

Blanco por fuera, negro por dentro: aportes desde la arqueología experimental al entendimiento de la técnica del grafitado y los engobes blancos de la alfarería Aguada Portezuelo (Catamarca, Argentina)

White on the outside, black on the inside: contributions from experimental archaeology to the understanding of sgraffito technique and white slips in the Aguada Portezuelo pottery (Catamarca, Argentina)

Marina Gala Martínez Carricondo ^a

<https://orcid.org/0009-0008-6082-9300>

Guillermo Rozas ^c

<https://orcid.org/0000-0001-5912-0646>

Guillermo Adrián De La Fuente ^b

<https://orcid.org/0000-0002-3058-8488>

María Estela Moreno ^d

<https://orcid.org/0009-0004-7456-9061>

Resumen

Los estudios arqueométricos, físicos y químicos proporcionan información sobre los componentes de la arcilla, las pinturas, los engobes y, específicamente, el proceso de decoración con grafito en la cerámica de Aguada Portezuelo. Estos datos aportan conocimientos sobre la naturaleza actual de estos elementos, orientando la identificación de posibles materias primas y sus tratamientos. Aunque la literatura existente describe el comportamiento físico y

Abstract

Archaeometric, physical, and chemical studies provide information regarding components of clay, paints, slip, and, specifically, the decoration process with graphite in Aguada Portezuelo ceramics. These data contribute knowledge about the current nature of these elements, guiding the identification of possible raw materials and their treatments. Although existing literature describes the physical and chemical behaviour of materials under controlled conditions, the study emphasizes

- a Instituto Regional de Estudios Socioculturales – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (IRES-CONICET); Núñez del Prado N° 366, San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca (CP 4700), ARGENTINA. Laboratorio de Petrología y Conservación Cerámica, Escuela de Arqueología, Universidad Nacional de Catamarca; Av. Belgrano N° 300, San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca (CP4700), ARGENTINA. Correo electrónico: martinezcarricondo.m@gmail.com.
- b Instituto Regional de Estudios Socioculturales – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (IRES-CONICET); Núñez del Prado N° 366, San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca (CP 4700), ARGENTINA. Laboratorio de Petrología y Conservación Cerámica, Escuela de Arqueología, Universidad Nacional de Catamarca; Av. Belgrano N° 300, San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca (CP4700), ARGENTINA. Correo electrónico: guillermodelafuente@unca.edu.ar.

Recepción del manuscrito: Enero 19, 2024 / Aceptación: Abril 20, 2024 / Publicado: Julio 03, 2024.

químico de los materiales en condiciones controladas, el estudio destaca la necesidad de complementarla, considerando el impacto de factores variables como las atmósferas de cocción cambiantes y las proporciones desconocidas de componentes en pastas cerámicas y preparaciones para mezclas pigmentarias. Esta investigación no solo busca replicar engobes blancos y superficies con decoración grafitada inspiradas en análisis arqueológicos de Aguada Portezuelo, sino también evaluar el impacto de la morfología de las paredes de las piezas en los resultados finales. El enfoque incluye el análisis de la adherencia de los engobes blancos, teniendo en cuenta su fragilidad en registros arqueológicos, y explorar la aplicación de la decoración con grafito en superficies exteriores de vasijas y en superficies planas en los materiales de experimentación. El objetivo final es mejorar la comprensión de la producción cerámica en Aguada Portezuelo, arrojando luz sobre los tratamientos de superficie empleados por los artesanos de esa época.

Palabras clave: Estilo Aguada Portezuelo; Cerámica; Técnicas de decoración; Experimentación.

the need to complement it, considering the impact of variable factors such as varying firing atmospheres and unknown proportions of components in ceramic pastes as well as in preparations for pigment mixtures. This research not only seeks to replicate white slips and surfaces with graphite decoration inspired by archaeological analyses of Aguada Portezuelo, but also to assess the impact that the shapes of the pieces' walls had on the final results. The approach includes evaluating the adherence of white slips, taking into account their fragility in archaeological records, and exploring the application of graphite decoration on exterior surfaces of vessels and on flat surfaces (briquettes). The ultimate goal is to improve the understanding of ceramic production in Aguada Portezuelo, shedding light on the decorative practices employed by artisans of that time.

Keywords: Aguada Portezuelo Style; Ceramics; Decoration techniques; Experimentation.

- c Laboratorio de Fotónica y Optoelectrónica, Centro Atómico Bariloche, INN, Comisión Nacional de Energía Atómica – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; Av. Bustillo N° 9500, San Carlos de Bariloche, Río Negro (CP 8400), ARGENTINA. Correo electrónico: grozas@comahue-conicet.gob.ar.
- d Secretaría de Extensión Universitaria, Universidad Nacional de Catamarca; Maipú N° 1181, San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca (CP 4700), ARGENTINA. Correo electrónico: ceramistela@gmail.com.

Introducción

La cerámica es un producto elaborado por las personas a partir de elementos que se encuentran en la naturaleza, sobre la base de un sistema de creencias y conocimientos transmitidos y mantenidos socialmente a través del tiempo (Lemonnier, 1992; Leroi-Gourhan, 1964; Mauss, 1934); es por ello que resulta una tecnología altamente compleja a la hora de ser estudiada. No se trata solamente de la modificación mecánica de un material, sino de la creación de otro completamente nuevo al someter diferentes materias primas (arcilla y pigmentos) a la acción del fuego (Rye, 1981). En función de esto, nos damos cuenta de que para comprender los procesos de elaboración de alfarería no basta con aproximarnos a los gestos técnicos y acciones que dieron forma a las piezas, sino que es sumamente necesario comprender los cambios sufridos por los materiales al verse expuestos a altas temperaturas (Rye, 1981; Shepard, 1956). Es aquí donde las ciencias físicas y químicas, junto con las aproximaciones experimentales, aportan los datos necesarios para la investigación.

Los estudios arqueométricos, físicos y químicos nos brindan información sobre los componentes de las arcillas, las pinturas, los engobes y, en el caso particular de la cerámica Aguada Portezuelo, la decoración grafitada presente en su interior (De La Fuente *et al.*, 2020; De La Fuente & Pérez Martínez, 2008, 2018; Martínez Carricondo, 2021). Los datos obtenidos hablan de la naturaleza actual de todos estos elementos y es a partir de ellos que comenzamos a desandar el camino y a proponer posibles materias primas y tratamientos para las mismas. En este sentido, hay abundante información publicada respecto del comportamiento de los materiales en condiciones controladas, datos que funcionan de base para la proposición de las diferentes hipótesis (García Balado, 1999; García Garduño & Reyes-Gasga, 2006; León, 2006; Llaraudó Pérez, 2011; Schmid & Dariz, 2015; Torres Montes, 2013; Villanueva Rodríguez, 2009). Sin embargo, a esta información debemos complementarla, ya que carece de registro sobre la influencia de variables tales como atmósferas y estructuras de combustión cambiantes, propias de cocciones realizadas por combustión de materias, así como también la mezcla, en proporciones desconocidas, de elementos diferentes tanto en las pastas cerámicas como en las preparaciones destinadas al coloreado de las piezas.

