

## Nota breve

# Caracterización SEM-EDS de inclusiones piroclásticas y de minerales opacos de la cerámica Viluco (Mendoza, Argentina)

Cristina Prieto Olavarría y José A. D'Angelo

Recibido 14 de diciembre 2011. Aceptado 27 de febrero 2012

## RESUMEN

Realizamos un estudio exploratorio a partir de la caracterización por SEM-EDS de las inclusiones de fragmentos de cerámica del período Agroalfarero tardío recuperados en el norte de Mendoza (Centro-Oeste argentino). Analizamos diez fragmentos del tipo Viluco que proceden de contextos del piedemonte, datados entre el siglo XV y XVII, y dos tiestos asociados a la producción alfarera en los tambos incaicos recuperados en un alero precordillerano. Analizamos inclusiones piroclásticas y otras ricas en Fe, para conocer su microestructura y composición química (semicuantitativa). Los resultados permiten documentar sobre algunas de las tecnologías y posibles fuentes de materias primas usadas por las poblaciones locales de Mendoza en un período que abarca la dominación incaica y los primeros años de la colonia.

**Palabras clave:** Mendoza; Cerámica Viluco; SEM-EDS; Inclusiones piroclásticas; Minerales opacos.

## ABSTRACT

SEM-EDS CHARACTERIZATION OF PYROCLASTIC AND OPAQUE INCLUSIONS OF VILUCO POTTERY, MENDOZA, ARGENTINA. Results of a pilot study are reported on in which SEM-EDS was used to characterize inclusions in Late Agroceramic Period ceramic fragments from the north of Mendoza (Center West of Argentina). Ten Viluco pottery fragments were analyzed that had been recovered from *piedemonte* zone contexts dated between 1400 and 1700, and two samples from Inca tambos recovered from a cave in the pre-Cordillera. Pyroclastic inclusions and others rich in Fe were the focus of study; both their microstructure and their chemistry were characterized (the latter was determined semi-quantitatively). The results document technologies and ceramic resource choices made by local potters during the period of Inca domination and the early Colonial period.

**Keywords:** Mendoza; Viluco ceramic; SEM-EDS; Pyroclastic inclusions; Opaque minerals.

## PRESENTACIÓN

En este estudio exploratorio nos centramos en el análisis por Espectrometría de rayos X dispersiva en energías (EDS) acoplada con Microscopía electrónica de barrido (SEM) para conocer la micromorfología y la composición semicuantitativa de las inclusiones

presentes en las pastas de la cerámica Viluco. Trazamos así una línea de investigación preliminar para el conocimiento de las materias primas y las prácticas de manufactura utilizadas por las poblaciones locales que habitaron el norte mendocino entre mediados del siglo XV y fines del XVII.

Cristina Prieto Olavarría. Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA). Centro Científico Tecnológico (CCT), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Avda. Ruiz Leal s/n Parque Gral. San Martín (5500) Mendoza. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo, Centro Universitario, Mendoza, Argentina (M5502JMA). Centro de Investigaciones Ruinas de San Francisco, Ituzaingó 2134 (5500), Mendoza. E-mail: cprieto@mendoza-conicet.gob.ar

José D'Angelo. IANIGLA. CCT, CONICET. Avda. Ruiz Leal s/n Parque Gral. San Martín (5500) Mendoza, Argentina e Instituto de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza (M5502JMA). E-mail: joseadangelo@yahoo.com

Este trabajo se enmarca dentro de las investigaciones cuyo objetivo es conocer la producción y la función de la cerámica producida por las poblaciones locales entre la dominación incaica y los primeros años de la colonia en Mendoza. Concretamente, los análisis con microscopio petrográfico sobre cortes delgados permitieron caracterizar cinco grupos petrográficos con base en el origen diverso de las inclusiones (ígneo, plutónicas y volcánicas, y sedimentarias), planteando su origen local, ya que hay correspondencia entre las inclusiones minerales y el perfil geológico del área (Prieto Olavarría 2010).

