su incidencia es mínima en la estepa. Asimismo, los restos faunísticos de cérvidos no se encuentran representados en los sitios estudiados en este trabajo.

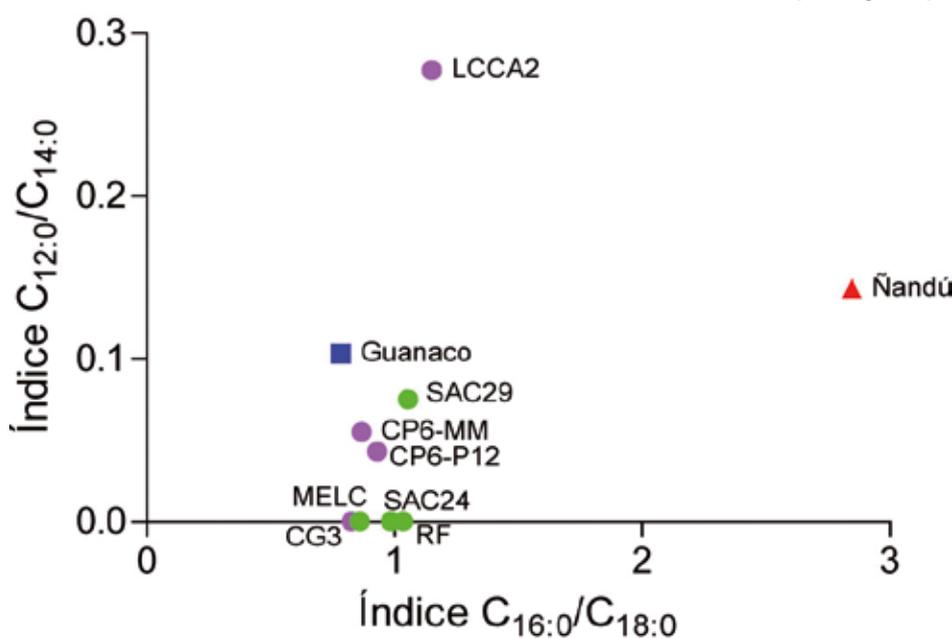


Figura 5. Comparación entre el índice $C_{12:0}/C_{14:0}$ con el índice $C_{16:0}/C_{18:0}$.

Aunque los resultados obtenidos señalan una fuerte dependencia del guanaco como recurso dietario, no se descarta que se haya consumido una mayor variedad de fauna, así como de vegetales silvestres. Aunque la presencia de residuos vegetales está ausente en los residuos orgánicos recuperados de la cerámica, esto no quiere decir que no hayan sido parte del repertorio alimentario de los grupos cazadores recolectores. Es posible que los vegetales se procesaran mediante otras técnicas y con otras tecnologías artefactuales (molido, asado, tostado, hervido en cueros, piedras calientes en hoyos, entre otras posibilidades) (Prates *et al.* 2016).

Desde el punto de vista de los residuos adheridos, los valores de $\delta^{15}\text{N}$ son coherentes con la ecología isotópica del área, lo que apunta a la cocción de un recurso animal de la estepa. No obstante, el $\delta^{13}\text{C}$ presenta valores más bajos que la ecología isotópica. Se conoce que la contribución de C por parte de las distintas macromoléculas en los alimentos (carbohidratos, proteínas y lípidos) afectan el valor *bulk* de $\delta^{13}\text{C}$ (Craig 2004; Hart *et al.* 2009). Por ejemplo, un lípido está empobrecido un 6‰ respecto de la proteína del mismo tejido (Fernandes 2016). Por lo tanto, la interpretación de los bajos valores en $\delta^{13}\text{C}$ de los residuos orgánicos es compleja, dado que hay distintas variables que pueden conducir a un mismo resultado. Una posible explicación es que los lípidos presentan una mejor preservación en comparación con las proteínas y los carbohidratos (Evershed 2008), lo que habría contribuido al empobrecimiento en ^{13}C de los residuos adheridos. Otra explicación sería el procesamiento de grasa animal por parte de los grupos humanos. Dicho uso es sostenido por registros etnográficos (Casamiquela 1987) y relatos de viajeros (Musters 1997 [1871]). Por el contrario, el $\delta^{15}\text{N}$ depende únicamente de la fuente proteica, por lo que es un buen indicador de la cadena trófica (Craig 2004).

