

Cerámica experimental con materias primas del sur de los valles Calchaquíes (Noroeste argentino)

Lucas Pereyra Domingorena

Recibido 24 de mayo 2011. Aceptado 22 de junio 2012

RESUMEN

Se presentan aquí los resultados del trabajo experimental desarrollado dentro del proyecto de investigación que procuró caracterizar los *modos de hacer* cerámica de las sociedades formativas del sur de los valles Calchaquíes (Noroeste Argentino). El objetivo fue dilucidar comportamientos técnicos para la confección alfarera prehispánica estudiada a partir de la comparación de las pastas arqueológicas con aquellas obtenidas de manera experimental. Para tal fin, se realizaron cinco series experimentales con arcillas y arenas recolectadas en el sur del valle del Cajón, en la falda occidental del Aconquija, en el valle de Santa María y en el sur de la quebrada de Las Conchas. Se elaboraron briquetas con diferentes proporciones de estas materias primas, que se cocieron a distintas temperaturas en horno eléctrico para lograr control térmico. Luego se compararon las muestras cocidas a 650° C con el material arqueológico de la Serie Fina y la Serie Ordinaria. El trabajo petrográfico y comparativo entre ambos tipos de pastas reforzó la hipótesis sobre la existencia de estilos técnicos alfareros durante el primer milenio DC en el área de estudio.

Palabras clave: Experimentación; Cerámica; Noroeste argentino; Período Formativo.

ABSTRACT

EXPERIMENTAL CERAMICS WITH RAW MATERIALS FROM THE SOUTHERN CALCHAQUÍ VALLEY, NORTHWESTERN ARGENTINA. The results of experimental work performed as part of a larger research project aimed at characterizing the *ways of making* pottery within Formative societies of the southern Calchaquí valley, Northwestern Argentina, are presented. The main objective of this work is to elucidate the technical behaviors involved in pre-Hispanic pottery manufacture by comparing archaeological and experimental pastes. Five experimental series were made with clay and sand collected from the southern Cajon valley, the western slope of Aconquija mountain, the Santa María valley and the south part of Quebrada de Las Conchas. Briquettes were prepared by combining different proportions of these raw materials, which were subsequently cooked in an electric kiln at various temperatures to allow for heat control. Samples cooked to 650° C were compared with fine and ordinary series archaeological pottery. Petrographic and comparative work carried out on both types of ceramic pastes reinforced the hypothesis of the existence of technological styles of pottery making during the first millennium AD in the study area.

Keywords: Experimental work; Ceramic; Northwestern Argentina; Formative Period.

INTRODUCCIÓN

La arqueología experimental es una herramienta metodológica que permite obtener análogos actuales y compararlos con el material proveniente de registro arqueológico. De esta manera, se pueden contrastar hipótesis tanto sobre el uso, la manufactura y el descarte de la cultura material (Skibo 1994), como sobre

las habilidades y conocimientos involucrados en la producción de los objetos (Frère *et al.* 2004).

Los trabajos experimentales en el Noroeste argentino relacionados con la cerámica son escasos, a pesar del carácter explicativo que tienen. Por ejemplo, Cremonte (1996) realizó estudios para testear el uso potencial de distintos sedimentos recolectados

Lucas Pereyra Domingorena. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Museo Etnográfico "Juan B. Ambrosetti", Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Moreno 350 (1091), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. E-mail: lucasdomingorena@gmail.com

en la quebrada de La Ciénega, cercana al valle de Taí (Tucumán), y establecer comparaciones con la cerámica arqueológica. En este mismo sentido, Garrett (2007) evaluó los aspectos tecnológicos implicados en la manufactura de la cerámica estilo San Francisco a partir de la experimentación con materias primas obtenidas en las márgenes del río Grande (Jujuy). Un caso similar se presentó para estimar la calidad de las materias primas para la producción en el valle del Bolsón (Catamarca) y deducir su potencial uso en el pasado prehispánico (Puente 2011). Otro estudio analizó las características de la carga mineral natural de los materiales arcillosos y las modificaciones resultantes de cocciones a distintas temperaturas. De esta manera se pudo evaluar el tratamiento de las materias primas en la confección de las cerámicas arqueológicas (Feely 2010). También se ensayaron estudios para estimar los costos y riesgos en el uso de arcillas y arenas locales de la quebrada de Matancillas, en la provincia de Salta (Camino 2005). Otras experiencias, en cambio, se enfocaron en el comportamiento relacionado con la cocción de la alfarería (García 1993), y particularmente en la capacidad calórica de algunos combustibles (Palamarczuk 2004).

Los estudios mencionados fueron la base sobre la cual se realizaron los ensayos experimentales con arcillas y arenas recolectadas en el sur de los valles Calchaquíes (Figura 1). A su vez, estos estuvieron enmarcados dentro de una investigación en la que se logró determinar estilos técnicos en las maneras de confección alfarera de las sociedades aldeanas del I milenio que allí habitaron (Pereyra Domingorena 2010).

La indagación experimental tuvo como objetivo poner en evidencia la existencia de comportamientos técnicos en la confección alfarera a partir de la comparación de las pastas arqueológicas con aquellas obtenidas de manera experimental. De esta manera se lograba determinar si las regularidades observadas en el material arqueológico efectivamente correspondían a procedimientos de manufactura de las antiguas alfareras y/o alfareros.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Una de las hipótesis que orientaron la investigación asumía la existencia de estilos tecnológicos y que estos se constituían a partir de tradiciones de confección con una base cultural derivada históricamente. Según la bibliografía especializada, los estilos tecnológicos están constituidos, entre otras cosas, por las materias primas, las fuentes de energía, las herramientas y la planificación (Stark 1999), pero también por las habilidades incorporadas y el conocimiento práctico (Mauss 1979 [1935]; Lemonnier 1989, 1992, entre otros artículos). Los patrones de confección cerámicos que se registraban se entrelazarían además con aspectos culturales, económicos y políticos, así como también