En este marco, algunas de las inclusiones llamaron la atención y orientaron este trabajo. Por un lado, los minerales opacos observados en los cortes delgados se presentaban en los cinco grupos petrográficos y en varios casos tenían el aspecto de diluirse en la matriz. Hay que mencionar que este tipo de inclusiones no es común en otros tipos cerámicos del área, ya que en la alfarería del periodo Agroalfarero Medio (cerámica Agrelo) se observan aisladamente sólo en un grupo petrográfico (en el que abunda antiplástico de origen sedimentario), sin que tengan el aspecto de diluirse en la matriz (Prieto Olavarría 2012).

También destacaron las inclusiones piroclásticas que conforman uno de los cinco grupos petrográficos de la alfarería Viluco. Este grupo sólo se encuentra en Mendoza en este tipo cerámico, e inclusiones similares se han observado en un tiesto del tipo Tocota recuperado en el sitio RH (posiblemente de una vasija transportada desde San Juan) (Prieto Olavarría *et al.* 2010; Prieto Olavarría 2012).

## ANTECEDENTES

La Cultura Viluco se desarrolló entre los períodos Agroalfarero tardío y colonial en el Centro Oeste argentino (Lagiglia 1978). La cerámica Viluco es un conjunto artefactual abundante, diagnóstico, y en los últimos años, los estudios sobre tecnología han permitido profundizar aspectos relacionados con su producción y función. Los análisis de las pastas (lupa binocular, petrografía, difracción de rayos X) aplicados a esta cerámica y a otros tipos producidos en tambos y enclaves incaicos coinciden en plantear la producción en manos de alfareros locales y el uso de materias primas existentes en el área (Bárcena y Román 1990; Ots 2008; Prieto y Chiavazza 2009; Prieto Olavarría *et al.* 2010; Prieto Olavarría 2012).

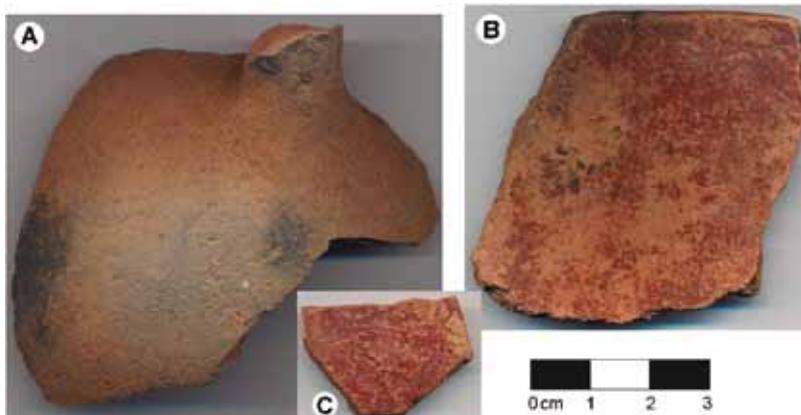
Con base en los resultados obtenidos en recientes investiga-

ciones planteamos que las vasijas Viluco se usaron en contextos de consumo de alimentos, además de hallarse como ofrendas en contextos funerarios indígenas coloniales. Estos conjuntos cumplieron un rol como dispositivos simbólicos que canalizaron las necesidades de estatus y poder de los caciques locales. Su abundante presencia en diversos contextos entre los siglos XV y XVII, sumada a los atributos decorativos y tecnológicos –que denotan influencias incaicas e hispanas– permiten proponer que esta función estuvo directamente vinculada con las relaciones sostenidas con las poblaciones dominantes, tanto Inca como española (Prieto Olavarría y Chiavazza 2010; Prieto Olavarría 2012).