Es importante remarcar que la comparación entre los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de los residuos adheridos y los valores de los lípidos absorbidos de la misma muestra no señalan diferencias importantes. Por ejemplo, Craig (2004) menciona que los ácidos grasos extraídos de cerámicas del noroeste de Bélgica estaban ca. 5-6‰ más empobrecidos en comparación con los residuos adheridos. En el caso de Santa Cruz, la media de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de los lípidos recuperados de la cerámica se encuentra ca. 2-3‰ más empobrecida que la media de los residuos adheridos. Esto apoya la idea de que los residuos adheridos son mezclas ricas en grasas.

Se observan diferencias en el uso de la cerámica en la estepa santacruceña con respecto a otras zonas patagónicas. Por ejemplo, en el curso inferior del río Colorado, la cerámica fue usada para la cocción de grandes herbívoros, plantas, médula ósea y fauna marina (Stoessel *et al.* 2015). En la costa norte de Chubut, los enseres cerámicos habrían sido usados

para el procesamiento de vegetales y, en menor medida, de recursos marinos (Gómez Otero *et al.* 2014). La cerámica del sector occidental de Norpatagonia habría sido usada para la cocción de carne y vegetales en guisos, o para la fabricación de resina y pigmentos (Cordero y March 2013).

En síntesis, los cazadores recolectores del centro-oeste de la provincia de Santa Cruz tuvieron que hacer frente a los cambios ambientales ocurridos durante el Holoceno tardío, asociados con una reducción en la movilidad residencial, el nucleamiento poblacional en las cuencas bajas y una ampliación del rango logístico. En este contexto, los cazadores recolectores tuvieron que hacer un uso óptimo de los recursos. Para conseguir este fin, adoptaron la tecnología cerámica, cuyo objetivo principal fue el procesamiento de guanaco para la extracción eficiente del contenido graso de la carne y de los huesos. Luego, la grasa obtenida pudo haber sido almacenada y utilizada durante esos periodos del año en que las presas presentaban un estado de estrés nutricional y se encontraban empobrecidas en grasa.

CONCLUSIÓN

La estrategia elegida en el presente artículo fue una metodología arqueométrica de vías múltiples que permitió obtener resultados complementarios y con distintas escalas de resolución.

La identificación del origen de los residuos orgánicos a partir de los análisis isotópicos y la caracterización química de lípidos es compleja, pues conlleva problemas de equifinalidad. A pesar de estas dificultades, los estudios realizados en esta investigación brindan información relevante no solo al conocimiento del uso de la cerámica sino también de la subsistencia de los grupos cazadores recolectores de Patagonia hacia fines del Holoceno tardío.

Lejos de dar por acabada esta problemática, este trabajo deja planteados nuevos temas que ameritan ser explotados en futuras investigaciones. Entre ellos se destaca la importancia de la creación de una base de datos de los perfiles de lípidos y la búsqueda de biomarcadores de los recursos animales y vegetales autóctonos del área de estudio para la identificación de más variedades de alimentos, en función de poder compararlas con muestras arqueológicas. Asimismo, se destaca la necesidad de diseñar un programa experimental integral que replique los métodos de procesamiento y cocción tradicional de los productos alimenticios autóctonos de la Patagonia. Esto permitirá en el futuro generar un marco de referencia isotópico y químico de residuos orgánicos tanto adheridos como absorbidos en la cerámica arqueológica que abrirá nuevos temas vinculados con la alimentación en Patagonia.

Agradecimientos

Esta investigación se realizó gracias al apoyo de las siguientes instituciones: Agencia Nacional de Promoción Científica y Técnica (PICT 2013 N° 1965, dirección Dra. Gisela Cassiodoro), Universidad de Buenos Aires (UBACYT, 2014-2017, 20020130100008BA, dirección Dra. Marta Maier) y CONICET (PIP 2014-2016, 112-201301-00288CO, en vigencia, dirección Dra. Marta Maier) Agradecemos a la Lic. Estela Ducós y al Tec. Nazareno Piperissa (INGEIS, CONICET-UBA); a la Dra. Valeria Careaga y a la Lic. Fiorella Casotto (UMYMFOR, CONICET-UBA) por su asistencia y valioso aporte al trabajo. Agradecemos también al Ing. Roberto Zabaleta por facilitarnos amablemente la muestra de guanaco patagónico.