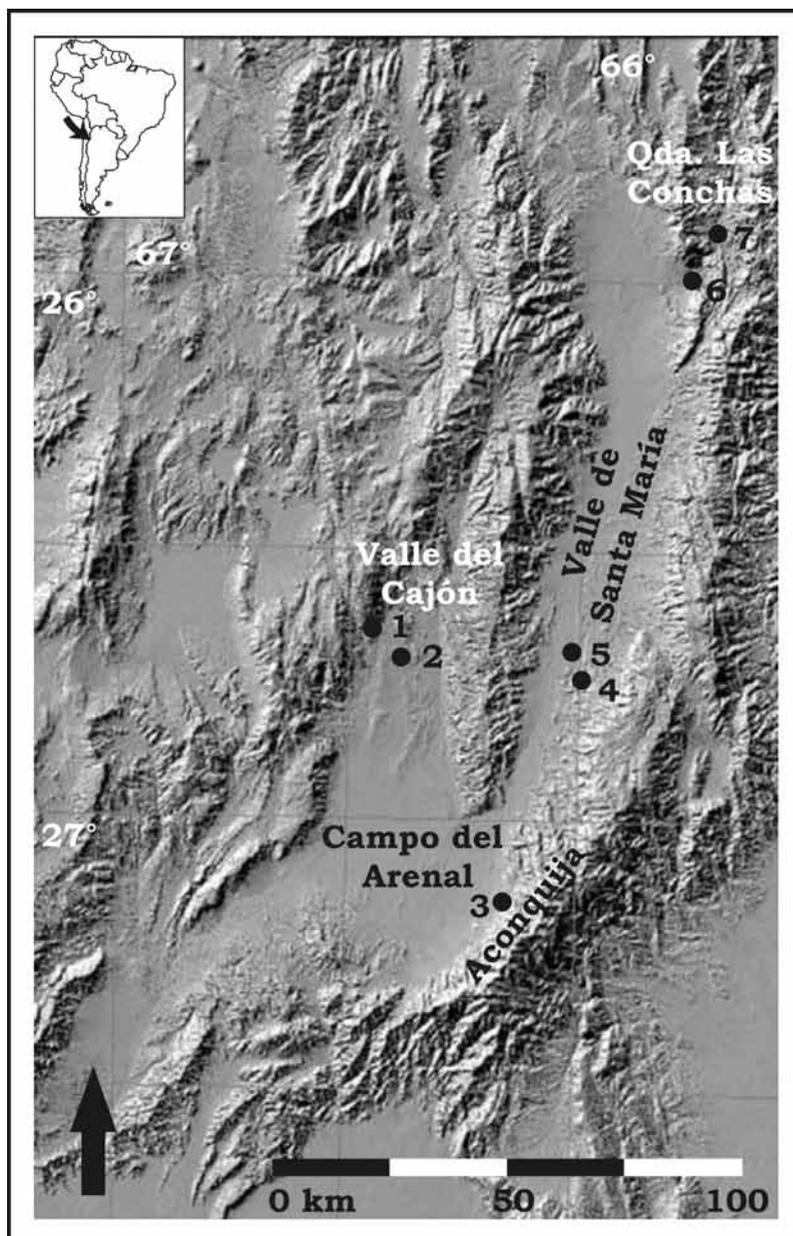


Figura 1. Ubicación de materias primas. 1. Arcilla Yutopían (MP01). 2. Arcilla Formación El Morterito (MP05). 3. Arcilla La Aspepeza (MP09) y Arena MP17. 4. Arcilla Jujuil (MP10). 5. Arena MP18. 6. Arcilla Las Conchas (MP11). 7. Arena MP18 (imagen modificada a partir de Mortimer *et al.* 2007).

mágicos de la vida de los pobladores prehispánicos. Así considerados, los estilos deben ser entendidos como un capital cultural (Bourdieu 2000). Éste habría sido puesto en acción para la producción cerámica, pero además y fundamentalmente, como todo hecho cultural, para la producción y reproducción de la vida social. La tradición alfarera resultante, registrada en la cultura material, se entendería como la sedimentación histórica de patrones no cuestionables (Ingold 2000).

En este sentido, la investigación descubrió seis estilos técnicos utilizados en la manufactura de la alfarería local del I milenio DC al sur de los valles Calchaquíes. (Pereyra Domingorena 2010).

El primer estilo se relaciona con las cerámicas ordinarias. Para lograr este tipo de pastas gruesas, las alfareras y/o alfareros utilizaron arenas de amplio rango granulométrico, esto es, arenas poco seleccionadas. Éstas representan entre el 32% y el 46% de la pasta. Otra característica registrada para estas cerámicas son las estructuras de fondo de la matriz de tipo pseudolepidoblástica.

A su vez, dentro de las alfarerías catalogadas como pastas intermedias se describieron tres estilos tecnológicos. El primer estilo se corresponde a pastas cerámicas que contienen inclusiones de un amplio rango de tamaños, es decir, se habrían usado arenas poco seleccionadas como material no plástico. Las inclusiones representan entre el 22%, y el 33% de la pasta y las estructuras de fondo se clasificaron como pseudolepidoblásticas. El segundo estilo se corresponde con pastas que presentan arenas gruesas seleccionadas (500 μm a 2000 μm) y estructuras de fondo de pasta criptofilitosas. Finalmente, el tercer estilo técnico se relaciona con una manufactura en la que se utilizaron arenas seleccionadas de granulometría intermedia (250 μm a 1000 μm).

Asimismo, en el denominado conjunto de pastas finas se detectaron dos estilos tecnológicos. Uno implicó el agregado intencional de inclusiones finas –entre 10% y 26% del total de la pasta– y estructuras de fondo pseudolepidoblásticas. El otro presenta inclusiones naturales de la arcilla y estructura de fondo de pasta pseudolepidoblástica.

Esta clasificación de las pastas cerámicas es el resultado de las regularidades observadas y registradas en el análisis petrográfico de la alfarería; es decir, las similitudes entre las variables como las estructuras de los fondos de la matriz y entre los tipos, granulometría y porcentajes de los atemperantes usados. Pero además, estos patrones están conformados por las similitudes y diferencias existentes entre las morfologías registradas (cuenco, jarras, ollas, etc.), los tratamientos de superficies (alisados, pulidos, baños, etc.), y las técnicas y configuraciones plásticas (Pereyra Domingorena 2010). Se conjeturaba que estos patrones

provenían de comportamientos técnicos alfareros específicos (Lemonnier 1989, 1992; Cremonte 1996; Stark 1999). Entonces, para realizar una evaluación de ellos se elaboraron series experimentales en las que se procuró replicar dichas pautas, cuyos resultados y conclusiones se dan a conocer en el presente trabajo.

LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS

En una primera aproximación hacia el conocimiento de las posibles fuentes de abastecimiento de materias primas para la producción cerámica hemos podido localizar, hasta el momento, cinco arcillas y tres arenas en el área de estudio (Figura 1) (Calo y Pereyra Domingorena 2007); de manera que nuestro trabajo consistió en localizar las fuentes en el terreno y obtener sus coordenadas geográficas. Luego en el laboratorio se determinó la coloración de las arcillas a partir de la comparación con la carta de colores Munsell (2000). En una segunda instancia se prepararon consolidados con resina transparente de las arcillas y arenas, con los cuales se confeccionaron los cortes delgados. Para la caracterización tanto de estos consolidados como de las briquetas experimentales se implementó una metodología propia del análisis petrográfico. Las secciones delgadas fueron examinadas a través de un microscopio de luz polarizada Leica modelo DME-P. Por otra parte, para la determinación mineralógica de las arcillas se utilizó la técnica de la Difracción de Rayos X¹.

En los cortes delgados de los consolidados de arcillas y arenas se identificaron la granulometría del material, utilizando la escala de Wentworth (tomada de Adams *et al.* 1997 [1984]), y su porcentaje. Además se registraron las inclusiones mayores a 15 μm , y se determinó el tipo (cristaloclastos de minerales y/o litoclastos) y redondez de éstas a partir de la escala de Powers (tomada de Adams *et al.* 1997 [1984]).

La metodología petrográfica para el análisis de las pastas experimentales se desarrolló en tres fases (Courtois 1976; Cremonte 1996; Pereyra Domingorena 2010; Puente 2011). En primer lugar se describió el fondo de pasta. Con este término se alude a la matriz arcillosa y a los elementos no plásticos menores a 15 μm . Para ello se tienen en cuenta la coloración, la estructura de la matriz y los microelementos observados. La coloración se registró en el microscopio con luz transmitida. Las estructuras de fondo de pasta se clasificaron a partir de los criterios definidos por Courtois (1976). Se estableció el tamaño mínimo de las inclusiones no plásticas en 15 μm , dado que aquellas menores a este límite no pueden ser identificadas petrográficamente de forma precisa (Courtois 1976; Cremonte 1996).

La segunda fase consiste en la determinación mineralógica² de las inclusiones mayores a 15 μm . Éstas se clasificaron en cristaloclastos, es decir, fragmentos de cristales o cristales de minerales individuales como cuarzo, feldespato potásico, biotita, turmalina, entre otros. También se detectaron fragmentos de rocas –litoclastos–, los cuales pueden tener un origen ígneo (volcánico o plutónico), sedimentario o metamórfico. Además se observaron otros elementos, como minerales opacos y vidrio volcánico. Aquí también se utilizaron las escalas de Powers y Wentworth para la clasificación de las formas y la granulometría de las inclusiones.

Finalmente, se calculó la distribución modal (en porcentaje) de los componentes que integran la pasta (matriz, inclusiones y cavidades). Para ello se efectuó un conteo mínimo de 300 puntos (*point counter*) por corte delgado. Durante esta etapa, además, se registraron las formas y tamaños de las inclusiones no plásticas, para lo cual se utilizó la escala micrométrica del microscopio.

En suma, el procedimiento implementado permite caracterizar las pastas experimentales a partir de la descripción de las estructuras de fondo de pasta y la cuantificación e identificación de los materiales no plásticos.

Como se ha dicho, para este trabajo experimental se utilizaron cinco arcillas. Éstas fueron recolectadas en sur del valle del Cajón (MP01 y MP05), la falda occidental del Aconquija (MP09), el fondo de valle de Santa María (MP10 y MP18) y el sur de la Quebrada de Las Conchas (MP11). Las arcillas fueron localizadas mediante de dos criterios. Por un lado, se recogió información etnográfica en el sur del valle del Cajón. En el pasado reciente, nuestros informantes elaboraban vasijas tanto para el consumo doméstico como para la venta (Calo y Pereyra Domingorena 2007). También se entrevistó a un artesano de la ciudad de Santa María (Catamarca), quien produce cerámica para el consumo turístico. El segundo criterio fue la lectura de las cartas geológicas del área, las cuales permitieron ubicar algunas potenciales fuentes de arcilla de la región.