Por otra parte, debemos considerar que la decoración grafitada aún no se encuentra estudiada en profundidad, a pesar de que aparece en cerámicas del Noroeste Argentino de diferentes estilos y temporalidades; algunos ejemplos de ello son la cerámica Aguada Portezuelo (Catamarca), la alfarería Interior Negro Pulido (Humahuaca, Jujuy) y la cerámica San Pedro Negro Pulido (Humahuaca Jujuy).

En todas las alfarerías mencionadas, el grafitado se encuentra exclusivamente en el interior de vasijas con forma de contenedores (pucos), que presentan un color negro/gris

plomizo, superficies satinadas y la presencia de carbono como cromóforo (Acevedo et al., 2015; Bennett et al., 1945; De La Fuente et al., 2004, 2005, 2007, 2020; De La Fuente & Pérez Martínez, 2008, 2018; López, 2004; Martínez Carricondo, 2021).

Otros ejemplos de grafitado los encontramos en territorio norteamericano. Allí, distintas comunidades ennegrecen sus piezas utilizando grafito mineral como pigmento, que es frotado sobre la superficie cerámica (Shepard, 1956; Van der Weer et al., 2004). Se trata de una técnica decorativa que también es registrada y definida por Balfet y colaboradores (1992).

Con esta información como base, nos propusimos obtener engobes blancos y superficies grafitadas similares a las presentes en las cerámicas estilo Aguada Portezuelo. Para ello, se siguieron recetas y procesos de cocción inspirados en análisis arqueométricos realizados sobre alfarerías de este estilo cerámico (De La Fuente et al., 2004, 2005, 2007, 2020; De La Fuente y Pérez Martínez, 2008, 2018; Martínez Carricondo, 2021). A su vez, se buscó poner a prueba la influencia de la forma de las paredes de la pieza en el resultado final. Esto implicó evaluar la adherencia de los engobes blancos a las paredes, considerando la fragilidad que estos presentan en el registro arqueológico y su propensión a separarse de las vasijas. En el caso de la decoración grafitada, se exploró la posibilidad de lograr este efecto en el exterior de las vasijas o sobre superficies planas (en briquetas experimentales).

El objetivo final es contribuir al entendimiento de los procesos de manufactura de la cerámica Aguada Portezuelo, a través del acercamiento a las prácticas de decoración empleadas por los alfareros de esa época.

Antecedentes

Investigaciones sobre Aguada Portezuelo

La alfarería Aguada Portezuelo es bien conocida por su policromía y por la complejidad de sus diseños y se diferencia de los otros estilos Aguada por la presencia constante de un engobe blanco que actúa como fondo de composición, sobre el cual se distinguen diferentes motivos en colores rojos, borraños, negros, marrones, amarillos y violetas (De La Fuente et al., 2005, 2007, 2020; De La Fuente & Pérez Martínez, 2008, 2018; Lafone Quevedo, 1892; Kusch, 1996-1997; Martínez Carricondo, 2021; Martínez Carricondo et al., 2022, 2023). Otra de sus características es la presencia de la decoración grafitada en el interior de las piezas.

Aunque el material arqueológico disponible es sumamente fragmentario y se conocen

menos de 10 ejemplares completos, los estudios sobre esta alfarería se han desarrollado desde épocas muy tempranas, a partir de las investigaciones de Lafone Quevedo de finales del siglo XVIII, quien describe material fragmentario y aporta las primeras fotografías del mismo (Lafone Quevedo, 1982). El análisis de material Portezuelo fue retomado por Serrano en 1958, cuando define al estilo como Huillapima Fondo Crema, diferenciándolo así de los otros estilos Aguada. Poco más de una década después, Barrionuevo (1972) da cuenta de la presencia de este estilo cerámico en el sitio Nanahuasi, ubicado en la zona de cumbre de la sierra de El Alto-Ancasti. Durante las siguientes dos décadas, aparecen otras menciones sobre la presencia de este tipo de materiales en sitios arqueológicos del valle de Catamarca y zonas aledañas (Petek *et al.*, 1972; Haber, 1992; Kriscautzky & Togo, 1996).

El primer fechado radiocarbónico que se obtiene, junto con la primera información contextual/estratigráfica sobre material Portezuelo, es aportado por Alberto Rex González, quien, acompañado por un grupo de investigadores, excava en el año 1997 un sitio ceremonial (Choya 68) ubicado en la localidad de Choya (Capayán, Catamarca, Argentina) (ver González, 1997; Baldini *et al.*, 2005; Cremonte *et al.*, 2003, para una descripción detallada).

La mayor parte de las investigaciones llevadas a cabo sobre este estilo cerámico han tenido como objetivo realizar una caracterización pormenorizada del mismo, tanto en el nivel de pastas cerámicas como en los aspectos referidos a su decoración. En este sentido, cabe destacar el importante número de trabajos arqueométricos acerca de pinturas, engobes y superficies grafitadas, que han dado como resultado la caracterización composicional de cada una de estas decoraciones policromas. Asimismo, ellos sirvieron de base para realizar aproximaciones a los procesos de cocción de las piezas, en lo que refiere a atmósferas y temperaturas de cocción (Cremonte *et al.*, 2003, 2004; Baldini *et al.*, 2005; Bertolino *et al.*, 2008; De La Fuente *et al.*, 2004, 2005, 2007, 2020; De La Fuente & Pérez Martínez, 2008, 2018; Martínez Carricondo, 2021; Martínez Carricondo *et al.*, 2022).

A modo de resumen, se puede decir que las piezas Aguada Portezuelo fueron realizadas por alfareros/as con experticia tecnológica, que lograron realizar cerámicas cuyo espesor promedia los 4 mm, policromas y con motivos sumamente complejos realizados mediante trazos finos y bien definidos. Para ello, consiguieron controlar las atmósferas de cocción de modo tal que dentro de ciertas piezas no circulara el oxígeno de forma libre, reduciendo así la superficie, mientras que en el exterior primaba una atmósfera oxidante; esto último permitió que los colores aplicados se conservaran a la vez que eran fijados a la cerámica. Por su parte, la información disponible establece que las pinturas, engobes y decoraciones grafitadas se encuentran sintetizadas en la Tabla 1.

Tabla 1: Composición de las mezclas colorantes aplicadas en las alfarerías experimentales.

Número de muestra	Forma de la muestra	Color esperado	Arcilla roja (%)	Cromóforo	% de cromóforo	Mucilago de cactus (%)	Cocción
B2	Briqueta	Blanco	0	Arcilla blanca	100	0	Oxidante
B3	Briqueta	Blanco	0	Cal	100	0	Oxidante
B4	Briqueta	Blanco	50	Cal	50	0	Oxidante
B5	Briqueta	Blanco	0	Yeso	100	0	Oxidante
B6	Briqueta	Blanco	50	Yeso	50	0	Oxidante
B7	Briqueta	Blanco	50	Hueso de vaca	50	0	Oxidante
B15	Briqueta	Blanco	0	Arcilla blanca	100	0	Sin cocción
B16	Briqueta	Blanco	0	Cal	100	0	Sin cocción
B17	Briqueta	Blanco	50	Cal	50	0	Sin cocción
B18	Briqueta	Blanco	0	Yeso	100	0	Sin cocción
B19	Briqueta	Blanco	50	Yeso	50	0	Sin cocción
B20	Briqueta	Blanco	50	Hueso de vaca	50	0	Sin cocción
B122	Briqueta	Blanco	33,3	Cal	66,6	25	Oxidante
B123	Briqueta	Blanco	25	Cal	50	0	Oxidante
B124	Briqueta	Blanco	33,3	Yeso	66,6	0	Oxidante
B125	Briqueta	Blanco	25	Yeso	50	25	Oxidante
B151	Briqueta	Blanco	33,3	Hueso de ave	66,6	0	Oxidante
B152	Briqueta	Blanco	25	Hueso de ave	50	25	Oxidante
P1	Puco	Blanco	0	Arcilla blanca	100	0	Oxidante
P2A	Puco	Blanco	0	Cal	100	0	Oxidante
P2B	Puco	Blanco	50	Cal	50	0	Oxidante
P3	Puco	Blanco	50	Hueso de vaca	50	0	Oxidante
P4A	Puco	Blanco	0	Yeso	100	0	Oxidante
P4B	Puco	Blanco	50	Yeso	50	0	Oxidante

