

Primeros resultados del estudio experimental de residuos culinarios de recetas andinas tradicionales en el valle de Tafí.

Agustina Vázquez Fiorani y Julián Salazar.

Cita:

Agustina Vázquez Fiorani y Julián Salazar (2026). *Primeros resultados del estudio experimental de residuos culinarios de recetas andinas tradicionales en el valle de Tafí*. En A. Laguens y R. Cattáneo *Perspectivas arqueométricas*. Córdoba (Argentina): Universidad Nacional de Córdoba.

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/eascc/146>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/pzay/GYD>

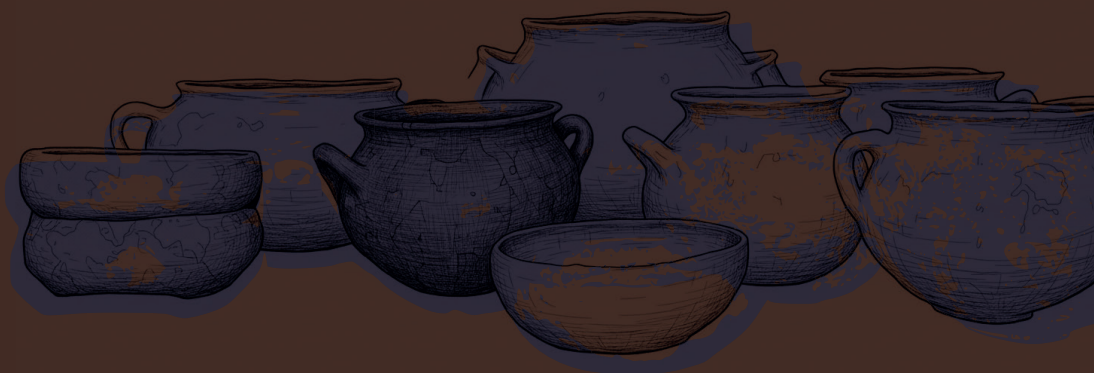


Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.
Para ver una copia de esta licencia, visite
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>.

Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.

Perspectivas arqueométricas

Métodos y tecnologías en el estudio
de materiales arqueológicos y
bienes patrimoniales



Andrés Laguens y
Roxana Cattáneo
(compiladores)

PERSPECTIVAS ARQUEOMÉTRICAS

PERSPECTIVAS ARQUEOMÉTRICAS

Métodos y tecnologías en el estudio de materiales
arqueológicos y bienes patrimoniales

Andrés Laguens
Roxana Cattáneo
(compiladores)



Universidad
Nacional
de Córdoba



editorial

Autoridades UNC

Rector

Mgter. Jhon Boretto

Vicerrectora

Mgter. Mariela Marchisio

Secretario General

Ing. Daniel Lago

Prosecretaria General

Dra. Ing. Agr. Paola Andrea Campitelli

Director de Editorial de la UNC

Dr. Marcelo Bernal

Perspectivas arqueométricas: métodos y tecnologías en el estudio de materiales arqueológicos y bienes patrimoniales / Agustina Vazquez Fiorani ... [et al.]; Compilación de Andrés Laguens; G. Roxana Cattáneo. - 1a ed. - Córdoba: Editorial de la UNC, 2026.

Libro digital, PDF - (Ciencia)

Archivo Digital: online

ISBN 978-987-707-393-5

1. Arqueología. 2. Patrimonio Cultural. 3. Cultura. I. Vazquez Fiorani, Agustina II. Laguens, Andrés, comp. III. Cattáneo, G. Roxana, comp.
CDD 930.1

Diseño de colección y portada: **Lorena Díaz**

Diagramación: **Marco J. Lio**

Edición: **Laura Yawien y L. Díaz**

Coordinación editorial: **Lorena Díaz**

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723
Universidad Nacional de Córdoba, 2026

ÍNDICE

COORDINADORES DE SECCIONES	11
EVALUADORES Y EVALUADORAS EXTERNAS DE ESTE VOLUMEN	14
INTRODUCCIÓN	18
PARTE I. MATERIALIDADES	27
MATERIALES CERÁMICOS Y VIDRIO	28
Materiales cerámicos y vidrio	29
Capítulo 1. Primeros resultados del estudio experimental de residuos culinarios de recetas andinas tradicionales en el Valle de Tafí	30
Capítulo 2. Caracterización de las temperaturas y condiciones de cocción de la alfarería Belén (Catamarca, Argentina)	50
Capítulo 3. Estudios petrográficos y geoquímicos de cerámica arqueológica y fuentes locales de arcillas en Characato, Córdoba (Argentina)	71
Capítulo 4. Análisis arqueométrico de la cerámica de un montículo ceremonial en Amadores, Catamarca, Argentina	117
Capítulo 5. Una aproximación petrográfica a la tecnología cerámica de aleros y espacios de molienda durante el Holoceno Tardío del valle de Ongamira (Córdoba - Argentina)	141
Capítulo 6. La cerámica negra de Traslasierra: aportes para una etnoarqueología cerámica en Córdoba, Argentina	175
Capítulo 7. Prácticas técnicas y formas de hacer. Un análisis traceológico del material cerámico de la unidad doméstica 3 del sitio Puesto Viejo (Quebrada de Los Corrales, El Infiernillo, Tucumán, Argentina)	210
Capítulo 8. Estudio de las alteraciones de los materiales vítreos de Mariano Miró (principios del siglo XX) a partir de la arqueología experimental	240
MATERIAL LÍTICO	256
Material lítico	257

Capítulo 9. Análisis funcional lítico y procesos de formación en la pampa de Fiambalá (departamento Tinogasta, Catamarca): una primera aproximación	258
Capítulo 10. Análisis de procedencia de obsidianas: construyendo una propuesta metodológica desde el Noroeste de Argentina a partir de p-XRF	278
Capítulo 11. Análisis no destructivos de sílices del centro de Argentina. Posibilidades y limitaciones	306
PIGMENTOS	323
Pigmentos	324
Capítulo 12. Pigmentos sobre restos humanos en sitios arqueológicos de las llanuras de Córdoba. Uso de microscopía de barrido electrónico (SEM-EDS) para su estudio y caracterización química	325
Capítulo 13. Los colores de Aguada Schaqis: caracterización fisicoquímica de pinturas de cerámica perteneciente al sitio Jaguarquimil (7p) (Tinogasta, Catamarca, Argentina)	340
ARQUEOMETALURGIA	362
Arqueometalurgia	363
Capítulo 14. Procesamiento de menas en los morteros del Sitio El Salto-1 (Departamento Tinogasta, Catamarca): una aproximación desde el enfoque arqueométrico	364
Capítulo 15. Caracterización metalográfica de una insignia militar de la guerra de independencia	378
ARQUEOBOTÁNICA, BIARQUEOLOGÍA Y BIOMATERIALES	391
Arqueobotánica, biarqueología y biomateriales	392
Capítulo 16. El rol de la microtomografía de rayos-x en estudios antracológicos de ambientes pasados	393
Capítulo 17. Primeros resultados de la composición isotópica de plantas forrajeras actuales en los valles áridos de Salta y su uso potencial para la reconstrucción paleodietaria animal	411
PARTE II. DATOS, AMBIENTES Y TIEMPOS	438
ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA APLICADA A LA ARQUEOLOGÍA	439
Estadística e informática aplicada a la arqueología	440
Capítulo 18. Modelando el “camino al Perú”. Expresiones algebraicas del sistema de dominación colonial en la provincia de Salta, Argentina	441
Capítulo 19. Inferencia de dieta basada en isótopos en humanos prehistóricos del noroeste de la Patagonia: el efecto del uso del lugar de entierro como indicador del <i>home range</i>	457