La MP01 es un material arcilloso de color rojo extraído en las cercanías de la población de Yutopían ($66^{\circ}25'27.96''\text{O}$ - $26^{\circ}38'45.12''\text{S}$, Catamarca). Esta arcilla fue utilizada en el pasado cercano por los actuales pobladores para la fabricación de enseres cerámicos. La muestra presenta naturalmente grandes cristaloclastos de cuarzo, feldespato potásico y litoclastos graníticos. La granulometría de las inclusiones alcanza los 4000 μm (Figura 2a). Ésta pertenecería a los sedimentos clásticos que componen al material de acarreo del Cuaternario superior, un amplio afloramiento entre la sierra del Cajón al este y las sierras de Las Cuevas y Chango Real por el oeste (Turner 1973).

La MP05 es un material arcilloso de color verde grisáceo claro que fue colectado del estrato inferior de una geoforma cercana al río Totoral ($66^{\circ}20'38.60''\text{O}$ - $26^{\circ}42'58.70''\text{S}$, Catamarca). Dicha geoforma fue ubicada utilizando la carta geológica y es parte de la Formación El Morterito (Calchaquense), constituida por conglomerados, areniscas y arcillitas (Turner 1973). Se pudo observar que, en términos granulométricos, la muestra está conformada por un 94% de matriz arcillosa, mientras el 6% restante corresponde mayoritariamente a cristaloclastos de cuarzo. Además, de forma escasa, se registraron litoclastos graníticos, cristaloclastos de biotita, muscovita, carbonatos, plagioclasas y minerales opacos. Las inclusiones naturales de la arcilla tienen un rango granulométrico que oscila entre limo medio y arena gruesa, es decir, entre 30 μm y 1000 μm (Figura 2b).

La MP09 es un material arcilloso gris ceniciento y fue obtenida en La Aspereza, un lugar frente al sitio arqueológico de Loma Alta, cruzando la cárcava que rodea a dicho asentamiento por el sur. La arcilla fue utilizada por una alfarera local (M. C. Scattolin, comunicación personal mayo 2008). Ésta provendría de los depósitos fanglomerádicos que componen los sedimentos del piedemonte de la falda occidental del Aconquija (González Bonorino 1951). La muestra está conformada en términos granulométricos por una matriz arcillosa (72,8%) y una matriz limosa (26,5%). También se identificaron pequeños cristaloclastos de

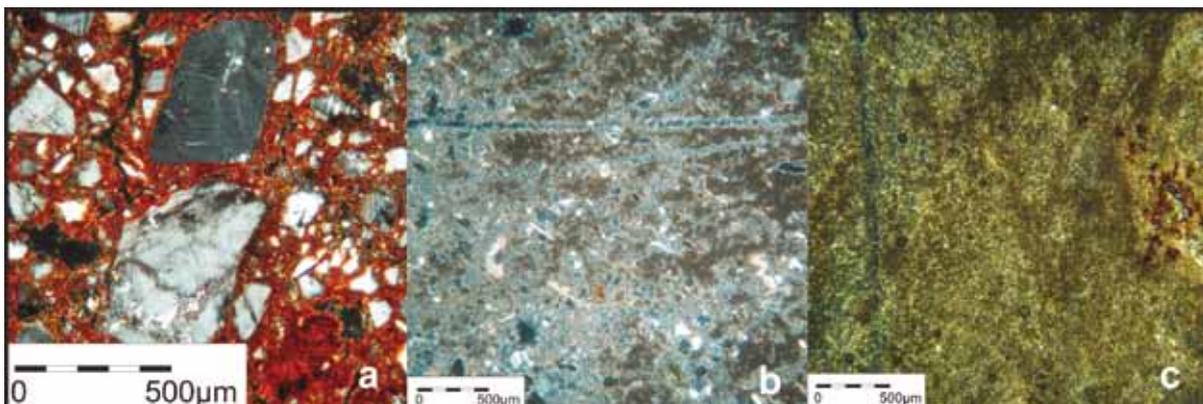


Figura 2. Fotomicrografías de arcillas. a. MP01. b. MP05. c. MPO9.

cuarzo subangulares (0,7%), de granulometría limo grueso, o sea, con dimensiones comprendidas entre 30 μm y 60 μm (Figura 2c).

La MP10 es un material arcilloso verde amarillento que se extrajo en la entrada de la quebrada de Jujui (66°02'38.90"O - 26°45'27.00"S, Catamarca). Éste fue usado por un artesano de Santa María, quien actualmente utiliza arcillas de la quebrada de Las Conchas. La muestra pertenecería a los sedimentos de arcillitas de la Formación San José (Ruiz Huidobro 1972). En términos granulométricos, está conformada por una matriz arcillosa que representa el 60% y una matriz limosa del 39% de la muestra. Además se identificaron cristaloclastos de cuarzo, biotita, muscovita y minerales opacos de granulometría de limo grueso y arena muy fina (entre 30 μm y 125 μm), que conforman el 1% restante (Figura 3).

La MP11 es un material arcilloso rosado obtenido en la entrada sur de la quebrada de Las Conchas (65°50'14.23"O - 26°01'26.48"S, Salta). Es la arcilla más utilizada en la actualidad para la elaboración de cerámica destinada al mercado regional de artesanías. Ésta constituiría parte de los sedimentos arcillosos de la Formación Santa Bárbara (Galván 1981). La muestra está compuesta por un 99% de matriz arcillosa en términos granulométricos, en tanto que el 1% restante corresponde a cristaloclastos de cuarzo de tamaños variados en los que predomina la granulometría limo grueso y arena muy fina, o sea, entre 30 μm y 125 μm (Figura 4).

Según los resultados de los análisis de DRX, las arcillas están constituidas por un 40% a 65% de illita y mica. Los porcentajes restantes corresponden a diferentes proporciones de esmectita (entre 10% y 35%), interestratificado illita-esmectita (entre 5% y 20%), clorita (entre 5% y 15%) y caolinita, que se registra en sólo dos muestras (Tabla 1).

Las arenas recolectadas provienen de las cercanías de los lugares donde se recogieron los materiales arcillosos.

La MP17 proviene del lecho seco de un pequeño arroyo localizado en el sendero que conduce hacia Buey Muerto partiendo desde Cerrillos, en

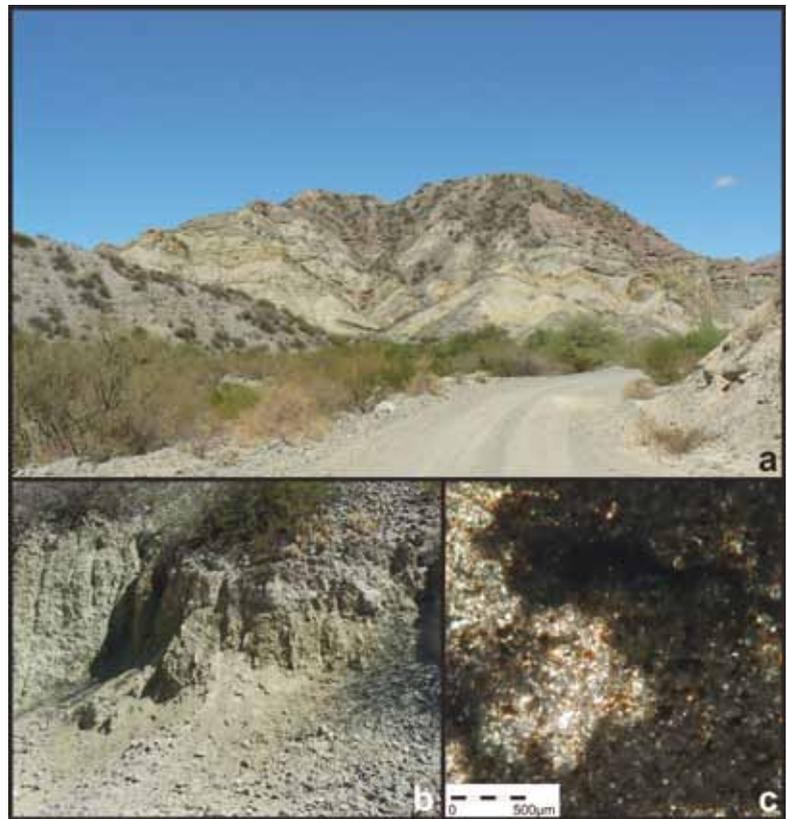


Figura 3. MP10. a. Panorámica de la fuente. b. Detalle de la arcillita. c. Fotomicrografía de la sección delgada.