REFERENCIAS CITADAS

- Aragone, A.
2007 Análisis arqueofaunístico comparativo entre los conjuntos óseos de médanos del Lago Posadas y parapetos Pampa del Asador (Pcia. de Santa Cruz). Tesis de Licenciatura inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Beehr, D. y S. Ambrose
2007 Reconstructing Mississippian diet in the American Bottom with stable isotope ratios of pot sherd residues. En *Theory and Practice of Archaeological Residue Analysis*, editado por H. Barnard y J. W. Eerkens, pp. 189-197. BAR International Series 1650. Archaeopress, Oxford.
- Bourlot, T., D. Rindel y A. Aragone
2009 La fractura transversal/marcado perimetral en sitios a cielo abierto durante el Holoceno tardío en el noroeste de Santa Cruz. En *Arqueología de la Patagonia: Una mirada desde el último confín*, editado por M. Salemmé, F. Santiago, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez y M.E. Mansur, pp. 693-705. Utopías, Ushuahia.
- Casamiquela, R.
1987 *Toponomía Indígena del Chubut*. Publicación del gobierno de la provincia del Chubut, Chubut.
- Cassiodoro, G.
2011 *Movilidad y uso del espacio de cazadores-recolectores del Holoceno tardío: estudio de la variabilidad del registro tecnológico en distintos ambientes del noroeste de la provincia de Santa Cruz (Argentina)*. BAR International Series 2259. Archaeopress, Oxford.
- Cassiodoro, G. y P. Tchilinguirian
2007 Análisis petrográfico preliminar de cerámicas en el noroeste de la provincia de Santa Cruz. En *Arqueología de Fuego-Patagonia. Levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos*, editado por F. Morello, M. Martinic, A. Prieto, y G. Bahamonde, pp. 839-852. Centro de Estudios del Cuaternario Fuego, Patagonia y Antártica (CEQUA), Punta Arenas.
- Cassiodoro, G. y A. Tessone
2014 Análisis radiocarbónico y de isótopos estables en residuos cerámicos del centro-oeste de Santa Cruz (Patagonia). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXXIX (1): 293-299.
- Chaile, C.
2015 Aporte a la metodología de estudios isotópicos en residuos cerámicos en la Patagonia durante el Holoceno tardío. Trabajo presentado en las *X Jornadas de Jóvenes Investigadores en Ciencias Antropológicas*. CABA, Argentina.
- Cordero, J. A. y R. J. March
2013 Análisis de ácidos grasos en fragmentos cerámicos del noroeste de la Patagonia argentina por GC y GC-MS. En *Arqueometría argentina. Estudios pluridisciplinarios*, editado por M. Ramos, M. Lanza, V. Helfer, V. Pernicone, F. Bognanni, C. Landa, V. Aldazabal y M. Fernández, pp. 195-220. Aspha, Buenos Aires.
- Craig, O. E.
2004 Organic analysis of "food Crusts" from sites in the Schelde valley, Belgium: a preliminary evaluation. *Notae Praehistoricae* 24: 209-217.
- Dellepiane, J. M.
2014 Zooarqueología de espacios mesetarios: patrones de subsistencia y obtención de recursos en el centro-oeste de Santa Cruz durante el Holoceno tardío. Tesis de Licenciatura inédita. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires, Olavarría.
- Eerkens, J. W.
2005 GC-MS analysis and fatty acid ratios of archaeological potsherds from the Western Great Basin of North America. *Archaeometry* 47 (1): 83-102.
- Evershed, R. P.
2008 Organic residue analysis in archaeology: the archaeological biomarker revolution. *Archaeometry* 50 (6): 895-924.
- Fernandes, R.
2016 A simple (R) model to predict the source of dietary carbon in individual consumers. *Archaeometry* 58 (3): 500-512.
- Folch, J., M. Lees y G. Sloane Stanley
1959 A simple method for the isolation and the purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biology Chemistry* 226: 497-509.