PARTE III. PATRIMONIOS	474
CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN	475
Conservación y restauración	476
Capítulo 20. Uso de radiación gamma para la conservación del patrimonio arqueológico	477
Capítulo 21. Caracterización de objetos arqueológicos de norpatagonia mediante pixe: una propuesta metodológica interdisciplinaria para optimizar el análisis (CAB-CNEA, Argentina)	495
Capítulo 22. Conservación de la colección santamariana del Museo de Antropología (Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba)	522
Capítulo 23. Conservación, patrimonialización y dimensiones humanas de los individuos exhumados en el Alamito (Catamarca) en 1966 existentes en el Museo de Antropología (Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba)	542
Capítulo 24. Bioaerosoles en reservas patrimoniales universitarias, aportes desde estudios comparativos: Museo de Antropologías FFyH-UNC e Instituto de Arqueología y Museo-UNT	561
PATRIMONIO CONSTRUIDO	575
Patrimonio construido	576
Capítulo 25. Estrategia científica y arqueología en barraca peña. Área de protección histórica 54, comuna 4, La Boca, Ciudad de Buenos Aires	577
Capítulo 26. Aportes desde lo audiovisual en la sistematización de procesos de memoria. Proyecto cementerio sud (San Andrés de Giles, Provincia de Buenos Aires, Argentina)	595
Capítulo 27. Arqueología industrial de un recinto de almacenaje. Excavando un lugar de encuentro en La Boca del riachuelo	617
PARTE IV. EPÍLOGO	634
La arqueometría argentina en perspectiva: trayectorias, integraciones y desafíos	635
GLOSARIO	650
SOBRE LOS COMPILADORES	653

CAPÍTULO 1

PRIMEROS RESULTADOS DEL ESTUDIO EXPERIMENTAL DE RESIDUOS CULINARIOS DE RECETAS ANDINAS TRADICIONALES EN EL VALLE DE TAFÍ

Agustina Vazquez Fiorani

Department of Anthropology, University of Notre Dame – EEUU
mvazque3@nd.edu

Julián Salazar

Instituto de Estudios Históricos, CONICET, Universidad Nacional de Córdoba – Argentina
juliansalazar@ffyh.unc.edu.ar

Los residuos orgánicos comprenden una amplia gama de biomoléculas preservadas en el registro arqueológico, tales como carbohidratos, proteínas, ADN, lípidos, entre otras. Entre ellos, los lípidos han atraído considerable atención en los últimos años debido a sus propiedades químicas particulares (i.e. hidrofobia) y su presencia generalizada en los organismos vivos. Esto hace que pueden sobrevivir durante largos períodos de tiempo aún en condiciones desfavorables para la preservación de materiales orgánicos, especialmente si se encuentran protegidos dentro de los poros de contenedores cerámicos (Reber, 2022; Roffet-Salque *et al.*, 2017; Vykukal *et al.*, 2024). De esta manera, la Arqueología los ha incorporado como un proxy analítico importante para dilucidar distintas prácticas humanas en el pasado, desde los tiempos de adopción de alimentos fermentados (Evershed *et al.*, 2008) hasta la elucidación de prácticas alimenticias tradicionales (Dunne *et al.*, 2022).

Aunque en la mayoría de los casos no brindan información taxonómica de los recursos de los cuales derivan, los patrones y distribuciones de lípidos absorbidos en las matrices cerámicas, así como su composición isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) permite elucidar el procesamiento y consumo de distintos tipos de recursos de origen vegetal y animal que pueden haber sido utilizados con fines alimenticios o funcionales (i.e. sustancias utilizadas para curar o sellar una vasija) (Whelton *et al.*, 2021). Gran parte del trabajo en esta área implica una cuidadosa consideración tanto de los procesos de formación de residuos lipídicos, como de su alteración antrópica y tafonómica, rastreando e identificando los procesos de degradación y alteración de las estructuras químicas originales (Figura 1) (Evershed *et al.*, 1991; Evershed, 2008a; Hammann y Cramp, 2018; Reber, 2022; Whelton *et al.*, 2021).

Particularmente en el caso de las prácticas culinarias, entender e identificar los procesos de alteración físico-química de los ingredientes originales como las consecuencias de la mezcla de alimentos, las técnicas de cocción, y la naturaleza

particular de alimentos de distinto origen requieren la existencia de bases de referencia sólidas y locales situadas que permitan construir inferencias fundadas y robustas que relacionen lo observado en los residuos arqueológicos con alimentos, o grupos de alimentos consumidos en el pasado (Evershed, 2008b; Lantos *et al.*, 2025; Skibo y Malainey, 2013; Whelton *et al.*, 2021). Muchos de estos procesos pueden predecirse mediante análisis y experimentación química, haciendo que los estudios experimentales y actualísticos sean vitales para proporcionar un marco sólido para la interpretación arqueológica de las prácticas humanas en el pasado (Dudd *et al.*, 1998; Dunne *et al.*, 2019; Evershed *et al.*, 1991, 1995; Hammann *et al.*, 2018, 2020; Lantos *et al.*, 2012; Miller *et al.*, 2020; Reber *et al.*, 2019; Skibo y Malainey, 2013).



Figura 1. Esquema del proceso de formación de residuos orgánicos en cerámicas arqueológicas.

Inspirados por el extenso trabajo experimental en Europa y Medio Oriente, en este trabajo nos proponemos ahondar en la construcción de una biblioteca de referencia para la identificación y caracterización de recursos alimenticios de interés económico y social en los Andes del Sur, siguiendo la perspectiva planteada por Lantos en Fiambalá (Lantos *et al.*, 2012). En esta línea, el presente capítulo comunica los resultados de un trabajo experimental realizado en conjunto con una ceramista de la comunidad indígena de Tafí del Valle (Tucumán, Argentina), con quien se manufacturaron diferentes contenedores cerámicos que fueron luego utilizados para la preparación de recetas tradicionales del Noroeste Argentino (p. ej. locro, mazamorra), utilizando alimentos vegetales y animales producidos localmente tales como carne de llama, maíz y porotos. Luego de su uso para la cocción de alimentos, las vasijas fueron enterradas por dos meses y analizadas en el laboratorio para la identificación de los residuos lípidos absorbidos en las paredes cerámicas.

Este capítulo tiene dos objetivos principales: (1) evaluar la potencialidad del trabajo experimental para mejorar los marcos interpretativos del análisis de lípidos en cerámicas arqueológicas en los Andes del Sur, y a partir de esto, (2) indagar sobre la posibilidad de distinguir a nivel biomolecular (en base a los perfiles

cromatográficos o los patrones de distribución de lípidos por CG-EA) distintos tipos de alimentos vegetales (como la quinoa, porotos y maíz) y animales.

Manufactura de los contenedores cerámicos

Durante el invierno de 2023 trabajamos en conjunto con la Sra. Elena Chaile (†), una alfarera oriunda de Tafí del Valle para la manufactura de distintos contenedores cerámicos (Figura 2). Con la técnica de enrollamiento manual, recreamos diez vasijas arqueológicas (y ocho pucos), inspiradas en ollas y jarras recuperadas de sitios del Período Formativo en Tafí del Valle (Franco, 2020; Franco Salvi, 2018; Salazar y Kuijt, 2016) y otras de formas tradicionales. Junto con las réplicas de vasijas, preparamos dos briquetas de control que fueron analizadas conjuntamente con las muestras experimentales bajo análisis, para descartar la presencia de compuestos orgánicos cuya presencia no derive del uso culinario de las vasijas, sino de la manufactura y cocción.