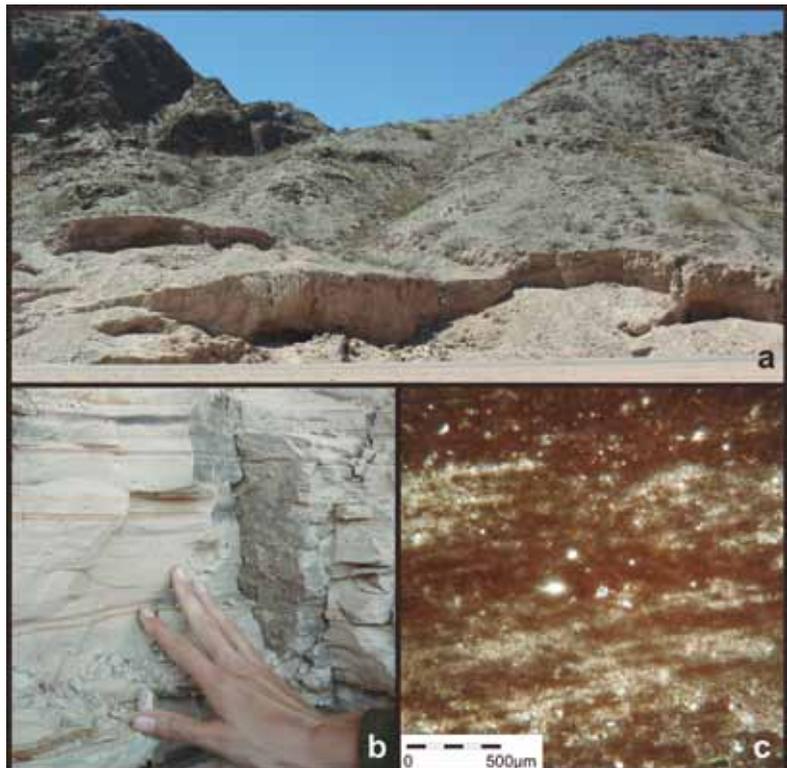


Figura 4. MP11. a. Panorámica de la cantera. b. Detalle de la arcillita. c. Fotomicrografía de la sección delgada.

	MP01	MP05	MP09	MP10	MP11	
Color en estado seco	2.5YR 5/8	5Y 7/2	2.5Y 7/2	5Y 7/2	5YR 6/3	
Color en estado húmedo	2.5YR 4/6	5Y 5/3	2.5Y 5/3	5Y 4/2	7.5YR 4/3	
Determinación por DRX de la fracción arcillosa	Illita y Mica	55,00%	40,00%	65,00%	60,00%	50,00%
	Esmectita	10,00%	35,00%	15,00%	20,00%	25,00%
	Interestratificado Illita-Esmectita	5,00%	20,00%	5,00%	5,00%	10,00%
	Clorita	5,00%	5,00%	15,00%	15,00%	5,00%
	Caolinita	25,00%	0,00%	0,00%	0,00%	10,00%
	Impurezas abundantes	cuarzo	cuarzo, feldespatos y calcita	cuarzo	cuarzo y feldespatos	cuarzo
Impurezas escasas	feldespatos	clinoptilolita	feldespatos y calcita	-	feldespatos	

Tabla 1. Caracterización de las arcillas.

el faldeo occidental del Aconquija ($66^{\circ}09'10.0''\text{O} - 27^{\circ}08'48.1''\text{S}$). Este sedimento quizá sea producto del acarreo del arroyo (González Bonorino 1951).

La MP18 corresponde a una muestra recogida en el lecho del río Santa María, a la altura de la iglesia de la ciudad de Santa María ($66^{\circ}03'11.9''\text{O} - 26^{\circ}41'34.3''\text{S}$). La arena es producto del proceso de sedimentación fluvial del río Santa María (Ruiz Huidobro 1972).

La MP19 corresponde a una muestra de arena recolectada del lecho del río Las Conchas, provincia de Salta ($65^{\circ}50'03.0''\text{O} - 26^{\circ}01'11.0''\text{S}$). El proceso de sedimentación fluvial de dicho río es el agente formador del depósito arenoso (Galván 1981).

Las arenas están constituidas principalmente por distintas proporciones de cristaloclastos de cuarzo y litoclastos graníticos. Además, de forma escasa, se registraron feldespato potásico, plagioclasas, microclino, biotita y moscovita, anfíboles-piroxenos, turmalina, granate,

litoclastos volcánicos, arenisca, esquisto, vidrio volcánico y minerales opacos (Tabla 2) (Figura 5). Estos componentes presentan formas angulares, subangulares, subredondeadas y redondeadas, menos en el caso MP19, donde sólo se presentan formas subangulares y subredondeadas. La granulometría de todas las muestras oscila entre limo grueso y canto pequeño ($30\ \mu\text{m}$ y $4000\ \mu\text{m}$).

	MP 17	MP18	MP19	
Componentes	Qz	43,50%	64,20%	75,60%
	FK	3%	6,60%	4,50%
	Plag	3%	2,40%	3,60%
	Micro	5%	1,50%	2%
	B	0,50%	2,10%	1,40%
	M	0,80%	0,30%	0,80%
	A-F	0,50%	1,50%	0%
	T	0%	0,70%	0,80%
	G	0,20%	0%	0%
	LG	38%	10,80%	5%
	LV	2,50%	5,80%	2%
	A	0%	1%	2,50%
	E	0%	0,70%	1,40%
	VV	2%	0,70%	0%
MO	1%	1,30%	0%	
Forma	Redondeadas, subredondeadas, subangulares y angulares	Redondeadas, subredondeadas, subangulares y angulares	Subangulares y subredondeadas	
Granulometría	Limo grueso a canto pequeño ($30\ \mu\text{m}$ y $4000\ \mu\text{m}$)	Limo grueso a canto pequeño ($30\ \mu\text{m}$ y $4000\ \mu\text{m}$)	Limo grueso a canto pequeño ($30\ \mu\text{m}$ y $4000\ \mu\text{m}$)	

Tabla 2. Caracterización de las arenas. Referencias: Qz = cuarzo; FK = feldespato potásico; Plag = plagioclasas; Micro = microclino; B = biotita; M = muscovita; A-P = anfíboles-piroxenos; T = turmalina; G = granate; LG = litoclasto granítico; LV = litoclasto volcánico; A = arenisca; E = esquisto; VV = vidrio volcánico; MO = minerales opacos.

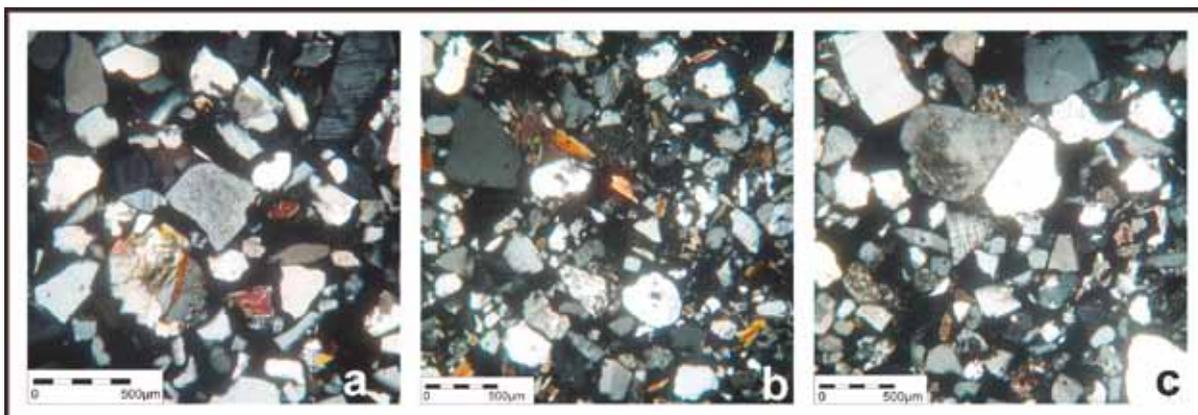


Figura 5. Fotomicrografías de arenas. a. MP17. b. MP18. c. MP19.

PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Las arcillas fueron sumergidas en agua para su hidratación y para la extracción manual de la materia orgánica y los grandes clastos (Figura 6a). Posteriormente fueron amasadas en estado plástico y fueron agregadas las inclusiones en las series que así lo requerían. El trabajo de amasado se realizó con la pretensión de homogeneizar la distribución de los atemperantes y eliminar cavidades. Las series se confeccionaron usando una determinada arcilla a la cual, según el caso, se le agregaron diferentes proporciones de una arena recogida en las cercanías de los depósitos arcillosos (Tabla 3).

La Serie 1 fue elaborada con la arcilla MPO1. Se eliminaron los grandes clastos que impedían el amasado, procedimiento reconocido por los actuales

pobladores para su uso (Calo y Pereyra Domingorena 2007). No se agregó ninguna arena, ya que presentaba abundantes inclusiones no plásticas naturales.

La Serie 2 fue preparada con la arcilla MP05. Se confeccionaron briquetas sin agregado de material no plástico.

La Serie 3 es una combinación de la arcilla MP09 y la arena MP17. Una parte de esta serie se confeccionó sólo con arcilla, es decir, no se agregó ningún tipo de inclusiones. Otra parte consistió en preparar una mezcla de arcilla con un 15% de arena. Ésta fue tamizada con un cernidor de 250 μm . El objetivo fue replicar un patrón tecnológico registrado en la cerámica arqueológica que correspondía a pastas con agregado intencional de material no plástico fino. Finalmente, se combinó arcilla con arena al 40% sin cernir, o sea, agregando el atemperante tal cual fue recogido. En este caso, el fin fue reproducir el modo

de hacer las pastas ordinarias usadas para manufacturar ollas y cántaros en el pasado prehispánico (Pereyra Domingorena 2010).

La Serie 4 fue confeccionada con la arcilla MP10 y la arena MP18. La Serie 5 fue elaborada con la arcilla MP11 y la arena MP19. Para ambas se siguió el mismo proceso de elaboración descripto para la Serie 3.

Las muestras experimentales fueron cocidas en horno eléctrico con control automático de temperatura (Figura 6b). El tiempo de cocción fue aproximadamente de una hora 30 minutos para alcanzar la temperatura requerida, 10 minutos de cocción a esa temperatura y 24 horas de enfriamiento dentro del horno. La intención fue recrear los picos de temperaturas

registrados en algunas experiencias etnográficas y experimentales en las que se han medido las temperaturas de las cocciones (Cremonte 1989-1990; García 1993; Palamarczuk 2004; Camino 2005).

Los cortes delgados utilizados para la comparación con las pastas arqueológicas provienen de las muestras cocidas a 650° de las distintas series experimentales. Esta decisión se fundamentó a partir de las similitudes texturales registradas –a través de lupa binocular– entre las muestras arqueológicas y las experimentales. Además, se tomaron en cuenta las descripciones de las experiencias de cocción con cerámica experimental y etnográfica antes mencionadas.



Figura 6. Procedimiento experimental. a. Hidratación de arcillas. b. Horno eléctrico. c. Briquetas experimentales.

	Arcilla	Arena	Observaciones
Serie 1	Yutopián (MP01)	Sin agregado	Inclusiones naturales gruesas
Serie 2	Totoral (MP05)	Sin agregado	Inclusiones naturales
Serie 3	La Aspereza (MP09)	Cerrillos (MP17)	
	100%	0%	Sin agregado de arena
	85%	15%	Con arena tamizada
Serie 4	Jujui (MP11)	Santa María (MP18)	
	100%	0%	Sin agregado de arena
	85%	15%	Con arena tamizada
Serie 5	Las Conchas (MP11)	Las Conchas (MP19)	
	100%	0%	Sin agregado de arena
	85%	15%	Con arena tamizada
	60%	40%	Con arena sin tamizar

Tabla 3. Proporciones de arcillas y arenas de las series experimentales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis petrográficos de las secciones delgadas de las briquetas experimentales (Figura 6c) permitieron evaluar tres patrones de manufactura registrados en la cerámica arqueológica del área: pastas finas sin agregado de atemperantes, pastas finas con agregado de inclusiones y pastas gruesas.

Las muestras confeccionadas con arcillas sin agregado de inclusiones no plásticas registraron el predominio de la matriz arcillosa con escaso contenido de material no plástico natural –menos del 5%–, y estructuras de fondo de pasta pseudolepidoblástica algo criptofilitosa (Figura 7a [Serie 2, MP05], 7b [Serie 3, MP09] y 7d [Serie 5, MP11]). En el caso de la arcilla de la Serie 4 (MP10) se puede observar una matriz microgranosa cuyos microcristales son componentes de la estructura de fondo de pasta (Figura 7c). El uso de arcillas sin inclusiones como patrón tecnológico fue detectado en distintas pastas arqueológicas: Morro Tipo IV; Cardo-

Por otro lado, las pastas experimentales con agregado intencional de arenas al 15%, previamente cernidas con tamiz de 250 μm , produjeron briquetas con estructuras de fondo de pasta pseudolepidoblástica. Y además se observa una distribución bimodal entre la matriz arcillosa y el atemperante en la que predomina la granulometría de arena fina, es decir, elementos no plásticos de 125 μm a 250 μm (Tabla 5) (Figura 8a y 8b). El objetivo fue recrear el patrón tecnológico observado, como por ejemplo, en las pastas arqueológicas denominadas Antigal Tipo V y Colalao Tipo V (Pereyra Domingorena 2010). Éstas presentan estructuras de fondo de pastas pseudolepidoblásticas y agregado intencional de 10% a 25% de atemperante de granulometría muy fina (Tabla 5) (Figura 8c y 8d). Dadas las diferencias observadas entre ambos conjuntos, no se pudo reconstruir el procedimiento de elaboración usado por las alfareras y alfareros para hacer estas pastas arqueológicas.

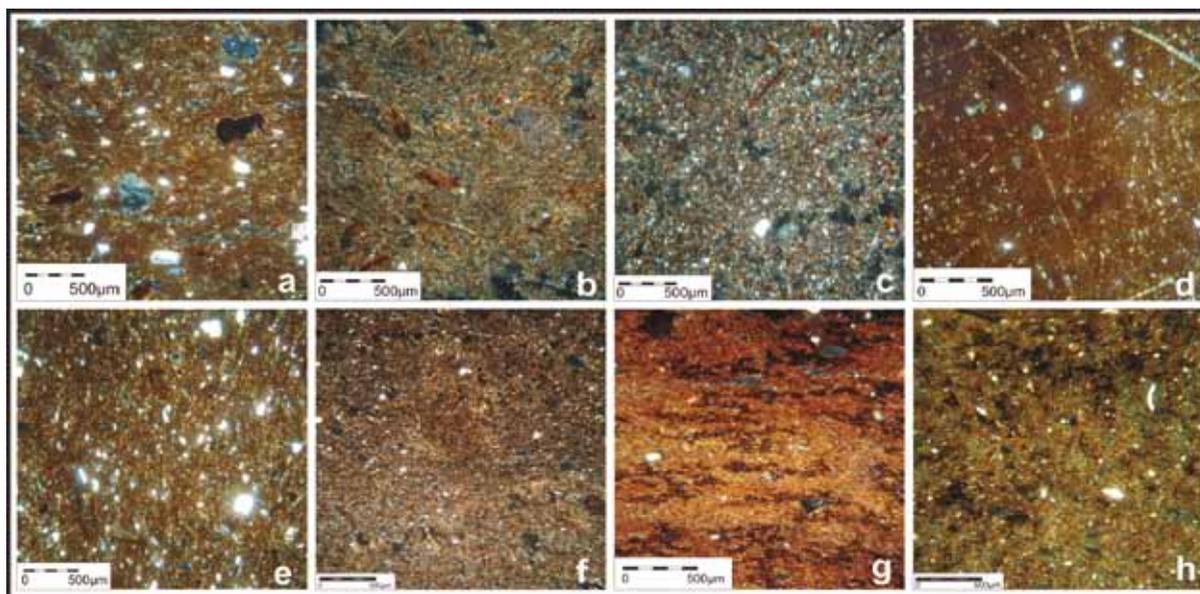


Figura 7. Fotomicrografías de pastas experimentales y arqueológicas sin agregado de material no plástico. a. Serie 2 (MP05). b. Serie 3 (MP09). c. Serie 4 (MP10). d. Serie (MP11). e. Morro Tipo IV. f. Cardonal Tipo IV. g. Faldas Tipo III. h. Cerrillos Tipo IV.