Una de las prácticas de manufactura incorporadas a la cerámica Viluco fue el uso de inclusiones piroclásticas, ya que no se registra el uso de esta materia prima en el tipo cerámico Agrelo ni en otros recuperados en la provincia (Prieto Olavarría *et al.* 2010; Prieto Olavarría 2012). Se postula que esta tecnología ingresó junto con la expansión incaica en áreas meridionales del imperio, como en las provincias de Catamarca y Tucumán. Su ingreso en el NOA se relacionaría con estrategias de dominación imperial que implicaron la movilidad de bienes y personas (Cremonte 1991; Williams y Cremonte 1994) y su función habría estado ligada a vasijas que participaron en los procesos sociales y políticos relacionados con el Inca (Páez y Arnosio 2009). Para la provincia de Mendoza planteamos que el uso de inclusiones piroclásticas cumplió una función relacionada con la legitimidad imperial y con el estatus dentro de los grupos locales, debido a la creciente complejización y jerarquización de las jefaturas producto de las estrategias de dominación implementadas en el valle de Mendoza (Prieto Olavarría 2012).

## MATERIALES Y MÉTODO

Realizamos el análisis SEM-EDS de diez muestras de cerámica Viluco (Figura 1 A y B) procedentes de dos sitios domésticos ubicados en diversos ecosistemas



**Figura 1.** Fragmentos Viluco. A: jarra, Vaquería Gruta 2; B: escudilla, Ruinas San Francisco; C: forma indeterminada, Rincón de Los Helados.