Figura 2. Diferentes etapas del proceso de manufactura de los contenedores cerámicos, realizados por la Sra. Elena Chaile.

Preparación de las pastas y materias primas

Las materias primas fueron obtenidas por la Sra. Chaile del Valle Calchaquí y el área de Trancas. Aunque reconoce que el Valle de Tafí tiene potenciales fuentes de arcilla con la calidad y plasticidad necesaria para la alfarería, expresó no tener acceso a ellas, ya que se encuentran en terrenos privados. La preparación de las arcillas se realizó hidratando los bloques de materia prima en agua y posteriormente, tamizándolas con la ayuda de una tela. Las arcillas hidratadas en estado muy plástico se dejaron secar durante un par de días sobre una placa de yeso, hasta estar lo suficientemente maleables para ser unidas en un bloque. La masa fue golpeada sobre una superficie dura reiteradas veces para eliminar

burbujas de aire y agua en exceso y luego fue amasada hasta formar pequeños bloques listos para ser usados.

Aunque la porosidad de los contenedores cerámicos es un factor que influye en la preservación de los residuos lipídicos, especialmente en la cantidad (Drieu *et al.*, 2019; Hammann *et al.*, 2020), en nuestro caso decidimos respetar las formas de hacer incorporadas y tradicionales de la Sra. Chaile y no adicionar arenas como antiplástico a las pastas.

Confección de las piezas y tratamiento de superficie

Las piezas se realizaron, como se mencionó, mediante la técnica del enrollamiento manual. En primer lugar, se realizó una placa de arcilla de aproximadamente 2 cm, a partir de la cual se le fueron adicionando lentamente los chorizos, uniendo las juntas, y alisando con la ayuda de un cuchillo o esteca de madera. En general, se privilegiaron las formas globulares de contorno simple y restringidas, con cuellos y bordes evertidos. También se manufacturaron ollas abiertas con asas de botón, similares a las encontradas en el sitio arqueológico de La Bolsa 1 (Salazar, 2010), y jarras globulares con un asa lateral, como la recuperada en La Ciénega (Salazar *et al.*, 2024; Vázquez Fiorani *et al.*, 2024).

Una vez terminadas, las piezas se dejaron secar durante dos o más semanas en un espacio seco y cálido, debido al clima húmedo y frío del Valle de Tafí durante los meses de junio-julio. En ese período, las superficies cerámicas fueron alisadas con un canto rodado para darle lustrosidad. Aunque la Sra. Chaile suele impermeabilizar las vasijas con leche de vaca, se optó por no curar las piezas para no contaminar el perfil químico de las muestras experimentales.

Cocción de las piezas

Una vez secas (al alcanzar una dureza de hueso), las piezas se cocieron en un horno vertical al aire libre por 12 horas, midiendo la temperatura en diferentes momentos (inicio, mitad de la quema, final). Se utilizaron maderas de buena calidad, como el quebracho colorado, que fueron colocadas al inicio de la cocción con el horno aún abierto. Luego de colocar las piezas, la abertura superior del horno se selló con ladrillos y adobe. Al cabo de unas horas, también se cerró la boca inferior y las piezas terminaron de cocerse con el calor residual de los leños durante 8 horas más. Al finalizar, la Sra. Chaile fue rompiendo lentamente el sello de adobe y las piezas se dejaron enfriar por dos días.

Durante la cocción de las piezas, los cambios en la temperatura produjeron que varios contenedores sufrieron fracturas o grietas que impidieron que puedan ser utilizados en el experimento. Por tal motivo, se utilizaron ocho ollas de formas tradicionales (globulares, restringidas con asa en cinta) que son presentadas en este trabajo (Figura 3).



Figura 3. Ollas utilizadas para la realización de los experimentos culinarios.

Experimentos culinarios

Ingredientes

Los ingredientes utilizados incluyeron quinoa (*Chenopodium quinoa*), zapallo (*Cucurbita* sp), porotos (*Ph. Lunatus*) y maíz blanco (*Zea mays*). Adicionalmente, se compraron otros ingredientes como maíz morado, amaranto, y habas, los cuales, aunque no se utilizaron en las preparaciones fueron conservados como muestras de referencia. Todos los alimentos utilizados para las preparaciones fueron adquiridos de agricultores locales y/o miembros de la comunidad indígena Diaguita de Tafí del Valle. Se privilegiaron cultivos de variedades locales y sin el uso de aditivos químicos. En el caso de la quínoa y algunos de los porotos pallares fueron comprados en la cooperativa Diaguita Calchaquí Takellar que cultiva orgánicamente en la zona de El Rodeo. Adicionalmente, algunos porotos fueron adquiridos en un emprendimiento de agricultura sustentable tradicional en la misma área del Valle. Los zapallos fueron comprados a distintos agricultores de la zona, quienes reportaron no utilizar ningún tipo de aditivo o fertilizante durante la producción. No fue posible conseguir maíz en las proporciones necesarias para las preparaciones de pequeños productores, por lo cual se compró maíz blanco en un local comercial del centro de Tafí del Valle y, por ende, no se puede descartar que haya sido cultivado con algún tipo de agroquímico (que explicaría sus valores de ^{15}N).

En el caso de la carne, adquirimos una llama criada por una familia de pastores en Punta del Campo, Cerro Muñoz (hasta 3800 msnm) y alimentada con algarroba. Aunque en algunos de los experimentos utilizamos carne fresca de llama, también preparamos *charqui*, carne seca, siguiendo una receta proporcionada por la Sra. Susana Navarrete, comunera de la Comunidad Indígena Diaguita de Anfama.

Experimentos

Los experimentos combinaron la recreación de recetas tradicionales, como el *locro* y la *mazamorra*, y la cocción de mezclas de ingredientes específicos, como plantas C4 y carne de camélido, que eran de interés para entender los procesos de formación de residuos lipídicos a partir de mezclas culinarias complejas.

Los experimentos incluyeron las siguientes preparaciones: (1) guiso de quinoa, porotos, y llama, (2) guisos a base de plantas C4 (maíz) y C3 (porotos, quinoa), (3) *locro* con carne de llama, maíz, zapallo, y porotos (4) *mazamorra* de maíz, (5) estofado de maíz con carne de llama, (6) sopa de vegetales (quinoa y porotos), (7) estofado de carne de llama, y (8) sopa de verduras y un guiso final de carne de llama (Tabla 1).

Cada experimento culinario se repitió cinco veces al aire libre en un fogón recreado siguiendo los ejemplos arqueológicos para la región, registrando la temperatura cada 30 minutos. Cada receta se cocinó durante tres a cinco horas, revolviendo regularmente con una cuchara de madera. A las preparaciones solo se les agregó sal, para evitar la contaminación con otros condimentos o compuestos aromatizantes; aunque es muy probable que durante la época prehispánica se utilizaran otros ingredientes (plantas silvestres y domesticadas) como saborizantes, especialmente el ají. No pudimos encontrar ajíes locales y orgánicos y por eso decidimos evitarlos en nuestras comidas. Después de cada uso, la olla se enjuagó únicamente con agua.

Durante el uso, dejamos que el líquido hierva libremente y, en algunos casos, que se desborde para formar una fina pátina en la superficie exterior que pudiese ser utilizada en un futuro como muestra comparativa para proteómica. Además, propiciamos que se carbonizaran algunos restos de las preparaciones (generalmente en el último evento de cocción) en la base de las ollas, imitando residuos carbonizados de alimentos en cerámicas arqueológicas (Figura 4).