El grafitado

La definición de grafitado difiere según la región geográfica en la que este aparece. La primera en describir este proceso es Shepard (1956), quien lo define como una técnica decorativa en la cual se frota un trozo de grafito mineral sobre la pieza cerámica antes de su cocción. Esta definición, con modificaciones no relevantes, es retomada años más tarde por Balfet et al. (1992).

Por otra parte, Rye (1981) detalló un efecto muy similar a lo que aquí llamamos grafitado. En este trabajo se describe la presencia de carbón en la superficie de las vasijas como un revestimiento no deseado de la pieza que se produciría durante la cocción y

que puede ser revertido. El autor propone que el carbón puede ser retirado mediante el calentamiento de la pieza a una temperatura de entre 600 y 700°C durante media hora (Rye, 1981).

Una definición que se aproxima más a los casos del Noroeste Argentino es la presentada por Van der Weerd *et al.* (2004), quienes describen un proceso en el cual se generan superficies negras brillantes mediante la combustión de material orgánico durante el proceso de cocción.

A esta última definición, le sumamos evidencia registrada en los cortes frescos realizados sobre alfarería Aguada Portezuelo, los cuales presentan pastas cuya cocción ha sido clasificada como mixta, siendo la cara interna reductora y la externa oxidante (De La Fuente *et al.*, 2004, 2005, 2007, 2020; Martínez Carricondo, 2021; Nazar & De La Fuente, 2016).

Otras alfarerías en las que se ha registrado esta técnica decorativa, además de la Portezuelo, dentro del Noroeste argentino y zonas aledañas, son las estilo Interior Negro Pulido (Humahuaca, Jujuy) (Acevedo *et al.*, 2015); San Pedro Negro Pulido (San Pedro de Atacama) (Baldini, 2007; Montané, 1963; Munizaga, 1963; Tarragó, 1976); Pucos Bruñidos (Humahuaca, Jujuy) (Cremonte & Botto, 2009); Famabalasto Negro Grabado (Palamarcsuk & Manasiewicz, 2009; Palamarcsuk & Palamarcsuk, 2011); y Aguada Ambato Negro Grabado (Calomino, 2012; Gordillo, 2009).

La cerámica más temprana que ofrece este tipo de decoración es la San Pedro Negro Pulido, procedente de San Pedro de Atacama (Período Temprano, ca. 200-600 d.C.). La misma se caracteriza por presentar una cocción enteramente reductora y ambas superficies bruñidas (Baldini, 2007; Tarragó, 1976). Los análisis llevados a cabo sobre fragmentos de esta alfarería evidencian la presencia de hematita especular, la cual es propuesta como responsable del color y del lustre de las superficies (Tarragó, 1976). En cuanto a la cocción, se proponen dos métodos: 1) una cocción uniforme en ambiente reductor (Munizaga, 1963); y 2) una cocción oxidante que permita obtener piezas bien cocidas y luego, hacia el final del proceso, una atmósfera reductora intensa (Montané, 1963).

Ya en el Período Medio (ca. 600-900 d.C.), aparece, junto con Portezuelo, la alfarería Aguada Ambato Negro Grabado. Esta se caracteriza por presentar ambas superficies de color negro y bien bruñidas (Calomino, 2012; Gordillo, 2009). En cuanto a pastas, se distingue un interior de tono gris oscuro, que se diferencia del color negro de las superficies externa e interna (Calomino, 2012).

Por último, para el período Tardío (ca. 900-1450 d.C) e Incaico (ca. 1480-1532) se presentan tres estilos cerámicos: Pucos Bruñidos, Interior Negro Pulido y Famabalasto Negro Grabado.

Las cerámicas estilo Interior Negro Pulido presentan un interior de color negro o gris

plomizo y brillante, similar al de las vasijas Portezuelo. Los análisis arqueométricos realizados sobre las superficies internas evidencian la presencia de carbón como responsable de su color (Acevedo et al., 2015).

En tanto, la alfarería Famabalasto Negro Grabado presenta una cocción totalmente reductora, tanto en el interior como en el exterior, y un color negro homogéneo en sus superficies (Palamarcsuk & Manasiewicz, 2009; Palamarcsuk & Palamarcsuk, 2011). Se propone, para estas alfarerías, una cocción reductora, con escaso control de la atmósfera y una posible adhesión de elementos orgánicos hacia el final de la quema, lo que daría a las piezas una tonalidad más oscura (Palamarcsuk & Manasiewicz, 2009; Palamarcsuk & Palamarcsuk, 2011).

Por último, se encuentra la alfarería Pucos Bruñidos. Esta se caracteriza por presentar sus superficies altamente bruñidas y de color negro brillante. Los estudios arqueométricos (EDAX) llevados a cabo sobre fragmentos de esta cerámica dieron como resultado la presencia de carbón en la superficie, que fue interpretado como cromóforo (Cremonte & Botto, 2009).

Por otra parte, nos encontramos con una pintura basada en vegetales que da como resultado un color negro cuyo pigmento es el carbón. Se trata de una técnica de decoración pintada utilizada por los alfareros Pueblo (Valle Río Grande, Estados Unidos), llamada Guaco. Consiste en preparar una mezcla pigmentaria surgida de someter a hervor planta de abejas de las montañas rocosas (Rocky Mountain bee plant; *Peritoma serrulatum*) hasta conseguir una resina espesa que puede ser almacenada en panes. Una vez obtenido este producto, se lo almacena hasta el momento de usarlo, cuando es diluido en agua para conseguir una pintura fluida. Cuando la pieza está decorada es sometida a una cocción oxidante (Shepard, 1965; Van der Weerd et al., 2004). Este tipo de decoración también era aplicada por la sociedad Tewa, al menos hasta el siglo XX (Van der Weerd et al., 2004).

Los trabajos experimentales

Es importante destacar que si, como se indicó más arriba, hay una cantidad considerable de bibliografía que nos brinda información sobre la composición química de engobes, pinturas y decoración grafitada presentes en las piezas, aún es muy poco lo que se ha avanzado en la puesta a prueba de las recetas y los procedimientos de cocción hipotéticos surgidos de estas investigaciones (Baldini et al., 2005; Bertolino et al., 2008; Cremonte et al., 2003; De La Fuente et al., 2005, 2007, 2020; De La Fuente & Pérez Martínez, 2008, 2018; Martínez Carricondo, 2021; Martínez Carricondo et al., 2022). Al respecto, algunas de las aproximaciones que se han realizado fueron llevadas a cabo por Martínez Carricondo (2021) y Martínez Carricondo et al. (2022).