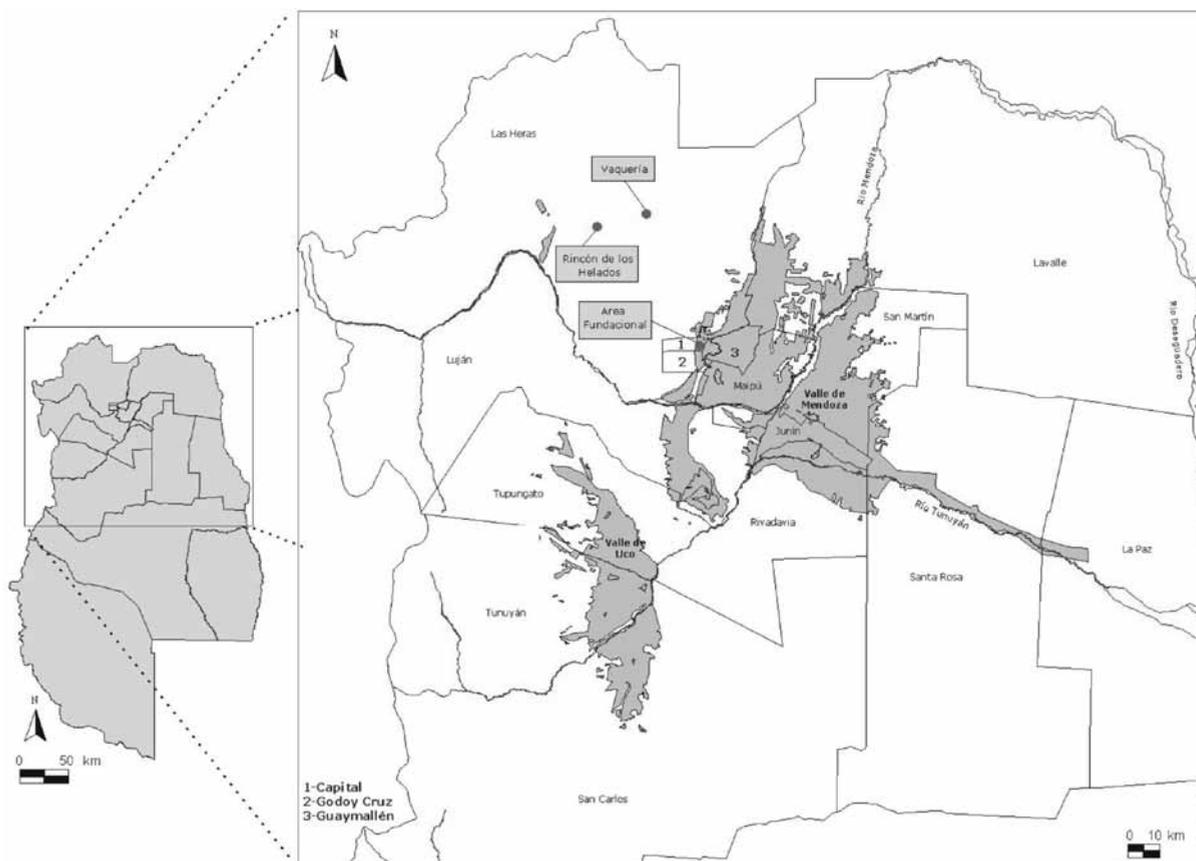


Figura 2. Ubicación de los sitios arqueológicos de donde proceden las muestras analizadas.

del norte de Mendoza (Figura 2) y que no presentan evidencia de dominación incaica directa. Del valle (piedemonte bajo, 700 msnm), concretamente del Área Fundacional, analizamos nueve muestras: ocho del sitio Ruinas de San Francisco (RSF) y una del sitio La Merced (LM) (Chiavazza 2010). Del piedemonte alto (Vaquería, 1600 msnm) estudiamos una muestra de Vaquería Gruta 2 (VQG2) (Chiavazza *et al.* 2003). También estudiamos dos muestras del sitio Rincón de Los Helados (RH), ubicado en la Pampa de Canota (precordillera, 3000 msnm), el cual es un sitio de ocupación estacional (Chiavazza 1995). Ambos tiestos se corresponden con los tipos producidos por población local en los tambos incaicos del valle de Uspallata y los denominamos TU (Tabla 1, Figura 1 C). Las dataciones absolutas obtenidas de los contextos y la cerámica se extienden en un lapso que abarca los siglos XV y XVII (Tabla 2). En el caso de RH, se propuso que el fechado pudo ser afectado por la utilización de leñas viejas (Chiavazza 1995).

Para evaluar la

estructura micromorfológica de las muestras, se utilizó un microscopio electrónico de barrido (JEOL 1450 VP) con un espectrómetro dispersivo en energías (Princeton Gamma Tech) acoplado al anterior (estudios realizados en el LABMEM, CONICET-Universidad Nacional de San Luis). Se fijaron a los portamuestras con cinta adhesiva de doble faz y se cubrieron con carbono. Se examinaron por SEM siguiendo los procedimientos estándar. Para obtener las imágenes se utilizaron detectores de electrones secundarios y de electrones retrodifundidos. El voltaje de aceleración del haz de electrones se fijó en 10 kV con un tamaño de spot de 3. La composición elemental puede inferirse por comparación de los espectros de EDS. Sin embargo, debe aclararse que los resultados obtenidos son semicuantitativos, lo cual resulta de la inconsistencia de los ángulos *take-off* entre las áreas medidas y entre las muestras (Goldstein *et al.* 1992).

## RESULTADOS

En la Tabla 3 se observan las concentraciones elementales obtenidas de los espectros de rayos X. Las inclusiones analizadas de las muestras E217, E226, E227, E229, E230, E235, E237, E224, E225, E231 y E232 presentan altas concentraciones de Fe y diversas concentraciones de otros elementos, como el Ti.

ID	Tipo	Sitio	Forma
E217	Viluco	VQG2	Restringida (jarra)
E221	Viluco	RSF	No restringida (escudilla)
E224	Viluco	LM	No restringida
E225	TU	RH	Restringida
E226	TU	RH	Restringida
E227	Viluco	RSF	No restringida (escudilla)
E229	Viluco	RSF	Restringida
E230	Viluco	RSF	Restringida
E231	Viluco	RSF	No restringida (escudilla)
E232	Viluco	RSF	Restringida
E235	Viluco	RSF	No restringida (escudilla)
E237	Viluco	RSF	No restringida (plato)

Tabla 1. Muestras analizadas por SEM-EDS.