Experimento	Extracto lipídico total ($\mu\text{g/g}^{-1}$)
R01 (C3 [quinoa, porotos] + Animal)	31,69
R02 (C3 [quinoa, porotos, zapallo] + C4 [maíz])	20,68
R03 (Animal + C4 [maíz] + C3 [quinoa, porotos, zapallo])	31,55
R04 (C4 [maíz])	240,90
R05 (Animal + C4 [maíz])	74,02
R06 (C3 [porotos, quinoa])	180,14
R07 (Animal)	571,78
R08 (C4 [maíz] + C3 [quinoa, porotos, zapallo], más uso final con carne animal)	574,68

Tabla 1. Semi-cuantificación de los extractos lipídicos totales de cada experimento.



Figura 4. Diferentes residuos orgánicos culinarios registrados durante los experimentos.

Después del quinto uso, las vasijas se dejaron secar afuera durante un día antes de envolverlas para transportarlas al laboratorio. En el laboratorio fotografiamos cada vasija y se registraron marcas de uso. Luego, cada olla fue fragmentada en tres, con el objetivo de imitar (y observar) diferentes condiciones postdeposición y sus efectos en la preservación (y alteración de las estructuras químicas) de los residuos adheridos y absorbidos: (1) entierro de dos meses en el laboratorio, (2) entierro de seis meses en laboratorio, y (3) entierro de un año y medio en Santa Cruz, Tafí del Valle. En este trabajo nos concentramos en los resultados del primer conjunto de muestras.

Métodos utilizados para la identificación de residuos culinarios en cerámicas experimentales

De las réplicas experimentales se recolectaron dos tipos de muestras: residuos adheridos y absorbidos. En el primer caso, los restos de comida adheridos a las paredes interiores de las bases se rasparon con un bisturí limpio y se almacenaron en papel de aluminio previamente esterilizado con solvente para evitar la contaminación hasta el análisis por EA-IRMS. Para los residuos absorbidos, se molió un pequeño fragmento del borde con un mortero de porcelana hasta obtener aproximadamente 1 mg de polvo fino.

Extracción y análisis por CG-EM (cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de gases)

Se realizó una extracción utilizando ácido sulfúrico en metanol (2%) en los tiestos molidos (1 mg) para recuperar e identificar los residuos absorbidos de

los experimentos de cocción siguiendo los protocolos publicados previamente (Correa-Ascencio y Evershed, 2014; Reber, 2021). Todos los reagentes utilizados para la preparación de las muestras fueron de calidad *HPLC* y se realizó una muestra de control en cada tanda de análisis para monitorear posible contaminación. Todos los materiales fueron descontaminados utilizando un limpiador de laboratorio alcalino y/o cloroformo/metanol (2:1, v/v) y quemados durante cuatro horas a 550 °C en un horno mufla. Adicionalmente, se realizó una extracción con solvente cloroformo/metanol 2:1, v/v (Reber, 2021) de maíz, quinoa, porotos y *charqui* utilizada como muestra de referencia (1 mg). En ambos casos se utilizaron 20 ug de *n-tetratriacontane* como estándar interno y los extractos lipídicos fueron derivatizados con *BSTFA*-1% TMCS (o-bis [trimethylsilyl]trifluoroacetamide con 1% trimethylchlorosilane) previo a su análisis en CG-EM.

Las muestras se analizaron por duplicado en un GC-MS en las instalaciones del Departamento de Bioquímica (laboratorio Materials Characterization Facility) de la Universidad de Notre Dame (Estados Unidos).

Los extractos lipídicos fueron analizados en un Thermo Scientific Trace 1300 GC, acoplado a un TSQ 9000 espectrómetro de masa utilizando una columna capilar de baja polaridad (5%-phenyl)-methylpolysiloxane, Agilent DB-5 ms, 30 m de largo, 0,25 mm diámetro interno, 0,25 µm de grosor del film). Las condiciones del CG incluyeron una temperatura de la columna en la cámara del horno de 50 °C, un volumen de inyección de 1 µL, una temperatura de 250 °C en modo splitless, y un tiempo de muestreo de 1 minuto. El gas utilizado fue He (presión 300-500) con una velocidad lineal de 62,4 (cm/sec). La presión fue de 31,5 kPa con un flujo total de 152,5 mL/Min y un flujo de la columna de 1,48 mL/min. El flujo de purga fue de 3 mL/min en modo splitless.

La temperatura del CG comenzó a 50 °C por 2 minutos, subió a 150 °C y luego a 250 °C hasta alcanzar 300 °C, la cual se mantuvo por dos minutos. El programa tuvo una duración aproximada de 37 minutos. Las condiciones del EM fueron las siguientes: la temperatura de la fuente de iones del EM se fijó en 240 °C y la temperatura de la interfase se mantuvo a 280 °C. El espectrómetro de masas se programó para adquirir datos entre 40 y 600 m/z.

La asignación de compuestos a los picos cromatográficos y patrones de fragmentación de masa se realizó comparando los tiempos de retención con un estándar de ésteres metílicos de ácidos grasos (Supelco, FAME mix C4-C24) y con las bibliotecas de espectros de masas del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) y Wiley, con el software provisto por Thermo Fisher (Chromaleon 7). La cuantificación de lípidos fue calculada a partir de la fórmula propuesta por Reber (2021):

$$\frac{[\text{área integrada del pico de interés}]}{[\text{área integrada del estándar interno}]} * [\text{cantidad de estándar interno}]$$

Extracción y análisis por EA-IRMS

Aproximadamente 0.02 mg de residuos experimentales adheridos fueron analizados en un Thermo Delta V Advantage acoplado a un Costech 4010 EAS para el análisis de isótopos estables de carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) y nitrógeno ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$). Los valores son expresados como valores δ per mil (‰) relativo a estándares internacionales: Vienna PeeDee Belemite (VPDB) para carbono y N_2 atmosférico para nitrógeno (AIR). La precisión de los análisis fue de $\pm 0.1\%$ para ambos elementos. Las mediciones se calibraron utilizando cuatro estándares internos del laboratorio: USGS40 ([glutamic acid]), USGS43 ([Indian human hair powder]), B1255 (proteína) y NIST 8542 (sacarosa) para crear una curva de calibración de cuatro puntos.

Resultados

Experimentos a base de plantas C4 (maíz) y C3 (quinoa, porotos)

Las ollas utilizadas para cocinar alimentos vegetales produjeron menores cantidades de lípidos y una menor diversidad de los compuestos identificados en general (Figura 5, Tabla 2). Las muestras, especialmente la utilizada para cocinar maíz, presentaban altos valores de ácido oleico y linoleico, que a menudo corresponden a residuos de origen vegetal (Dunne *et al.*, 2022; Eerkens, 2005; Evershed, 2008a; Skibo y Malainey, 2013). Los ácidos grasos pares de cadena larga (hasta C32:0), los alcoholes grasos (hasta C30 OH) y algunos ácidos grasos insaturados (C25:0, C27:0) se distribuyen ampliamente en las muestras de origen vegetal, lo que confirma lo observado en la literatura para la identificación de la contribución de las plantas al origen de los residuos (Dunne, 2022; Dunne *et al.*, 2016, 2022; Evershed *et al.*, 1991; Reber, 2021).