En estas últimas investigaciones, se abordó el conjunto de los colores relevados en

las alfarerías Portezuelo del sitio La Viñita (Catamarca), sin privilegiar alguno/s de ellos. Se tomaron como base análisis de Microespectrometría Raman (MRS) realizados sobre cincuenta y nueve fragmentos cerámicos y los resultados obtenidos permitieron diseñar y llevar a cabo las experimentaciones. En ambos trabajos (Martínez Carricondo, 2021; Martínez Carricondo *et al.*, 2022) se introdujeron como variables el comportamiento de los diferentes materiales pigmentarios (minerales y orgánicos) aplicados individualmente, mezclados con arcilla (50% material pigmentario y 50% arcilla utilizada como vehículo), y combinados con arcilla y mucilago de cactus (elemento orgánico) (en proporciones de 33% material pigmentario, 33% arcilla y 33% mucilago); en un caso se optó por mezclar dos materiales pigmentarios, hematita y óxido de manganeso, con arcilla (33% hematita, 33% óxido de manganeso y 33% arcilla) y con mucilago de cactus (un 25% de cada elemento) (Tabla 2). Por otra parte, se evaluó a nivel colorimétrico la aplicación de pinturas y engobes post-cocción, si bien quedó pendiente someterlos a condiciones que simulen los procesos postdeposicionales.

Tabla 2: Contenido orgánico introducido en el interior de las piezas experimentales con forma puco.

Número de muestra	Forma de la muestra	Color esperado	Cromóforo	Tratamiento de superficie	% de cromóforo	Mucilago de cactus (%)
B134	Briqueta	Grafitado	Carbón vegetal	Bruñido	50	50
B153	Briqueta	Grafitado	Algarrobo	Sin tratar	100	0
B154	Briqueta	Grafitado	Carbón vegetal	Sin tratar	100	0
P1	Puco	Grafitado	Pasto seco	Sin tratar	100	0
P2	Puco	Grafitado	Pasto seco	Sin tratar	100	0
P3	Puco	Grafitado	Pasto seco	Sin tratar	100	0
P4	Puco	Grafitado	Pasto seco	Sin tratar	100	0
P5	Puco	Grafitado	Guano de caballo	Sin tratar	100	0
P6	Puco	Grafitado	Guano de caballo	Sin tratar	100	0
P7	Puco	Grafitado	Algarrobo	Sin tratar	100	0
P8	Puco	Grafitado	Sin relleno	Sin tratar	100	0
P9	Puco	Grafitado	Guano de llama	Sin tratar	100	0
P10	Puco	Grafitado	Guano de llama	Sin tratar	100	0
P11	Puco	Grafitado	Guano de llama	Sin tratar	100	0
P12	Puco	Grafitado	Guano de llama	Sin tratar	100	0

A la vez, se intentó replicar la decoración grafitada en las superficies internas de piezas experimentales en forma de pequeños pucos. Para ello se utilizaron diferentes elementos orgánicos, colocados en su interior en el momento de introducir las vasijas en la estructura de combustión (Tabla 3). En este caso también se consideró la atmósfera de cocción como variable; en este sentido se realizaron dos quemas en atmósfera oxidante y otras dos que tuvieron la intención de producir atmósferas reductoras, sin que se haya cumplido este objetivo.

Tabla 3: Códigos Munsell de cada muestra blanca analizada, antes y después de su cocción.

Número de muestra	Munsell pre-cocción 4 pinceladas	Munsell pre-cocción 8 pinceladas	Munsell post-cocción 4 pinceladas	Munsell post-cocción 8 pinceladas
B2	2.5Y8/2	2.5Y8/2	7.5Y8/2	7.5Y8/2
B3	7.5YR8/1	7.5YR8/1	2.5Y9/2	Fondo: 2.5Y9/2 Sup:7.5YR8/1
B4	10R8/4	10R8/4	Fondo: 7.5YR8/4 Líneas: 2.5Y8/4	2.5Y8/4
B5	7.5YR8/2	7.5YR8/1	2.5Y9/2	5Y9/2
B6	10R7/4	10R7/4	7.5YR8/4	7.5YR8/4
B7	10R7/6	10R7/6	Sup: 7-5YR8/6 Medio: 5YR8/6 Inf: 5YR7/6	Sup: 7-5YR8/6 Medio: 5YR8/6 Inf: 5YR7/6
B15	2.5Y9/2	2.5Y9/2	-	-
B16	7.5YR8/1	7.5YR8/1	-	-
B17	5YR7/4	5YR7/4	-	-
B18	10Y9/2	7.5Y9/2	-	-
B19	7.5YR8/4	7.5YR8/4	-	-
B20	10R6/10	10R6/10	-	-
B122	5YR8/6	5YR8/6	5YR8/4	7.5YR8/6
B123	5YR8/4	5YR8/4	7.5YR9/2 7.5YR8/4	7.5YR9/2 7.5YR8/4
B124	5YR7/6	5YR7/6	5YR8/6	5YR8/6
B125	5YR8/6	5YR8/6	2.5YR7/6	2.5YR7/6
B151	5YR7/8	5YR7/8	5YR7/6	5YR7/6
B152	2.5YR7/10 con partículas blancas	2.5YR7/10 con partículas blancas	2.5YR7/10	2.5YR7/10
P1	2.5Y8/2	-	5Y9/2	-
P2	7.5YR8/1	10R8/4	2.5Y9/2	5Y9/2
P3	10R6/10	-	7.5YR7/4	-
P4	7.5YR8/2	10R7/4	2.5Y9/2	5Y8/4

Una vez obtenidas todas las briquetas y pucos experimentales, los pigmentos, engobes y superficies ennegrecidas fueron analizados por MSR para comparar los resultados obtenidos con los de los fragmentos de alfarería arqueológica. En resumen, se lograron recetas conformes con lo planteado en la investigación para los colores negros (tanto los basados en manganeso como las superficies ennegrecidas con carbón vegetal), los blancos de cal y los borraños (para aquellos cuya composición muestra la presencia solo de hematita y también para los que presentan una combinación de hematita y óxido de manganeso). En el proceso se obtuvo, además, una amplia gama de tonalidades ocre y marrones que no tiene ninguna relación con las relevadas en el registro arqueológico. Por otra parte, para los colores amarillos y violeta no se obtuvieron pinturas que cumplieran con los requisitos macroscópicos (textura y color) y químicos, debido a que para el primer caso no se dio con la materia prima adecuada (tungstita) y para el segundo no se obtuvo una lectura clara del espectro Raman que permitiera una caracterización inequívoca de los elementos que lo componen (Martínez Carricondo, 2021).