nal Tipo IV; Faldas Tipo III; y Cerrillos Tipo IV (Pereyra Domingorena 2010). Podemos ver en las fotomicrografías de la Figura 7e, 7f, 7g y 7h cómo se observan estas pastas a través del microscopio de luz polarizada. Las similitudes en las estructuras de fondo de la matriz, cualitativas y cuantitativas de ambos conjuntos cerámicos –experimental y arqueológico– fortalecieron la hipótesis sobre la existencia en el pasado prehispánico de un estilo tecnológico que implicó el uso de arcillas con escasísimo contenido de inclusiones naturales (Tabla 4).

	Estructura de fondo	Granulometría	Redondez
Serie 2	Seudolepidoblástica algo criptofilitosa	Limo grueso a arena gruesa (30 μm y 1000 μm)	Subangulares y subredondeadas
Serie 3	Seudolepidoblástica algo criptofilitosa	Limo grueso (30 μm y 60 μm)	Subangulares y subredondeadas
Serie 4	Microgranosa	Limo grueso a arena muy fina (30 μm y 125 μm)	Subangulares y subredondeadas
Serie 5	Seudolepidoblástica algo criptofilitosa	Limo grueso a arena muy fina (30 μm y 125 μm)	Subangulares y subredondeadas
Morro Tipo IV	Seudolepidoblástica	Limo grueso a arena muy fina (30 a 125 μm)	Subangulares y subredondeadas
Cardonal Tipo IV	Seudolepidoblástica	Limo grueso a arena muy fina (30 a 125 μm)	Subangulares y subredondeadas
Faldas Tipo III	Seudolepidoblástica	Limo grueso a arena (30 a 250 μm)	Subangulares y subredondeadas
Cerrillos Tipo IV	Seudolepidoblástica	Limo grueso a arena muy fina (30 a 125 μm)	Subangulares y subredondeadas

Tabla 4. Comparaciones entre las series experimentales y pastas finas arqueológicas sin agregado de material no plástico.

	Estructura de fondo	Granulometría	Redondez
Serie 3	Seudolepidoblástica	Arena fina (125 µm y 250 µm)	Subangulares y subredondeadas
Serie 5	Seudolepidoblástica	Arena fina (125 µm y 250 µm)	Subangulares y subredondeadas
Antigal Tipo V	Seudolepidoblástica	Limo grueso a arena muy fina (30 a 125 µm)	Subangulares y subredondeadas
Colalao Tipo V	Seudolepidoblástica	Limo grueso a arena muy fina (30 a 125 µm)	Subangulares y subredondeadas

Tabla 5. Comparaciones entre las series experimentales y las pastas finas arqueológicas con agregado de material no plástico.

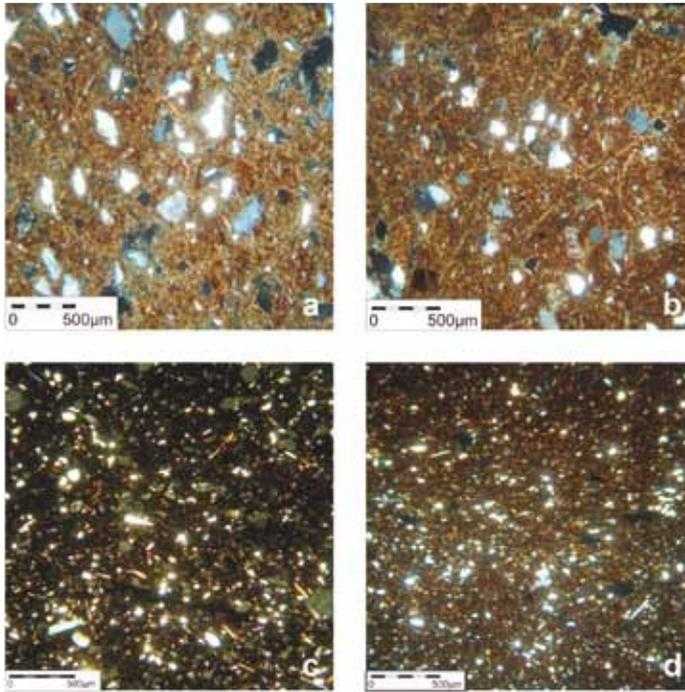


Figura 8. Fotomicrografías de pastas experimentales y arqueológicas con agregado de material no plástico fino. a. Serie 3 (MP03 y MP17). b. Serie 5 (MP11 y MP19). c. Antigal Tipo V. d. Colalao Tipo V.

La discrepancia entre los conjuntos cerámicos se debería a la diferencia granulométrica de los sedimentos utilizados. Las artesanas y/o artesanos prehispánicos habrían incorporado intencionalmente sedimentos muy finos –los cuales no corresponderían a las arenas recolectadas– como parte de la receta tradicional para elaborar las pastas usadas en la confección de cuencos, escudillas, jarras, etc. (Pereyra

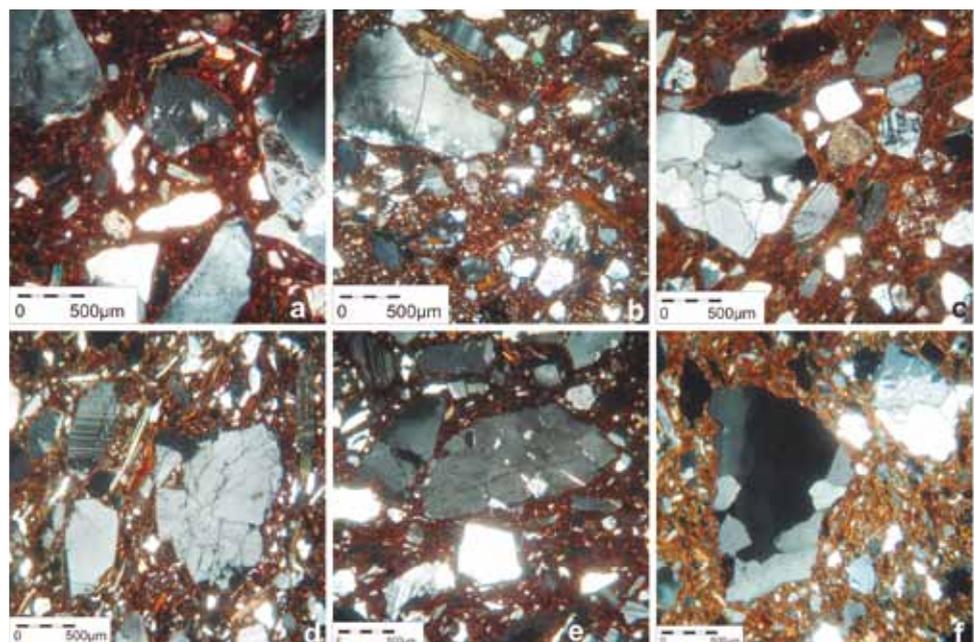


Figura 9. Fotomicrografías de pastas gruesas experimentales y arqueológicas. a. Serie 1 (MP01). b. Serie 4 (MP10 y MP18). c. Serie 5 (MP11 y MP19). d. Antigal Tipo I. e. Loma Alta Tipo I. f. Chimpa Tipo I.