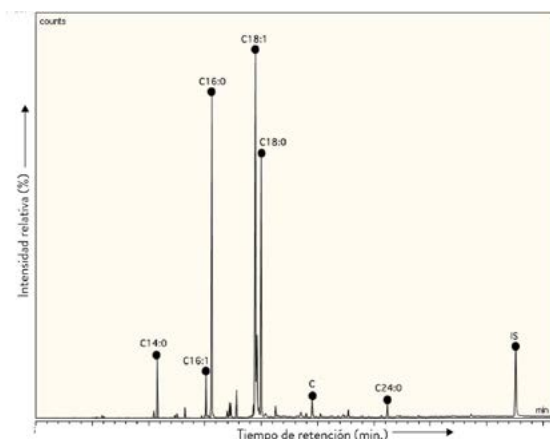


Figura 5. Cromatograma parcial de ésteres metílicos de ácidos grasos de la muestra R04 (experimento de mazamorra) con los principales compuestos identificados (IS=estándar interno).

Compuestos de interés
Ácidos grasos pares de cadena larga
Estigmasterol
Beta-sitosterol
Ácidos grasos mono y poli-insaturados (Ácidos linoleico, oleico)

Tabla 2. Principales compuestos de interés identificados en la muestra R04.

En la olla utilizada para preparar mazamorra, pudimos observar la presencia de Beta sitosterol, y pequeñas cantidades de productos de degradación del colesterol. No observamos un patrón claro en la distribución de sitosterol libre y sus ésteres que permitiese diferenciar entre plantas C3 y C4 a partir de la distribución de compuestos lipídicos (Miller *et al.*, 2020), aunque tanto las muestras de referencia de quinoa como los experimentos culinarios que incluían quinoa como ingrediente demostraron la presencia de una serie de compuestos no identificados en la base de datos NIST pero posiblemente asociados a los fitoesteros debido a su espectro de masa. Es posible la imposibilidad de asignar fehacientemente estos compuestos a partir de los patrones de fragmentación se deba a la sensibilidad del instrumento utilizado como a la columna utilizada, por lo cual aplicar técnicas complementarias como cromatografía líquida de alta presión en el futuro sería particularmente provechoso.

La presencia de ácidos grasos de cadena impar tales como C15:0, C17:0, C19:0 en estas muestras, aunque en baja cantidad, podría ser producto de contaminación bacteriana posterior a su uso (Lantos *et al.*, 2015; Maier *et al.*, 2007), lo que impone extrema cautela a la interpretación del origen del residuo sobre la base de estos ácidos grasos de cadena impar sin compuestos o biomarcadores complementarios (Whelton *et al.*, 2021).

Experimento con carne de camélidos

En el caso del experimento utilizando carne de camélido como único ingrediente, se observó la amplia distribución de ácidos grasos saturados de cadena larga, cuya presencia podría explicarse por el corto tiempo posterior a la deposición, ya que es muy probable que estos compuestos se hidrolicen durante el entierro. En general, esta muestra arrojó una mayor concentración de lípidos (comparada con los experimentos a base de plantas), lo cual confirma la acumulación diferencial y la conservación de grasas de diferente origen (Figura 6, tabla 3). También se identificaron ácidos grasos ramificados en grandes cantidades que indican grasas animales (Lantos *et al.*, 2017). Estas muestras también exhiben una alta presencia de ácido oleico monoinsaturado y ácido linoleico poliinsaturado. Se pudo identificar colesterol con sus productos de degradación. Esto sugiere que es poco probable que dichos compuestos sobrevivan intactos incluso en períodos cortos de

entierro, quizás debido a las altas temperaturas alcanzadas durante la cocción que tiende a alterar la estructura original, provocando la oxidación de tales compuestos (Hammann *et al.*, 2018).

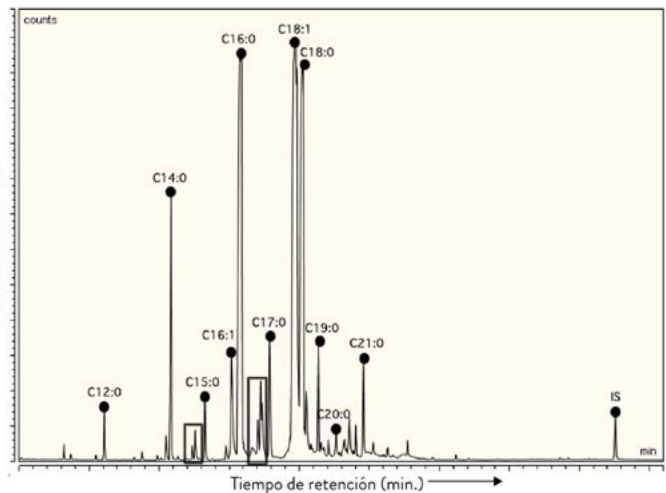


Figura 6. Cromatograma parcial de ésteres metílicos de ácidos grasos de la muestra R07 (experimento de asado de llama a olla) con los principales compuestos identificados (IS=estándar interno).

Compuestos de interés
Ácidos grasos impares (C15:0, C17:0, C19:0, C21:0, C23:0)
Ácido oleico (C18:2)
Ácidos grasos poli-insaturados? (C18:3, C20:3, C20:4, C20:5)
Cholesta-2,4 -diene

Tabla 3. Principales compuestos de interés identificados en la muestra R07.

Experimentos con carne de camélidos y plantas (C4, C3, C4/C3)

Es interesante observar que, incluso cuando las grasas animales se procesaron en el mismo recipiente que las plantas, no observamos una superposición completa de los lípidos de las grasas de rumiantes sobre las ceras y aceites vegetales en el perfil cromatográfico (se necesita más investigación sobre los valores de isótopos estables), más bien una combinación de ambos, quedando preservando los ácidos grasos de cadena larga (hasta C32:0) característicos de ceras y aceites vegetales (Figura 7, Tabla 4).

En estas muestras se observó el predominio de ácidos grasos de cadena impar (C15:0, C17:0, C19:0, producto de la acción bacteriana ruminal en animales), ácidos grasos ramificados, ácido oleico e isómeros y productos de degradación del colesterol. Aunque los ácidos grasos de cadena impar también están presentes en experimentos de réplicas basados en plantas (R02, R04,

R06), la combinación de C15:0, C17:0 y C19:0 se registró solo en muestras con contribución animal. Más importante aún, observamos la presencia de ácidos grasos impares de cadena larga (entre 21 y 25 carbonos) y la aparición generalizada de ácidos grasos monoinsaturados (C15:1, C16:1, C17:1, C19:1, C20:1). y ácidos grasos poliinsaturados (C18:2, C18:3, C20:3, C20:4, C20:5). Específicamente, el ácido linoleico es uno de los principales componentes de la carne de llama, incluso en el *charqui* (Mamani-Linares y Cayo, 2011; Santander Hidalgo Candia, 2025). Sin embargo, es muy probable que los ácidos grasos poliinsaturados se oxiden durante el entierro, lo que hace poco probable su hallazgo en restos arqueológicos.