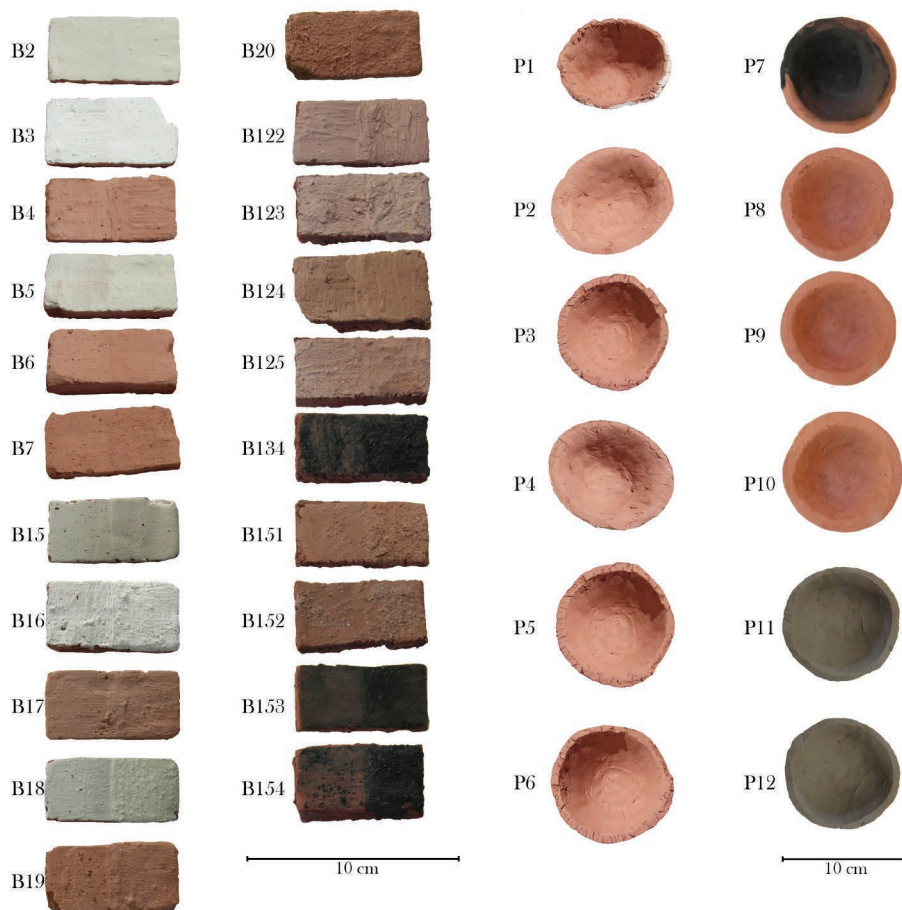
En vista de los antecedentes expuestos es que presentamos en esta oportunidad los resultados logrados durante un proceso experimental, haciendo hincapié en la obtención de engobes blancos y superficies con decoraciones grafitadas.

Materiales y métodos

La muestra

El material estudiado en esta oportunidad se compone por un total de treinta y tres cerámicas experimentales, de las cuales veintiuna corresponden a la forma briqueta, y las doce restantes a la categoría morfológica puco (Figura 1). Las briquetas fueron realizadas con la técnica de prensado mediante la utilización de un molde de madera con rectángulos iguales de 5 cm por 2,5 cm, mientras que los pucos fueron levantados a través de la técnica del rodeteado. En cuanto a las pinturas que les fueron aplicadas, se tomaron como base estudios arqueométricos previos, realizados sobre cerámicas arqueológicas del estilo Aguada Portezuelo (De La Fuente & Pérez Martínez, 2008, 2018; Martínez Carricondo, 2021; Martínez Carricondo *et al.*, 2022) y se crearon engobes y pinturas de acuerdo a recetas que pudieron utilizarse en el pasado. Los materiales, métodos y diseño experimental se detallan a continuación.

Figura 1: Muestras experimentales analizadas.



Microespectrometría Raman

Esta técnica permite realizar una caracterización mineralógica de los materiales analizados, sin que estos requieran de una preparación previa o queden inutilizables para análisis posteriores, sean estos del tipo que sean. Consiste en estimular la muestra con un haz de luz monocromático, lo que genera un espectro de los fotones que se dispersan de manera inelástica por la muestra (Campos Vallete, 2018; De La Fuente & Pérez Martínez,

2008; Pollard *et al.*, 2006; Price & Burton, 2011). Asimismo, la caracterización de la muestra es producida en capas de pocos micrones de profundidad, garantizando que los espectros generados no tengan interferencia del soporte en el que se encuentran.

Los análisis fueron realizados con un equipo HoribaLabRAM HR Evolution, el cual está equipado con una CCD enfriada con nitrógeno líquido. Se utilizó un láser de He-Ne de 632,8 nm con una potencia que osciló entre 565 μ W y 2.30 mW, teniendo en cuenta las necesidades de cada muestra estudiada. Se emplearon redes de difracción holográficas de 600 líneas/mm. En cuanto a los lentes utilizados, fueron de 10, 20 y 100 aumentos, comparando los resultados obtenidos con cada uno, de acuerdo a la calidad de las fotografías obtenidas, la manejabilidad de la muestra analizada y la calidad de los espectros resultantes. Los análisis de todas las muestras (N=33) fueron realizados en el Laboratorio de Fotónica y Optoelectrónica del Centro Atómico Bariloche, INN, CNEA-CONICET.

Los materiales experimentales

Se utilizaron los siguientes cromóforos para la generación de los engobes blancos: a) cal; b) yeso parís; c) hueso molido de vaca (*Bostaurus*); d) hueso largo de ave molido; y e) arcilla blanca. Estos minerales fueron mezclados en diferentes proporciones con arcilla roja obtenida del lecho del río Colorado (Depto. Tinogasta, Catamarca). Los elementos fueron conseguidos en tiendas especializadas para ceramistas, a excepción de los huesos molidos, los que fueron recolectados en San Fernando del Valle de Catamarca (*Bostaurus*) y en San Rafael, Mendoza (hueso de ave). Además, se utilizó como ligante mucílago de cactus (*Opuntia quimilo*) perteneciente a una especie nativa de San Fernando del Valle de Catamarca.

Por otra parte, para la generación de superficies grafitadas se prepararon pinturas negras con carbón vegetal y resina de algarrobo (*Prosopis nigri*) como cromóforo y, al igual que para los engobes blancos, mucílago de cactus como ligante. El carbón vegetal fue obtenido en una tienda especializada y la resina de algarrobo y el mucílago de cactus fueron recolectados de especies nativas de San Fernando del Valle de Catamarca.

En cuanto a los pucos experimentales, para lograr la superficie interior grafitada, se utilizaron pastos secos (*Cynodon dactylon*), guano seco de llama (*Lama glama*) y de caballo (*Equus caballus*) y resina de algarrobo (*Prosopis nigri*). Los excrementos de animales proceden de especies en cautiverio, (la llama habita en San Isidro, Catamarca y el caballo en Cuadro Bombal, San Rafael, Mendoza). En tanto que la resina de algarrobo fue recolectada del mismo ejemplar utilizado en la pintura.