Domingorena 2010). Aunque no se logró reproducir esta modalidad tecnológica, otros estudios petrográficos –con cerámica del Noroeste argentino– han señalado el agregado intencional de atemperante fino como parte del proceso productivo de las cerámicas (Cremonte *et al.* 2003; Baldini *et al.* 2005; Palamarczuk 2009). Por lo tanto, es válido sostener la hipótesis de la existencia de un estilo técnico, empleado en el pasado, que implicó la mezcla de arcillas con un sedimento de granulometría limo grueso a arena muy fina (30 µm a 125 µm).

Finalmente, las réplicas de pastas gruesas fueron elaboradas con una arcilla que presenta inclusiones gruesas naturales –Serie 1– (Figura 9a) y arcillas con agregado de arenas al 40%: Serie 4 y Serie 5 (Figura 9b y 9c). Las cerámicas gruesas experimentales y arqueológicas –Antigal Tipo I, Loma Alta Tipo I y Chimpa Tipo I (Figura 9d, 9e y 9f) – presentan semejanzas tanto a nivel de las estructuras de fondo de pasta como de las características generales de los atemperantes: granulometría, angulosidad, etcétera (Tabla 6).

Estas semejanzas proporcionaron un nuevo acercamiento al patrón productivo de las cerámicas ordinarias arqueológicas. En general, se ha postulado que éstas fueron confeccionadas con arcilla a la cual se le agregaba una arena poco seleccionada (Cremonte 1996; Pereyra Domingorena 2009). Pero como se ha podido observar en el procedimiento experimental (Serie 1 –Figura 9a–), las

	Estructura de fondo	Granulometría	Redondez
Serie 1	Seudolepidoblástica	Muy variada (entre 30 μm y 4000 μm)	Subangulares y subredondeadas
Serie 4	Seudolepidoblástica	Muy variada (entre 30 μm y 4000 μm)	Subangulares y subredondeadas
Serie 5	Seudolepidoblástica	Muy variada (entre 30 μm y 4000 μm)	Subangulares y subredondeadas
Antigal Tipo I	Seudolepidoblástica	Muy variada (entre 30 μm y 4000 μm)	Subangulares y subredondeadas
Loma Alta Tipo I	Seudolepidoblástica	Muy variada (entre 30 μm y 4000 μm)	Subangulares y subredondeadas
Chimpa Tipo I	Seudolepidoblástica	Muy variada (entre 30 μm y 4000 μm)	Subangulares y subredondeadas

Tabla 6. Comparaciones entre las series experimentales y las pastas gruesas arqueológicas.

pastas gruesas también pueden lograrse a partir de una arcilla que presente naturalmente las inclusiones no plásticas, que tiene ciertas semejanzas macroscópicas con las pastas gruesas arqueológicas caracterizadas del sur de los valles Calchaquíes. Sin embargo, aunque con esta arcilla se han elaborado ollas y cántaros en el pasado reciente (Calo y Pereyra Domingorena 2007), las inclusiones naturales no se corresponden exactamente con los atemperantes detectados en las pastas arqueológicas, que a su vez se asemejarían con la litología circundante a cada contexto de hallazgo (Pereyra Domingorena 2010). Por estas razones, propusimos que las ollas y los cántaros ordinarios –asociados a la ocupación formativa del sur de los valles Calchaquíes– debieron ser confeccionados con arcillas a las cuales las antiguas artesanas y/o artesanos agregaron intencionalmente material no plástico de granulometría muy variada (entre 30 μm y 4000 μm), es decir, una arena poco seleccionada.

COMENTARIOS FINALES

Tres patrones técnicos detectados en el material arqueológico pudieron ser evaluados como una conducta técnica a partir de los estudios experimentales aquí presentados. Por un lado, se logró sostener la hipótesis sobre la existencia de un estilo tecnológico relacionado con la elaboración de pastas finas. Existen semejanzas entre las briquetas experimentales confeccionadas sólo con arcilla y un conjunto de pastas arqueológicas (Tabla 4 y Figura 7). Ambos grupos presentan estructuras de fondo de pasta pseudolepidoblásticas algo criptofilitosas y escasas inclusiones, resultado de la presencia natural en las arcillas. Por lo tanto, se puede afirmar que el patrón observado en la cerámica arqueológica correspondería a un estilo que implicó el empleo de arcillas sin el agregado intencional de atemperantes, utilizado para elaborar cuencos y pequeñas ollitas pulidas (Pereyra Domingorena 2010).

En cambio, las briquetas experimentales con agregado intencional del 15% de arenas tamizadas no lograron generar el patrón registrado en las pastas finas

arqueológicas que presume el uso de una arena muy fina como atemperante (Tabla 5 y Figura 8). Sin embargo, la existencia del estilo tecnológico fue corroborada por otros estudios petrográficos del Noroeste argentino (Cremonte *et al.* 2003; Baldini *et al.* 2005; Palamarczuk 2009).

Finalmente, la comparación entre muestras experimentales con agregado intencional de material no plástico y las pastas gruesas arqueológicas permitió resaltar las semejanzas de ambos conjuntos; particularmente

en relación con las estructuras de fondo de pasta –pseudolepidoblásticas– y con la granulometría y porcentaje de las inclusiones no plásticas (Tabla 6 y Figura 9). Aunque se presenta la posibilidad del empleo de arcillas con inclusiones naturales, sus características petrográficas hacen descartar, por el momento, el empleo de esta modalidad en el pasado prehispánico (Pereyra Domingorena 2010).

Por otro lado, el estudio comparativo de las arcillas, a través de la DRX, no ha permitido determinar diferencias con otras fuentes estudiadas en las cercanías del área de estudio. Los resultados permiten plantear que las materias primas analizadas están conformadas por un 40% a 65% de illita y mica. Los porcentajes restantes corresponden a diferentes proporciones de esmectita (entre 10% y 35%); interstratificado illita-esmectita (entre 5% y 20%); clorita (entre 5% y 15%); y caolinita, que se registra en sólo dos muestras (Tabla 1). Esta combinación de minerales arcillosos sería similar a la fuente de Los Colorados –Amaicha, provincia de Tucumán– usada etnográficamente (Cremonte 1996), ya que la esmectita fue registrada como mineral componente de dicha fuente. Estas similitudes mineralógicas podrían deberse al origen común de estas arcillas, producto quizá de los mismos procesos geológicos que conformaron las actuales cuencas del sur del valle del Cajón y del río Santa María.

La variabilidad composicional de las arcillas analizadas permite sugerir que no existiría una vinculación directa entre la mineralogía del compuesto arcilloso y su uso como materia prima. Es decir, que las distintas combinaciones de argilominerales, por lo menos de las muestras analizadas hasta el momento, proporcionan a las arcillas la suficiente ductilidad o capacidad plástica para ser usadas en la producción alfarera. Entonces se puede inferir que los factores sociales –en nuestros casos, las tradiciones familiares o los efectos de una producción dirigida al mercado de artesanías regional– habrían determinado las decisiones sobre las materias primas a utilizar. Por lo tanto, es posible pensar que también en el pasado prehispánico los factores sociales debieron de influenciar en las decisiones tomadas por las antiguas alfareras y/o alfareros al momento de

seleccionar sus fuentes de aprovisionamiento (Calo y Pereyra Domingorena 2007).

Para concluir entonces, se puede decir que el trabajo experimental contribuyó al entendimiento de los patrones observados en los cortes delgados de la cerámica arqueológica. Estos correspondían a comportamientos técnicos concretos que las antiguas alfareras y/o alfareros usaban para fabricar sus vasijas; es decir, serían el reflejo material de los conocimientos prácticos, las habilidades incorporadas y los usos de las distintas materias primas (Mauss 1979 [1935]; Lemonnier 1989, 1992; Stark 1999, entre otros autores). Estas técnicas a su vez constituirían parte de una tradición artesanal con variaciones locales que duró aproximadamente todo el I milenio DC (Pereyra Domingorena 2010).

Los ensayos experimentales resultaron una herramienta metodológica valiosa para evaluar las regularidades observadas en la cultura material. Por esta razón, se procurará recolectar nuevas materias primas para seguir trabajando en este tipo de estudios actualísticos. Así se logrará profundizar el conocimiento sobre los antiguos modos de hacer cerámica. Por otra parte, se planea incorporar las muestras experimentales a los análisis de activación neutrónica instrumental (AANI). De esta manera, se podrá obtener su composición química y, así, compararlas con la información que se tiene de la cerámica arqueológica del sur Calchaquí.