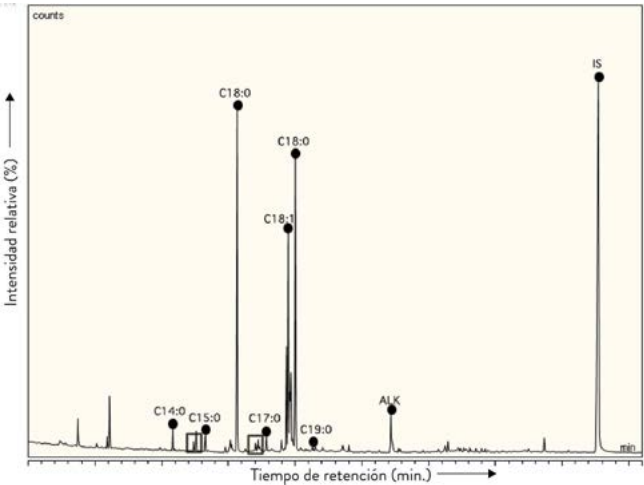


Figura 7. Cromatograma parcial de ésteres metílicos de ácidos grasos de la muestra R03 (experimento de porotos y quinoa con carne de llama) con los principales compuestos identificados (IS=estándar interno).

Compuestos de interés	
Vegetal	Animal
Ácidos grasos pares de cadena larga	Cholest-5-en-3-ol (producto de degradación de colesterol)
beta-sitosterol	Ácidos grasos ramificados
Ácidos grasos mono y poli-insaturados (ácidos linoleico, oleico)	

Tabla 4. Principales compuestos de interés identificados en la muestra R03.

Experimento a base de plantas con uso final de carne de camélido

En el caso de la vasija utilizada para cocinar cuatro platos a base de plantas y una última preparación con carne animal, no pudimos notar ningún cambio brusco en el perfil de lípidos comparado con otros experimentos, lo que apunta a la baja sensibilidad del análisis de lípidos para reflejar eventuales

cambios en las preparaciones culinarias. En esta muestra, observamos un patrón similar a una combinación de ingredientes vegetales, con solo unos pocos indicadores de grasas animales (productos de degradación del colesterol) (Figura 8, Tabla 5). De hecho, no identificamos la combinación de ácidos grasos de cadena impar (C15:0, C17:0 y C19:0) que indiquen la acción bacteriana en el rumen. Esto se alinea con las observaciones de Miller y sus colegas (2021), quienes enfatizan la importancia de los residuos lipídicos para comprender las tendencias generales en el uso de la cerámica y las prácticas culinarias en lugar de eventos culinarios específicos. Si comparamos esto con los claros perfiles lipídicos de la mezcla de animales y plantas obtenidos en el primer grupo de experimentos, podemos inferir que los lípidos absorbidos en la cerámica arqueológica representan una firma integrada, que refleja una serie de ocasiones de uso en lugar de simplemente el último evento culinario (Evershed 2008: 35).

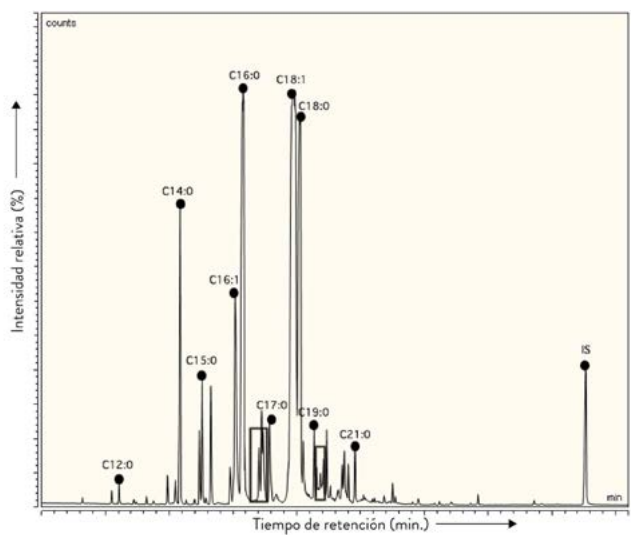


Figura 8. Cromatograma parcial de ésteres metílicos de ácidos grasos de la muestra R08 con los principales compuestos identificados (IS=estándar interno).

Compuestos de interés	
Vegetal	Animal
Ácidos grasos pares de cadena larga	Colesterol (producto de degradación de colesterol)
beta-sitosterol	
Ácidos grasos mono y poli-insaturados (ácidos linoleico, oleico)	

Tabla 5. Principales compuestos de interés identificados en la muestra R08.

Análisis isotópico de residuos adheridos

A partir del análisis de isótopos estables de residuos adheridos observamos que los experimentos basados en plantas muestran valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ compatibles con los principales ingredientes utilizados, aunque observamos que el maíz tiende a enmascarar el aporte de las plantas C3 (quinoa y porotos) (Figura 9, tabla 6).

Un caso particular es la muestra R06 (experimento a base de plantas C3), la cual está considerablemente enriquecida en ^{15}N en relación con los valores originales de la quinoa (Figura 9). Esto es claramente producto de la combinación culinaria de ingredientes utilizados, ya que el poroto es una planta fijadora de nitrógeno y, por ende, explica los valores obtenidos. Los experimentos mixtos con plantas y animales resultaron considerablemente empobrecidos en ^{13}C y enriquecidos en ^{15}N , lo cual era de esperarse debido a la contribución de las grasas animales al residuo. En particular, R08 está enriquecido en ^{15}N , lo que refleja claramente el último uso de la olla para cocinar carne de llama, algo que no pudo ser observado a partir de los perfiles cromatográficos.

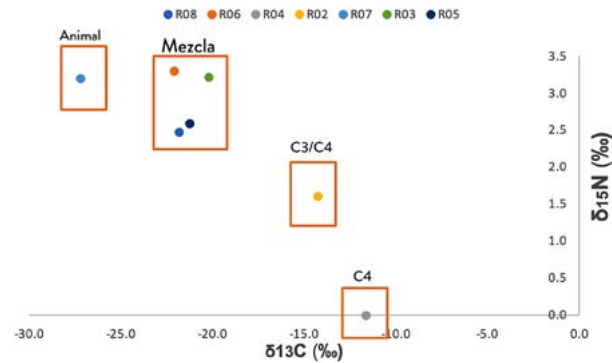


Figura 9. Valores isotópicos de residuos carbonizados adheridos a las paredes de contenedores cerámicos. No se pudieron extraer restos adheridos de la muestra R01.

Muestra	d ¹³ C	d ¹⁵ N
R01	Sin datos	Sin datos
R02	-14,3	1,6
R03	-20,2	3,2
R04	-11,6	0,0
R05	-21,3	2,6
R06	-22,1	3,3
R07	-27,2	3,2
R08	-21,8	2,5

Maíz blanco (b)	-11,5	0,4
Maiz blanco (a)	-11,6	0,0
Maíz pisingallo	-11,9	0,0
Maíz morado	-13,1	2,2
Poroto jaspeado	-29,5	-2,0
Poroto	-26,4	0,0
Charqui	-25,3	3,7
Amaranto	-12,9	5,3
Quinoa	-23,4	7,3

Tabla 6. Valores isotópicos de ^{13}C y ^{15}N en residuos adheridos de las preparaciones experimentales y muestras de referencia originales.

Conclusiones

En este trabajo presentamos los resultados obtenidos del estudio biomolecular de recetas tradicionales preparadas en contenedores cerámicos. El mismo se funda en los trabajos de Lantos (Lantos *et al.*, 2012) y Miller (2021) e incorpora datos inéditos al utilizar ingredientes típicos de la zona, tales como quinoa, porotos, y carne de llama.

En primer lugar, intentamos evaluar las posibilidades de la arqueología experimental para la interpretación de residuos culinarios obtenidos a partir de técnicas químicas con resolución molecular. En consonancia con trabajos previos, observamos una clara distribución y separación de compuestos derivados de ingredientes de origen vegetal y animal (aunque degradados) que permiten rastrear los usos promediados de una vasija y no eventos culinarios singulares.