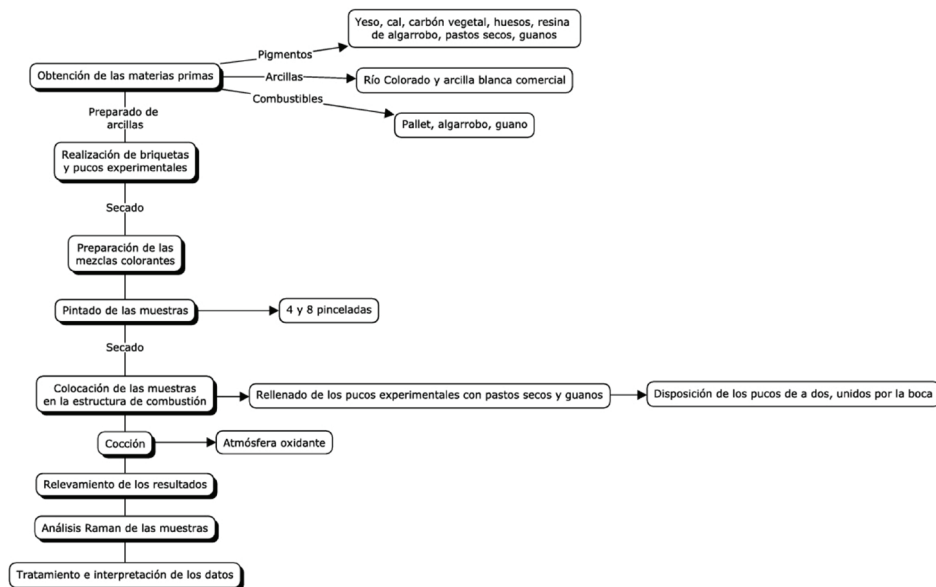
Por último, tanto las arcillas empleadas tanto en la manufactura de las briquetas y los pucos experimentales como aquellas utilizadas en las pinturas y engobes provienen de las márgenes del Río Colorado (Tinogasta, Catamarca). Sus características químicas se

encuentran descritas en De La Fuente & Glascock (2015) y De La Fuente et al (2015).

La experimentación

Las muestras experimentales fueron realizadas de acuerdo a un protocolo diseñado en gabinete, que fue seguido en el transcurso de toda la experimentación (Figura 2). Se tuvo en cuenta que se trata de una guía que debe ser aplicada de forma flexible (Martínez Carricondo, 2021).

Figura 2: Protocolo de experimentación (Tomado y modificado de Martínez Carricondo, 2021).



Los cambios registrados en el nivel visual fueron relevados mediante la Carta Munsell de Colores de Suelos (1975), un sistema que estandariza la nomenclatura de los colores de acuerdo a tres categorías: *hue*, *chroma* y *value*. La primera hace referencia a la posición del color en el espectro, de acuerdo con su saturación, fuerza y pureza, el *hue* puede ser amarillo (Y), rojo (R) o amarillo-rojo (YR). La segunda categoría da cuenta del brillo e intensidad del color. La tercera, por su lado, se refiere a la oscuridad/claridad de este último.

Los engobes blancos. Los engobes blancos se dividen en tres grupos: uno en el que solo se utilizó el cromóforo mezclado con agua; otro, en el que además del mineral colorante se incorporó arcilla roja; y un tercero en el que también se incorporó mucílago de cactus como

ligante. Por otra parte, se tomó como la variable la forma de la pieza; en este sentido, se experimentó con engobes aplicados 18 veces en una superficie plana (briqueta), y cuatro en una superficie convexa, (cara externa de los pucos), para evaluar la adhesión de la mezcla colorante a la vasija. Se tuvo en cuenta al respecto que este tipo de engobes se presenta con un grado de conservación muy malo (descascamiento) en el registro arqueológico (Tabla 3). Todas las alfarerías pintadas que analizamos aquí fueron coloreadas con la pasta seca; se aplicaron dos espesores de pintura en cada briqueta (cuatro pinceladas y ocho pinceladas) y una capa homogénea en cada puco (cuatro pinceladas).

El grafitado. El grafitado es una técnica decorativa que aparece en el interior de las vasijas Aguada Portezuelo (principalmente en el valle central de Catamarca) y cuya marca química es el carbón vegetal. Teniendo esto en cuenta se pusieron a prueba dos técnicas distintas para intentar replicarlo, una con pinturas y la otra relacionada con el método de cocción. Las pinturas fueron hechas con resina de algarrobo y con carbón vegetal molido. Para el primer caso seguimos una receta propuesta por una alfarera que participó en el “Taller Forjando Huellas. Evocando las técnicas alfareras de nuestro Patrimonio Cultural” (2019). Se recolectó corteza de algarrobo con abundante cantidad de resina y se la hizo hervir por 30 minutos en 250 cc de agua potable del grifo; una vez obtenido el líquido coloreado y resinoso se lo dejó enfriar para luego aplicarlo en las superficies secas: una briqueta y el interior de un puco experimental. Para el segundo caso se molió carbón vegetal hasta obtener un polvo muy fino al cual se le añadió agua del grifo hasta formar una pintura espesa, que fue aplicada sobre una briqueta¹. Por otra parte, se preparó una mezcla integrada por partes iguales de mucilago de cactus y de carbón vegetal molido, a la que también se agregó agua del grifo hasta formar una pintura espesa que fue aplicada sobre una briqueta; en este caso se optó por bruñir la pintura una vez que había perdido algo de su humedad, pero sin que estuviera completamente seca, con el fin de evidenciar si este tratamiento ayudaba en su conservación durante la cocción.

Por último, se experimentó introduciendo elementos orgánicos secos - guano de llama, guano de caballo y pastos secos - en el interior de diez pucos. Estos fueron colocados de a pares en el horno, uno sobre otro unidos por sus bocas. Se buscó generar una atmósfera libre de oxígeno en su interior, provocada por la combustión de los elementos orgánicos y la no circulación de aire.

Procesos de quema. Las cocciones fueron llevadas a cabo en dos oportunidades. En la primera quema se cocinaron doce briquetas, de las cuales seis estaban engobadas (B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13 y B14) y seis se encontraban sin ningún tipo de coloración (B15, B16, B17, B18, B19 y B20); se incluyeron además seis pucos (P1, P2, P3, P4, P5 y P6). Se utilizó una estructura de combustión tipo horno de tiro directo fabricado con ladrillos de construcción (Figura 3), con atmósfera oxidante a una temperatura

máxima que osciló entre los 880°C y 900°C, medidos cada 15 minutos con un pirómetro digital. Se usó leña de algarrobo, manzano y pino y el tiempo total de la experiencia fue de seis horas y 10 minutos (370 minutos), desde que se encendió el fuego hasta que se consumieron las últimas brasas. En una segunda experiencia se cocinaron las nueve briquetas restantes (B122, B123, B124, B125, B134, B151, B152, B153 y B154), junto con los otros seis pucos (P7, P8, P9, P10, P11 y P12). En esta oportunidad se utilizó una estructura de combustión similar a la primera, con el mismo tipo de leña, y se alcanzó la misma temperatura máxima. Al igual que en la primera quema se controló la temperatura cada 15 minutos con un pirómetro digital; el tiempo total de la experiencia fue de tres horas y media (210 minutos). En esta ocasión todas las muestras se encontraban pintadas o engobadas y todos los pucos contenían elementos orgánicos en su interior.

Figura 3: Estructuras de combustión utilizadas durante la experimentación.