Agradecimientos

El presente artículo es el resultado de la ponencia presentada en el simposio *Reconstruyendo ideas y acciones: estudios actualísticos y aportes experimentales a la Arqueología Cerámica experimental con materias primas del sur de los valles Calchaquíes (Noroeste argentino)*, coordinado por Leonardo S. Paulides y Mariana Sacchi y desarrollado en el marco de XVII Congreso Nacional de Arqueología Argentina que se realizó en la ciudad de Mendoza en el mes de octubre de 2010. Este trabajo fue financiado a través del subsidio PICT 2004 N° 20194 dirigido por la Lic. M. C. Scattolin. Agradezco a la Municipalidad de San José (provincia de Catamarca) y a su personal por nuestros traslados a la localidad de La Quebrada. Agradezco la hospitalidad de los habitantes de dicha localidad, especialmente a Meneleo Gutiérrez y Jorge Chaile por su generosidad al permitirme registrar parte de sus biografías. También mi gratitud al Dr. Nicolás Rendtorff y al Ing. Gustavo Suárez por abrirme las puertas del CETMIC-Universidad Nacional de La Plata, donde realicé la cocción de las briquetas experimentales.

Finalmente agradezco a los evaluadores anónimos de este artículo, cuyas sugerencias han permitido mejorar sustancialmente el manuscrito original. No

obstante, el contenido del presente trabajo es de mi responsabilidad.

REFERENCIAS CITADAS

- Adams, A. E., W. S. Mackenzie y C. Guilford
1997 [1984] *Atlas de rocas sedimentarias*. Masson, Barcelona.
- Baldini, M. I., M. B. Cremonte, I. L. Botto y M. A. Díaz
2005 De felinos, pastas y pigmentos. La cerámica de Choya 68 desde una perspectiva arqueométrica. En *La Cultura de La Aguada y sus expresiones regionales*, editado por S. E. Martín y M. E. Gonaldi, pp. 87-105. EUDELAR, Universidad Nacional de La Rioja, La Rioja.
- Bourdieu, P.
2000 Las formas del capital. Capital económico, capital cultural y capital social. En *Poder, derecho y clases sociales*, pp. 131-164. Desclée de Brouwer, Bilbao.
- Calo, C. M. y L. Pereyra Domingorena
2007 Acerca de la recolección de leñas y arcillas en La Quebrada. Trabajo presentado en la *IV Reunión Internacional de Teoría Arqueológica en Sudamérica*. S.F. del valle de Catamarca. MS.
- Camino, U.
2005 La cerámica del Período agro-alfarero Temprano en la Quebrada de Matancillas (Puna de la provincia de Salta). Tesis de Licenciatura inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Courtois, L.
1976 *Examen au microscope pétrographique des céramiques archéologiques*. Notes et monographies techniques 8. Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), París.
- Cremonte, M. B.
1989-1990 La alfarería tradicional actual: reflexiones y posibles aplicaciones para la arqueología a través de dos casos de estudio. *Runa* XIX: 117-133.
1996 Investigaciones arqueológicas en la quebrada de La Ciénega. (Dpto. de Tafí, Tucumán). Tesis Doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- Cremonte, M. B., M. Baldini e I. L. Botto
2003 Pastas y colores. Un camino al conocimiento del estilo Portezuelo de Aguada. *Intersecciones en Antropología* 4: 3-16.
- Feely, A.
2010 Estilos tecnológicos y tradiciones cerámicas del bolsón de Fiambalá (Dto. Tinogasta, Catamarca) Tesis Doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

- Frère, M. M., M. I. González, A. G. Guráieb y A. S. Muñoz
2004 Etnoarqueología, arqueología experimental y tafonomía. En *Explorando algunos temas de arqueología*, editado por A. M. Aguerre y J. L. Lanata, pp. 97-118. Gedisa, Buenos Aires.
- Galván, A.
1981 Descripción geológica de la Hoja 10e, Cafayate. *Boletín* 177. Servicio Geológico Nacional. Buenos Aires.
- García, L. C.
1993 Experimentación en Inca Cueva: arcillas, fogones y combustibles. *Arqueología* 3: 69-91.
- Garrett, K.
2007 Contribución de los estudios experimentales al conocimiento de las tecnologías cerámicas prehispánicas del sector oriental de la provincia de Jujuy. En *Cerámicas arqueológicas. Perspectivas arqueométricas para su análisis e interpretación*, editado por M. B. Cremonte y N. Ratto, pp. 187-196. EdiUnju, San Salvador de Jujuy.
- González Bonorino, F.
1951 Descripción geológica de la Hoja 12e, Aconquija. *Boletín* 75. Dirección Nacional de Minería, Buenos Aires.
- Ingold, T.
2000 *The perception of the environment. Essays in livelihood, dwelling and skill*. Routledge, Londres.
- Kerr, P. F.
1965 *Mineralogía Óptica*. McGraw-Hill, Nueva York.
- Lemonnier, P.
1989 Bark capes, arrowheads and Concorde: on social representations of technology. En *The meanings of things. Material culture and symbolic expression*. One World Archaeology 6, editado por I. Hodder, pp. 156-171. Unwin Hyman, Londres.
1992 *Elements for anthropology of technology*. Anthropological Papers 88. Museum of Anthropology-University of Michigan, Ann Arbor.
- Mauss, M.
1979 [1935] Técnicas y movimientos corporales. En *Sociología y antropología*, pp. 337-356. Tecnos, Madrid.
- Mortimer, E., B. Carrapa, I. Coutand, L. Schoenbohm, E. R. Sobel, J. Sosa Gómez y M. Strecker
2007 Fragmentation of a foreland basin in response to out-of-sequence basement uplifts and structural reactivation: El Cajón-Campo del Arenal basin, NW Argentina. *GSA Bulletin* 119 (5/6): 637-653.
- Munsell
2000 *Soil color charts*. GretagMacbeth, Nueva York.
- Palamarczuk, V.
2004 Cocción experimental de cerámica con estiércol de llama. *Intersecciones en Antropología* 5: 119-127.
- 2009 Un estilo y su época. El caso de la cerámica Famabalasto Negro Grabado del Noroeste argentino. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Pereyra Domingorena, L.
2009 Análisis petrográfico de los recipientes cerámicos del sitio Cardonal. En *Arqueometría Latinoamericana: Segundo Congreso Argentino y Primero Latinoamericano*, Vol. I, editado por O. M. Palacios, C. Vázquez, T. Palacios y E. Cabanillas, pp. 40-46. Centro Atómico Constituyentes-Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), San Martín.
2010 Manufacturas alfareras de las sociedades aldeanas del primer milenio d.C. al sur de los valles Calchaquíes. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Puente, V.
2011 Prácticas de producción alfarera en el valle del Bolsón (Belén, Catamarca). Materias primas y modos de hacer ca. 900-1600 D.C. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Ruiz Huidobro, O. J.
1972 Descripción geológica de la Hoja 11e, Santa María. *Boletín* 134. Servicio Nacional Minero Geológico. Buenos Aires.
- Skibo, J. M.
1994 The Kalinga cooking pot. An ethnoarchaeological and experimental study of technological change. En *Kalinga ethnoarchaeology*, editado por W. A. Longacre y J. M. Skibo, pp. 113-126. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Stark, M. T.
1999 Social dimensions of technical choice in Kalinga ceramic traditions. En *Material meanings. Critical approaches to the interpretation of material culture*, editado por E. S. Chilton, pp. 24-43. The University of Utah Press, Salt Lake City.
- Turner, J. C. M.
1973 Descripción geológica de la Hoja 11d, Laguna Blanca. *Boletín* 142. Servicio Nacional Minero Geológico, Buenos Aires.

NOTAS

- 1.- Los análisis de DRX se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de DRX, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (FCNyM-UNLP). La descripción de los datos fue realizada por el Dr. Daniel Poiré en el Centro de Investigaciones Geológicas, FCNyM-UNLP.
- 2.- Para la identificación mineralógica se utilizó como bibliografía de referencia *Mineralogía Óptica* de Paul F. Kerr (1965).