Sitio	Datación <sup>14</sup> C	Datación TL	Referencia
RSF	440 ± 40 AP (URU 0279; madera carbonizada)	-	Chiavazza y Prieto (2001)
RSF	-	530 ± 50 años AP (UCTL 1971)	Prieto Olavarría y Chiavazza (2010)
RSF	-	490 ± 45 años AP (UCTL 1645)	Prieto Olavarría y Chiavazza (2010)
VQG2	540 ± 45 AP (URU0076; madera carbonizada)	-	Chiavazza <i>et al.</i> (2003)
RH	610 ± 80 AP (LP 642; madera carbonizada)	-	Chiavazza (1995)

**Tabla 2.** Dataciones de los contextos de procedencia de las muestras.

Muestra	Sitio	O	Na	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	V	Mn	Fe
E217	Viluco	38,46	0,58	1,31	3,26	7,02	0,82	1,38	5,91	0,2	-	21,07
E225	TU	43,19	-	2	0,97	1,26	-	-	4,1	-	-	37,45
E226	TU	42,23	0,71	7,35	5,75	13,98	4,14	-	1,96	0,08	-	7,95
E227	Viluco	18,5	1,31	2,01	5,35	14,06	4	-	2,07	0,28	-	29,02
E229	Viluco	9,96	-	-	0,31	0,26	-	-	4,07	0,38	-	-
E230	Viluco	17,31	-	0,32	0,57	1,39	0,28	-	30,3	-	3,5	38
E235	Viluco	20,08	-	3,36	5,92	11,72	4,99	-	1,09	0,12	-	10,94
E237	Viluco	16,89	0,26	0,34	0,93	2,64	0,23	0,45	2	0,2	1,05	55,13
E224	Viluco	33,59	-	-	-	0,53	-	-	-	-	-	56,1
E231	Viluco	40,7	0,58	1,67	6,36	15,96	1,56	2,4	-	-	-	11,67
E232	Viluco	31,64	-	-	0,48	0,51	-	-	-	-	-	53,34
E221	Viluco	37,7	0,93	-	8,3	43,09	6,71	3,27	-	-	-	-

**Tabla 3.** Concentraciones de los elementos presentes en las partículas incluidas en las pastas, expresados en porcentaje en peso (wt%).

En el caso de las muestras E221 y E237, las partículas analizadas tienen una microestructura que concuerda con las inclusiones piroclásticas que observamos en los cortes petrográficos de las muestras provenientes de los sitios del valle de Mendoza. Esta idea se refuerza con el resultado obtenido del espectro de E221, ya que la inclusión presenta alto contenido de Si (Figura 3). En la Figura 4 se observan dos inclusiones de la muestra E237: una piroclástica

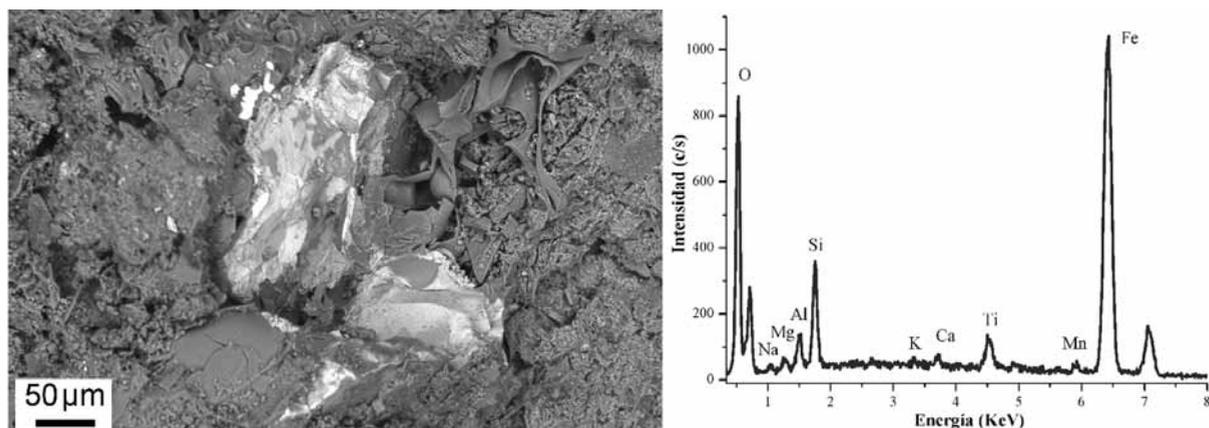
adogada a otra inclusión con altas concentraciones de Fe y que tiene apariencia diluida.