Resultados

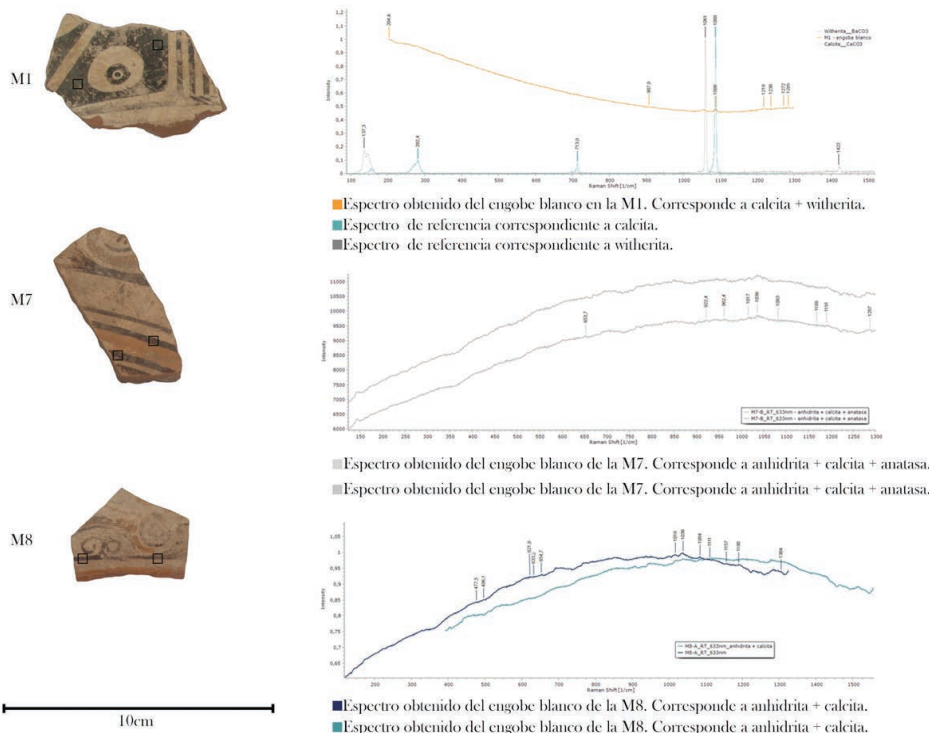
Durante los procesos de cocción, los diferentes elementos que componen una pieza cerámica, -la arcilla, los minerales y elementos antiplásticos y los distintos cromóforos

usados para su decoración- sufren transformaciones tanto en el aspecto visual como en el físico-químico.

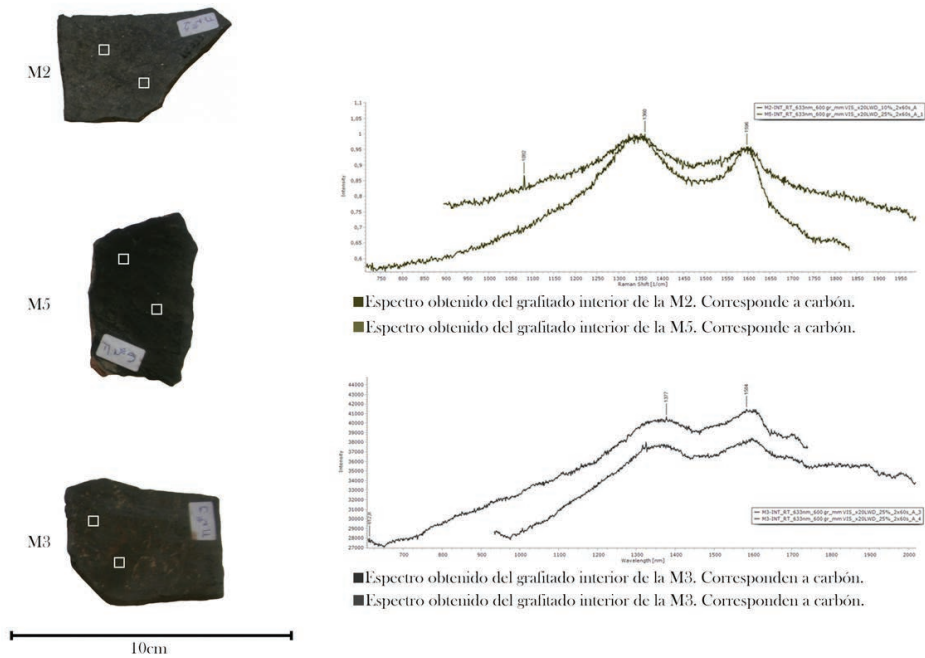
Los cambios físico-químicos en los elementos empleados en la experimentación fueron visualizados mediante su caracterización con MRS; se analizaron en primera instancia las materias primas sin tratamiento y luego las muestras como mezclas colorantes, algunas ya cocidas y otras en crudo. La doble caracterización se llevó a cabo teniendo en cuenta la inestabilidad térmica que presentan los pigmentos empleados, así como también las transformaciones que sufren los compuestos al ser mezclados con otros. En esta sección se exponen los datos obtenidos, tanto macro como microscópicos.

Es importante tener en cuenta que todos los resultados del análisis de las muestras experimentales fueron comparados con aquellos provenientes de investigaciones realizadas sobre material arqueológico de referencia (ver en la sección “Antecedentes”), de los cuales se relevaron datos macroscópicos y físico-químicos mediante MRS que se ilustran en la Figura 4.

Figura 4: Espectros raman del engobe blanco exterior (M1, M7, M8) y las superficies internas grafitadas (M2, M5, M3).



Continuación de **Figura 4**: Espectros raman del engobe blanco exterior (M1, M7, M8) y las superficies internas grafitadas (M2, M5, M3).



Los engobes blancos

A continuación, se presenta una figura que muestra todas las tonalidades obtenidas en las briquetas y los cambios que en ellas produjo el proceso de cocción (Figura 5). Por otro lado, se presentan las tonalidades y los cambios en las mismas para la forma puco (experimental) (Figura 6). Asimismo, se presentan las diferencias visuales observadas de acuerdo a la Carta Munsell, para cada una de las muestras experimentales (Tabla 4).