La comparación de las muestras experimentales con las briquetas de control demuestra que los perfiles lipídicos de los contenedores cerámicos provienen de su utilización culinaria y no derivan de restos orgánicos de las materias primas o del combustible utilizado para la cocción (Reber *et al.*, 2019). Aunque no fue posible identificar compuestos (o distribuciones) específicos que permitan diferenciar entre maíz y quinoa (a diferencia del trabajo realizado para distinguir entre maíz y trigo, Miller *et al.*, 2021), la presencia de sustancias no identificables por CG-EM en las muestras que contenían quinoa sugiere que la aplicación de otras técnicas complementarias con mayor poder de separación y resolución molecular, como la cromatografía líquida de fase reversa, podrían arrojar mejores resultados.

Para finalizar, enfatizamos la necesidad de incorporar técnicas complementarias en el futuro (como el análisis isotópico de ácidos grasos absorbidos en cerámica) para obtener una imagen más detallada y específica de la formación de los residuos y su vínculo con diferentes ingredientes animales y vegetales. Sin dudas, la continuación y ampliación de los resultados obtenidos en este trabajo van a ser fundamentales para expandir nuestro entendimiento de

las prácticas sociales, culturales y económicas en el pasado en toda su amplitud y complejidad.

Agradecimientos

Este trabajo no hubiese sido posible sin la colaboración, dedicación, y conocimiento de la Sra. Elena Chaile, quien generosamente compartió con la autora su casa y arte. El proyecto fue financiado mediante distintos subsidios de la Universidad de Notre Dame (Graduate School, Institute for Liberal Arts), la Sociedad Americana de Arqueología, y la Wenner-Gren Foundation. Particularmente gracias a la familia de Matthew Capetta, Pat y Les, quienes confiaron en este proyecto antes de empezar. Los análisis fueron realizados en los laboratorios de Material Characterization Facility y Center for Environmental Studies and Technology de la Universidad de Notre Dame, por lo cual agradecemos a los técnicos Dr. Lightcap y Dra. Biassatti por la ayuda en el uso del equipamiento y procesamiento de datos. Gracias al Dr. Schurr y Dra. Chesson por la ayuda en el procesamiento de datos y desarrollo del proyecto. A los colaboradores del Equipo de Arqueología del Sur de las Cumbres Calchaquíes, Valeria Franco Salvi, Gonzalo Moyano, Jordi López Lillo, Francisco Franco, Juan Montegú, Lucía Justiniano, Stefania Chiavassa-Arias, Clara Aguilera, entre otros.

Bibliografía

- Correa-Ascencio, M. y Evershed, R. P. (2014). High throughput screening of organic residues in archaeological potsherds using direct acidified methanol extraction. *Analytical Methods*, 6(5), 1330. <https://doi.org/10.1039/c3ay41678j>
- Cremonte, M. B. (2003). Producción cerámica de la Tradición Tafí. Estudios tecnológicos de la alfarería arqueológica de la Ciénega (Tucumán, noroeste de Argentina). *Revista Do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 13, 57. <https://doi.org/10.11606/issn.2448-1750.revmae.2003.109465>
- Drieu, L., Horgnies, M., Binder, D., Petrequin, P., Pétrequin, A.-M., Pêche-Quilichini, K., Lachenal, T. y Regert, M. (2019). Influence of porosity on lipid preservation in the wall of archaeological pottery. *Archaeometry*, 61(5), 1081–1096.
- Dudd, S. N., Regert, M. y Evershed, R. P. (1998). Assessing microbial lipid contributions during laboratory degradations of fats and oils and pure triacylglycerols absorbed in ceramic potsherds. *Organic Geochemistry*, 29(5–7), 1345–1354. [https://doi.org/10.1016/S0146-6380\(98\)00093-X](https://doi.org/10.1016/S0146-6380(98)00093-X)

- Dunne, J. (2022). Gone to seed? Early pottery and plant processing in Holocene north Africa. *Quaternary International*, 608–609, 178–193. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2021.02.004>
- Dunne, J., Grillo, K. M., Casanova, E., Whelton, H. L. y Evershed, R. P. (2019). Pastoralist Foodways Recorded in Organic Residues from Pottery Vessels of Modern Communities in Samburu, Kenya. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 26(2), 619–642. <https://doi.org/10.1007/s10816-018-9384-0>
- Dunne, J., Höhn, A., Neumann, K., Franke, G., Breunig, P., Champion, L., Gillard, T., Walton-Doyle, C. y Evershed, R. P. (2022). Making the invisible visible: Tracing the origins of plants in West African cuisine through archaeobotanical and organic residue analysis. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 14(1), 30. <https://doi.org/10.1007/s12520-021-01476-0>
- Dunne, J., Mercuri, A. M., Evershed, R. P., Bruni, S. y Di Lernia, S. (2016). Earliest direct evidence of plant processing in prehistoric Saharan pottery. *Nature Plants*, 3(1), 16194. <https://doi.org/10.1038/nplants.2016.194>
- 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. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2005.00189.x>
- Evershed, R. P. (2008a). Experimental approaches to the interpretation of absorbed organic residues in archaeological ceramics. *World Archaeology*, 40(1), 26–47. <https://doi.org/10.1080/00438240801889373>
- Evershed, R. P. (2008b). Organic residue analysis in archaeology: the archaeological biomarker revolution*. *Archaeometry*, 50(6), 895–924. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2008.00446.x>
- Evershed, R. P., Charters, S. y Quye, A. (1995). Interpreting Lipid Residues in Archaeological Ceramics: Preliminary Results from Laboratory Simulations of Vessel Use and Burial. *MRS Proceedings*, 352, 85. <https://doi.org/10.1557/PROC-352-85>
- Evershed, R. P., Heron, C. y Goad, L. J. (1991). Epicuticular wax components preserved in potsherds as chemical indicators of leafy vegetables in ancient diets. *Antiquity*, 65(248), 540–544. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00080145>
- Evershed, R. P., Payne, S., Sherratt, A. G., Copley, M. S., Coolidge, J., Urem-Kotsu, D., Kotsakis, K., Özdoğan, M., Özdoğan, A. E., Nieuwenhuyse, O., Akkermans, P. M. M. G., Bailey, D., Andeescu, R.-R., Campbell, S., Farid, S., Hodder, I., Yalman, N., Özbaşaran, M., Bıçakcı, E., ... Burton, M. M. (2008). Earliest date for milk use in the Near East and southeastern Europe linked to cattle herding. *Nature*, 455(7212), 528–531. <https://doi.org/10.1038/nature07180>