## DISCUSIÓN

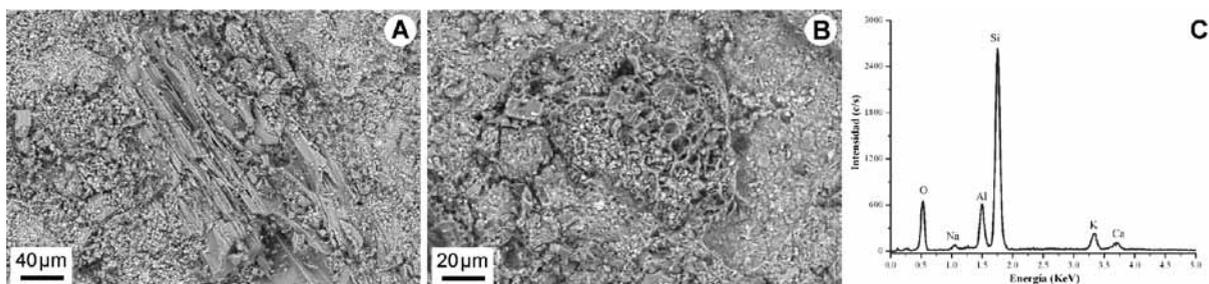
El análisis SEM-EDS permitió conocer con cierto detalle algunas de las inclusiones de la cerámica Viluco y de alfarería asociada a la producción de población local en los tambos.

De los resultados obtenidos en las muestras E217, E225, E226, E227, E229, E230, E235, E237, inferimos que la combinación de Fe y Ti correspondería a la presencia de ilmenita, un titanato ferroso ( $\text{FeTiO}_3$ ) que puede contener Mn y Mg (encontrado en casi todas las muestras), el cual es conocido por su uso como pigmento en cerámica del NOA (Babot y Apella 2007; De la Fuente *et al.* 2007).

Por otra parte, en las inclusiones de las muestras E224 y E232 se detectaron altas concentraciones de Fe, por lo que sugerimos la presencia de minerales como la hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), limonita ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ), magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) o geothita ( $\text{FeOOH}$ ). En la muestra E237, que posee inclusiones piroclásticas, se observa que la partícula rica en Fe tiene la apariencia de diluirse en la pasta (Figura 4), aspecto que también observamos en las muestras E217, E232, E225.



**Figura 3.** Muestra E221. A y B imágenes de electrones retrodifundidos de inclusiones piroclásticas. C. espectro de fluorescencia de rayos X de imagen B.



**Figura 4.** Muestra E237. Imagen de electrones retrodifundidos, inclusión piroclástica y otra con alta concentración de Fe y presencia de Ti. El espectro de fluorescencia de rayos X corresponde a esta inclusión.