- Gómez Otero, J.
2007 Isotopos estables, dieta y uso del espacio en la costa atlántica centro-septentrional y el valle inferior del río Chubut (Patagonia argentina). En *Arqueología de Fuego-Patagonia. Levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos*, editado por F. Morello, M. Martinic, A. Prieto y G. Bahamonde, pp. 151-161. Centro de Estudios del Cuaternario Fuego, Patagonia y Antártica (CEQUA), Punta Arenas.
- Gómez Otero, J., D. Constenla y V. Schuster
2014 Análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno y cromatografía gaseosa en la cerámica arqueológica del nordeste de la provincia del Chubut (Patagonia argentina). *Arqueología* 20 (2): 263-284.
- Goñi, R. A.
2010 Cambio climático y poblamiento humano durante el Holoceno tardío en Patagonia Meridional. Una perspectiva arqueológica. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Gradin, C. J.
1997 *Esas estructuras de piedra de Patagonia llamadas "corralitos"*. Reproducción de separata. Buenos Aires. MS.
- Hart, J. P., G. Urquhart, R. Feranec y W. Lovis
2009 Non-linear relationship between bulk $\delta^{13}\text{C}$ and percent maize in carbonized cooking residues and the potential of false-negatives in detecting maize. *Journal of Archaeological Science* 36 (10): 2206-2212.
- Lantos, I., M. Orgaz, H.O. Panarello, M.S. Maier
2017 Preliminary molecular evidence of feasting in the Inca site of Fuerte Quemado-Intihuatana, Catamarca, Argentina. *Journal of Archaeological Science: Reports* 14: 580-590.
- Maier, M. S., D. L. A. de Faria, M. T. Boschín, S. D. Parera y M. F. del Castillo Bernal
2007 Combined use of vibrational spectroscopy and GC-MS methods in the characterization of archaeological pastes from Patagonia. *Vibrational Spectroscopy* 44 (1): 182-186.
- Martínez Marín, A., M. Hernández Pérez, L. Pérez Alba, G. Gómez Castro y D. Carrión Pardo
2010 Metabolismo de los lípidos en los rumiantes. *Revista Electrónica de Veterinaria* 11: 1695-7504.
- Miyano, J. P., I. Lantos, N. Ratto y M. Orgaz
2017 Animales e Incas en el oeste Tinogasteño (Catamarca, Argentina). *Latin American Antiquity* 28: 28-45.
- Morton, J. y H. Schwarcz
2004 Palaeodietary implications from stable isotopic analysis of residues on prehistoric Ontario ceramics. *Journal of Archaeological Science* 31: 503-517.
- Musters, G. C.
1997 [1871] *Vida entre los patagones. Un año de excursiones por tierras no frecuentadas desde el Estrecho de Magallanes hasta el Río Negro*. El Elefante Blanco, Buenos Aires.
- Oliva, G., L. González, P. Rial y E. Livraghi
2001 El ambiente en la Patagonia austral. En *Ganadería ovina sustentable en la Patagonia austral. Tecnología de manejo extensivo*, editado por P. Borrelli, y G. Oliva, pp. 19-82. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Buenos Aires.
- Prates, L., M. Vitores y P. Bucci
2016 La cocina indígena en la Patagonia continental. *Desde la Patagonia* 13: 16-22.
- Roffet-Salque, M., J. Dunne, D. Altoft, E. Casanova, L. Cramp, J. Smyth, H. Whelton y R. P. Evershed
2017 From the inside out: upscaling organic residue analyses of archaeological ceramics. *Journal of Archaeological Science. Report* 15: 627-640.
- Schuster, V.
2014 La organización tecnológica de la cerámica de cazadores-recolectores. Costa norte de la provincia del Chubut (Patagonia argentina). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXXIX* (1): 203-231.
- Skibo, J. M.
1992 *Pottery function. A use-alteration perspective*. Plenum Press, Nueva York.
- Stoessel, L., G. A. Martínez y D. Constenla
2015 Análisis preliminar de ácidos grasos recuperados de cerámicas arqueológicas del curso inferior del río Colorado (Norpatagonia oriental): aportes para la subsistencia de grupos cazadores-recolectores. *Magallania* 43: 231-249.
- 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.
- Yoshida, K., D. Kunikita, Y. Miyazaki, Y. Nishida, T. Miyao y H. Matsuzaki
2013 Dating and stable isotope analysis of charred residues on the Incipient Jomon Pottery (Japan). *Radiocarbon* 55: 1322-1331.