- Franco, F. (2020). Materias primas alfareras en dos componentes del primer milenio de la Era en El Sunchal (Anfama, Tucumán). *Revista del Museo de Antropología*, 359–368. <https://doi.org/10.31048/1852.4826.v13.n2.27923>
- Franco Salvi, V. (2018). Autonomía doméstica en un mundo complejo (Valle de Tafí, Argentina). *Boletín de Arqueología PUCP*, 24, 55–76. <https://doi.org/10.18800/boletindearqueologiapucp.201801.003>
- Franco Salvi, V., López Lillo, J. A. y Salazar, J. (2025). Archaeology of agriculture in the Cumbres Calchaquies (Tucumán, Argentina): New insights into La Ciénega and Tafí Valleys during the first millennium CE. *Frontiers in Environmental Archaeology*, 4, 1453746. <https://doi.org/10.3389/fearc.2025.1453746>
- Hammann, S. y Cramp, L. J. E. (2018). Towards the detection of dietary cereal processing through absorbed lipid biomarkers in archaeological pottery. *Journal of Archaeological Science*, 93, 74–81. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2018.02.017>
- Hammann, S., Cramp, L. J., Whittle, M. y Evershed, R. P. (2018). Cholesterol degradation in archaeological pottery mediated by fired clay and fatty acid pro-oxidants. *Tetrahedron Letters*, 59(50), 4401–4404.
- Hammann, S., Scurr, D. J., Alexander, M. R. y Cramp, L. J. E. (2020). Mechanisms of lipid preservation in archaeological clay ceramics revealed by mass spectrometry imaging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(26), 14688–14693. <https://doi.org/10.1073/pnas.1922445117>
- Hendy, J., Colonese, A. C., Franz, I., Fernandes, R., Fischer, R., Orton, D., Lucquin, A., Spindler, L., Anvari, J., Stroud, E., Biehl, P. F., Speller, C., Boivin, N., Mackie, M., Jersie-Christensen, R. R., Olsen, J. V., Collins, M. J., Craig, O. E. y Rosenstock, E. (2018). Ancient proteins from ceramic vessels at Çatalhöyük West reveal the hidden cuisine of early farmers. *Nature Communications*, 9(1), 4064. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06335-6>
- Lantos, I., Chaile, C., Careaga, V. P., De Salazar, L. y Maier, M. S. (2025). Organic residue analysis in Latin American archaeology: Past, present, and future perspectives. *Archaeometry*, 67(3), 503–519. <https://doi.org/10.1111/arc.12978>
- Lantos, I., Maier, M. y Ratto, N. (2012). Recreando recetas: Primeros resultados de una experimentación con variedades nativas de maíz del noroeste argentino. *Las manos en la masa: arqueologías, antropologías e historias de la alimentación en suramérica*, M.P. Babot, M. Marschoff y F. Pazzarelli, eds., 527–552.
- Lantos, I., Orgaz, M., Panarello, H. O. y Maier, M. S. (2017). Preliminary molecular evidence of feasting in the Inca site of Fuerte Quemado-Intihuatana, Catamarca, Argentina. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 14, 580–590. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.06.031>

- Lantos, I., Spangenberg, J. E., Giovannetti, M. A., Ratto, N. y Maier, M. S. (2015). Maize consumption in pre-Hispanic south-central Andes: Chemical and microscopic evidence from organic residues in archaeological pottery from western Tinogasta (Catamarca, Argentina). *Journal of Archaeological Science*, 55, 83–99. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.12.022>
- Maier, M. S., De Faria, D. L. A., Boschín, M. T., Parera, S. D. y Del Castillo Bernal, M. F. (2007). Combined use of vibrational spectroscopy and GC–MS methods in the characterization of archaeological pastes from Patagonia. *Vibrational Spectroscopy*, 44(1), 182–186. <https://doi.org/10.1016/j.vibspec.2006.09.003>
- Mamani-Linares, W. y Cayo, F. (2011). Características físico-químicas del charqui de llama. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 22(4), 290–300.
- Miller, M. J., Whelton, H. L., Swift, J. A., Maline, S., Hammann, S., Cramp, L. J. E., McCleary, A., Taylor, G., Vacca, K., Becks, F., Evershed, R. P. y Hasstorf, C. A. (2020). Interpreting ancient food practices: Stable isotope and molecular analyses of visible and absorbed residues from a year-long cooking experiment. *Scientific Reports*, 10(1), 13704. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70109-8>
- Moyano, G., Franco, F., López Lillo, J. A., Vázquez Fiorani, A., Montegú, J. M., Chiavassa-Arias, S., Justiniano, L., Etchegoin Tonello, A., Franco Salvi, V. y Salazar, J. (2023). Espacialidad y temporalidad de paisajes aldeanos tempranos en el sur de las Cumbres Calchaquies. La Ciénega y Anfama, Tucumán. *Relaciones*, 48(Especial 1), e048. <https://doi.org/10.24215/18521479e048>
- Reber, E. A. (2021). Comparison of Neutral Compound Extraction from Archaeological Residues in Pottery Using Two Methodologies: A Preliminary Study. *Separations*, 8(1), 6. <https://doi.org/10.3390/separations8010006>
- Reber, E. A. (2022). *An archaeologist's guide to organic residues in pottery*. The University of Alabama Press.
- Reber, E. A., Kerr, M. T., Whelton, H. L. y Evershed, R. P. (2019). Lipid residues from low-fired pottery. *Archaeometry*, 61(1), 131–144.
- Roffet-Salque, M., Dunne, J., Altoft, D. T., Casanova, E., Cramp, L. J. E., Smyth, J., Whelton, H. L. y Evershed, R. P. (2017). From the inside out: Upscaling organic residue analyses of archaeological ceramics. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 16, 627–640. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.04.005>
- Salazar, J. (2010). *Reproducción Social Doméstica y Asentamientos Residenciales entre el 200 d.C. y 800 d.C. en el Valle de Tafí, Provincia de Tucumán*. Universidad Nacional de Córdoba.
- Salazar, J., Franco Salvi, V. L. y López Lillo, J. A. (2024). *Materia y tiempo en La Ciénega. Aportes al estudio de paisajes aldeanos del Noroeste argentino (500 AC-900 DC)*.

- Salazar, J. y Kuijt, I. (2016). Dynamic places, durable structures: Early Formative agropastoral settlements of the southern Andes, Argentina. *Antiquity*, 90(354), 1576–1593. <https://doi.org/10.15184/aqy.2016.213>
- Salazar, J., Montegú, J. M., Molar, R. M., Vázquez Fiorani, A., Franco, F., Moyano, G. y Franco Salvi, V. L. (2021). Ocupaciones dispersas, paisajes persistentes: la arqueología de Anfama, Tucumán (400 aC-1500 dC). *Latin American Antiquity*, 1–20. <https://doi.org/10.1017/laq.2021.36>
- Santander Hidalgo Candia, M. J. I. (2025). *Influencia del sistema de alimentación sobre las características físicoquímicas y tecnológicas de la carne de llama (Lama glama)*.
- Skibo, J. M. y Malainey, M. (2013). Residue. En J. M. Skibo, *Understanding Pottery Function* (pp. 161–189). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4199-1_5
- Šoberl, L., Horvat, M., Žibrat Gašparič, A., Sraka, M., Evershed, R. y Budja, M. (2014). Neolithic and Eneolithic activities inferred from organic residue analysis of pottery from Mala Triglavca, Moverna vas and Ajdovska jama, Slovenia. *Documenta Praehistorica*, 41, 149–179. <https://doi.org/10.4312/dp.41.9>
- Vazquez Fiorani, A., Tsoupra, A., Salazar, J., Mirão, J. y Beltrame, M. (2024). Preliminary results of a multi-analytical study of ceramic technology in one of the earliest agropastoral villages of Northwestern Argentina (La Ciénega valley, ca. 200 BC- AD 900). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 55, 104489. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2024.104489>
- Vykukal, R., Gabiger, A., Cramp, L. y Hammann, S. (2024). ‘Old food, new methods’: Recent developments in lipid analysis for ancient foodstuffs. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 117668. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2024.117668>
- Whelton, H. L., Hammann, S., Cramp, L. J. E., Dunne, J., Roffet-Salque, M. y Evershed, R. P. (2021). A call for caution in the analysis of lipids and other small biomolecules from archaeological contexts. *Journal of Archaeological Science*, 132, 105397. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2021.105397>