Los resultados obtenidos nos llevan pensar que la presencia de inclusiones ricas en ilmenita o Fe en la cerámica Viluco y TU pudo implicar la selección de materias primas ricas en óxidos de hierro (arcillas y/o minerales). Esta característica, sumada a la quema de las vasijas en atmósferas de cocción oxidante completa (Prieto Olavarría 2012), permitió obtener la coloración anaranjada que caracteriza a la cerámica producida en Mendoza entre el período de dominación incaica y el primer siglo de la colonia.

Las muestras E221 y E229 constituyen casos distintos, ya que son de color anaranjado pero las inclusiones analizadas no presentaron evidencia de Fe. Otro caso es lo que sucede con la E231, la cual tiene una inclusión con bajo Fe. Con base en esta evidencia consideramos que las materias primas ricas en inclusiones de Fe no fueron las únicas seleccionadas para obtener la tonalidad de las pastas, por lo cual será necesario analizar un mayor número de muestras para evaluar en profundidad los resultados obtenidos en este trabajo exploratorio.

En el caso de los tiestos E237 y E221, este método nos permitió complementar el análisis petrográfico, ya que observamos en detalle la microestructura de las inclusiones piroclásticas y obtuvimos su composición semicuantitativa, información esta última que no se puede obtener con la petrografía. En la primera muestra registramos una partícula de ilmenita, mientras que en la segunda no, por lo cual –y como mencionamos anteriormente– éste es un aspecto que deberemos evaluar a partir del análisis de un mayor número de muestras.

Respecto de las inclusiones piroclásticas, proponemos que se trata de cenizas volcánicas presentes en las arcillas o agregadas por los artesanos, en concordancia con las nuevas prácticas ingresadas con la dominación imperial incaica al área. Estas materias primas están disponibles localmente, ya que existen depósitos de cenizas volcánicas y arcillas en el valle de Mendoza y a pocos kilómetros del sector de donde provienen las muestras de RSF y LM (localidad de El Borbollón, Dpto. de Las Heras) (Rodríguez y Barton 1993).

Este trabajo es una primera aproximación al uso del SEM-EDS para el estudio de las pastas de la cerámica arqueológica del norte de Mendoza. Las muestras analizadas son escasas, por lo cual los resultados deben tomarse como un avance preliminar del tema, el que requerirá ampliar el número de muestras para profundizar en las ideas expresadas en esta instancia.

Actualmente estamos usando esta técnica para investigar aspectos relacionados no sólo con la composición de las pastas, sino también para conocer las temperaturas usadas para la cocción y analizar los pigmentos usados para la decoración. Esta investigación es complementaria con los estudios petrográficos, de

difracción de rayos X y de fluorescencia de rayos X, ya que su integración posibilitará conocer en detalle las tecnologías de manufactura, la explotación de fuentes de materias primas y el asentamiento y la movilidad de las poblaciones locales que fueron dominadas por incas y españoles.

## REFERENCIAS CITADAS

- Babot, M. P. y M. C. Apella  
2007 Aproximación al proceso de producción de alfarería en el área valliserrana de Tucumán, Argentina: un análisis de mezclas pigmentarias y coberturas cerámicas. En *Cerámicas arqueológicas. Perspectivas arqueométricas para su análisis e interpretación*, editado por B. Cremonte y N. Ratto, pp. 13-26. Editorial de la Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy.
- Bárcena J. y A. Román  
1990 [1986-1987] Funcionalidad diferencial de las estructuras del tambos de Tambillos: resultados de la excavación de los recintos 1 y 2 de la Unidad A del Sector III. *Anales de Arqueología y Etnología* 41-42: 7-81. Mendoza.
- Chiavazza, H.  
1995 Estudios Arqueológicos en el sitio "Rincón de Los Helados" ("RH"). Ocupación Multicomponente en Noreste de Pampa de Canota – Departamento de Las Heras, Provincia de Mendoza, República Argentina. Tesis de Licenciatura inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza.  
2010 Procesos sociales y ambientales en el sector urbano de Mendoza entre los siglos XV-XVIII: arqueología urbana e Historia Ambiental. *Comechingonia Virtual* IV (2): 227-253.
- Chiavazza, H., V. Cortegoso y L. Puebla  
2003. Sistemas de producción lítica en el piedemonte alto de la precordillera mendocina: el sitio Vaquería, Villavicencio. *Anales de Arqueología y Etnología* 54/55: 81-114.
- Cremonte, B.  
1991 Caracterizaciones composicionales de pastas cerámicas de los sitios Potrero-Chaquiago e Ingenio del Arenal Médanos (Catamarca). *Shincal* 3 (1): 33-47.
- De La Fuente, G., N. Kristcautzky y G. Toselli  
2007 Pigmentos, engobes y alfareros: Una aproximación arqueométrica (MEBEDS) al estudio de pigmentos en cerámicas arqueológicas del Noroeste Argentino: El caso del estilo cerámico "Aguada Portezuelo" del Valle de Catamarca. *Cerámicas arqueológicas. Perspectivas arqueométricas para su análisis e interpretación*, editado por B. Cremonte y N. Ratto, pp. 39-48. Editorial de la Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy.

- Goldstein, J. I., D. E. Newbury, P. Echlin, D. C. Joy, A. D. Romig, C. E. Lyman, C. Fiori y E. Lifshin  
1992 *Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis: A Text for Biologists, Material Scientists, and Geologists*, 2da. ed. Plenum Press, Nueva York.
- Lagiglia, H.  
1978 La Cultura de Viluco del Centro Oeste Argentino. *Revista del Museo de Historia Natural* III (1-4): 227-265.
- Ots, M. J.  
2008 Aportes del análisis petrográfico de cortes delgados para la caracterización y clasificación del estilo cerámico Viluco Inka. *Boletín del Laboratorio de Petrología y Conservación Cerámica* (1) 2: 12-20.
- Páez, M. C. y M. Arnosio  
2009 Inclusiones piroclásticas en pastas cerámicas del valle de Tafí: Implicancias para las prácticas de producción. *Estudios Atacameños* 38: 5-20.
- Prieto Olavarría, C.  
2010 Aproximaciones a la producción y función de la cerámica Viluco durante la dominación incaica y los primeros siglos de la colonia en el Valle de Mendoza. *Actas XVII Congreso de Arqueología Argentina*, t. I, editado por J. R. Bárcena y H. Chiavazza, pp. 205-210. Mendoza.  
2012 La producción y función de la cerámica indígena durante la dominación incaica y la colonia en Mendoza (Argentina). *Intersecciones en Antropología* 13 (1): 71-88.
- Prieto Olavarría, C. y H. Chiavazza  
2009 La producción cerámica Viluco entre los siglos XV y XVII (Provincia de Mendoza, Argentina). *Chungara, Revista de Antropología Chilena* 41 (2): 261-274.  
2010 La alfarería Viluco y los contextos del Área Fundacional. Aportes al estudio la dominación incaica y los primeros años de la colonia en el valle de Mendoza. *Actas XVII Congreso de Arqueología Argentina*, t. II, editado por J. R. Bárcena y H. Chiavazza, pp. 807-812. Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales, CONICET, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza.
- Prieto Olavarría, C., B. Castro de Machuca y L. Puebla  
2010 Vitroclastos en la cerámica Viluco. Estudios petrográficos de la cerámica Viluco e histórica del norte de Mendoza. *Boletín del Laboratorio de Petrología y Conservación Cerámica* 2 (2): 1-8.
- Rodríguez, E. y M. Barton  
1993 El cuaternario de la Llanura. Geología y recursos naturales de Mendoza. Relatorio XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, editado por V. Ramos: 173-194. Buenos Aires.
- Williams, V. y B. Cremonte  
1994 ¿Mitmaquna o circulación de bienes? Indicadores de la producción cerámica como identificadores étnicos. Un caso de estudio en el NOA. *Avances en Arqueología* 2: 9-27.