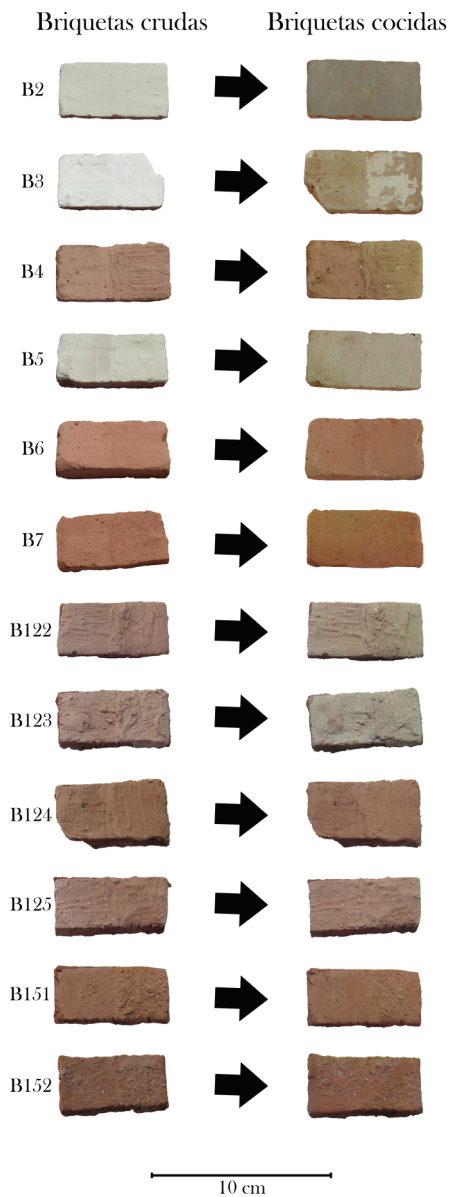
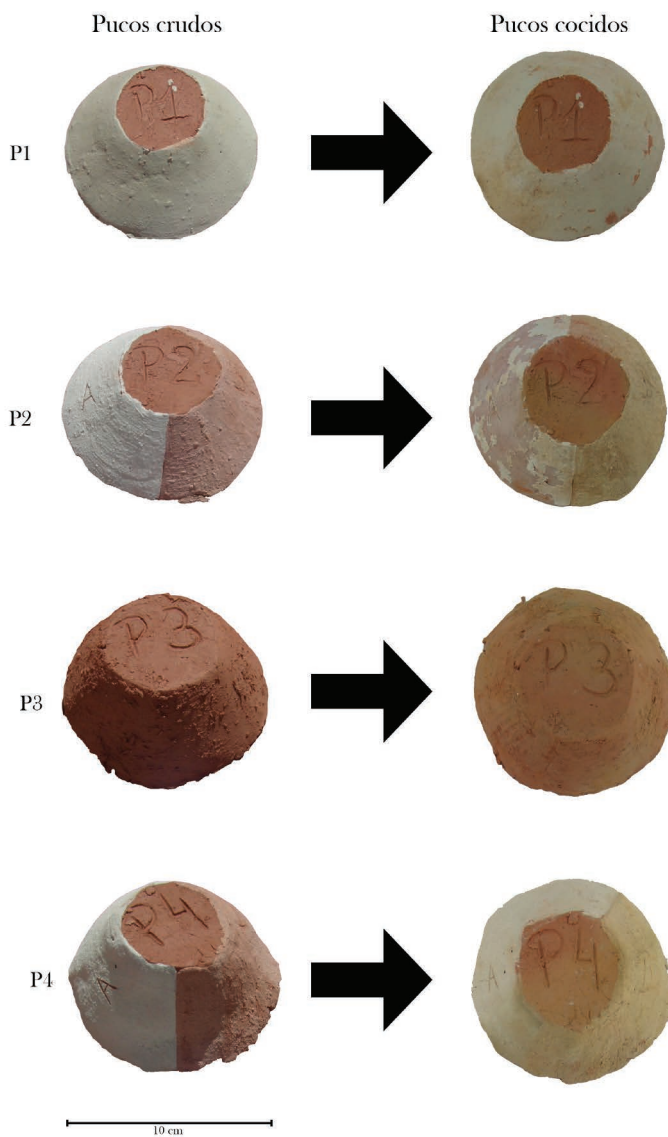
Figura 5: Tonalidades obtenidas a partir de engobes basados en cromóforos blancos en la forma briqueta.

Figura 6: Tonalidades obtenidas a partir de pinturas basadas en cromóforos blancos en la forma puco.



Como puede observarse, solo se obtuvieron blancos puros y similares a los arqueológicos en los casos en los que los cromóforos fueron aplicados sin el coloide; en las muestras que estuvieron pintadas con preparaciones que contenían pigmento y arcilla registramos tonalidades rosadas y marrones. La información contenida en la Tabla 4 evidencia un cambio de tonalidades significativo, que va de los colores blancos a los rojizos en los casos en los que la pintura aplicada era blanca; lo inverso sucede en aquellas muestras en las que el engobe aplicado era de tonos rojizos. Solo en seis casos los colores de base y aquellos obtenidos luego de la cocción resultan similares entre sí y son blancos, de acuerdo a lo esperado (B2, B3 y B5; P1, P2A y P4A). En todas las demás briquetas y pucos las tonalidades pre-cocción y post-cocción resultaron rojizas.

Tabla 4: Códigos Munsell de cada muestra negra analizada, antes y después de su cocción.

Número de muestra	Munsell pre-cocción 4 pinceladas	Munsell pre-cocción 8 pinceladas	Munsell post-cocción 4 pinceladas	Munsell post-cocción 8 pinceladas
B134	10R1/2 con brillo y más arcilla	10R1/2	10R5/4	10R5/4
B153	2.5YR3/4	2.5YR1/2	10YR6/8	10YR6/8
B154	Fondo: 2.5YR4/4 Sup: 2.5YR1/2 con brillo	2.5YR1/2 con brillo	10R6/10	10R6/10
P5 Interior	10R6/10	-	5Y8/4 2.5YR6/6	-
P6 Interior	10R6/10	-	10Y3/2 Borde: 2.5Y8/4	-
P7 Interior	2.5YR1/2	-	7.5YR2.5/1 Borde: 10R7/8	-
P8 Interior	10R7/8	-	10R7/4 Borde: 7.5YR4/4	-
P9 Interior	10R7/8	-	10R7/4	-
P10 Interior	10R7/8	-	10R7/4	-
P11 Interior	10R7/4	-	7.5YR2.5/1	-
P12 Interior	10R7/4	-	7.5YR2.5/1	-

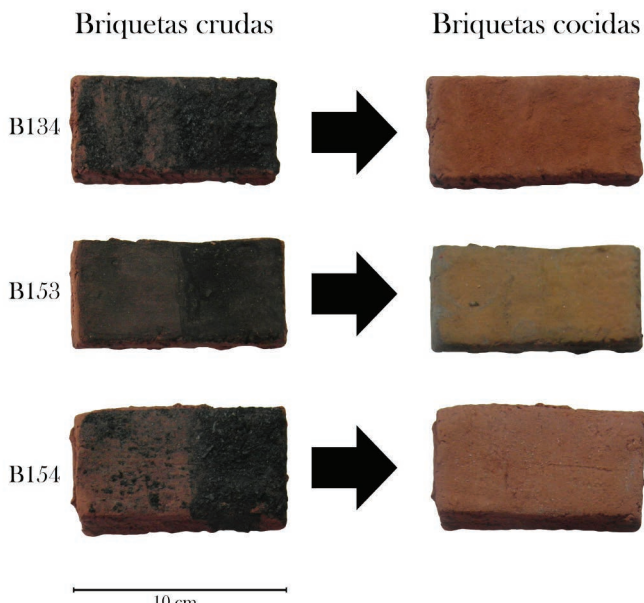
1.768 y 1.933 cm^{-1}) para la B3, y el pico que caracteriza a la anhidrita (1.016 cm^{-1}) para la B5. Por otro lado, la B2 muestra la composición característica de la arcilla blanca, con picos de cuarzo (46 cm^{-1}), feldespato (650, 690, 757 cm^{-1}) y sílice (1.036 cm^{-1}). La única en la que no obtuvimos una caracterización satisfactoria es aquella en la que se utilizó hueso molido como pigmento, tanto en el engobe que contenía hueso de vaca como en el que contenía hueso de ave. En este caso el espectro obtenido es de difícil lectura y no se distinguen picos característicos de ningún elemento que pueda haberle otorgado el color blanco a la mezcla pigmentaria.

El grafitado

Las pinturas. Como se mencionó anteriormente, se intentó lograr el efecto grafitado de dos formas distintas. Una de ellas fue a través de una pintura; para este caso se realizaron tres mezclas pigmentarias distintas, las cuales fueron aplicadas en briquetas y una en el interior de un puco.

En el caso de las briquetas, las tres pinturas aplicadas fueron quemadas en su totalidad durante el proceso de cocción. No quedaron rastros visibles ni químicos de los pigmentos que contenían (Figura 8).

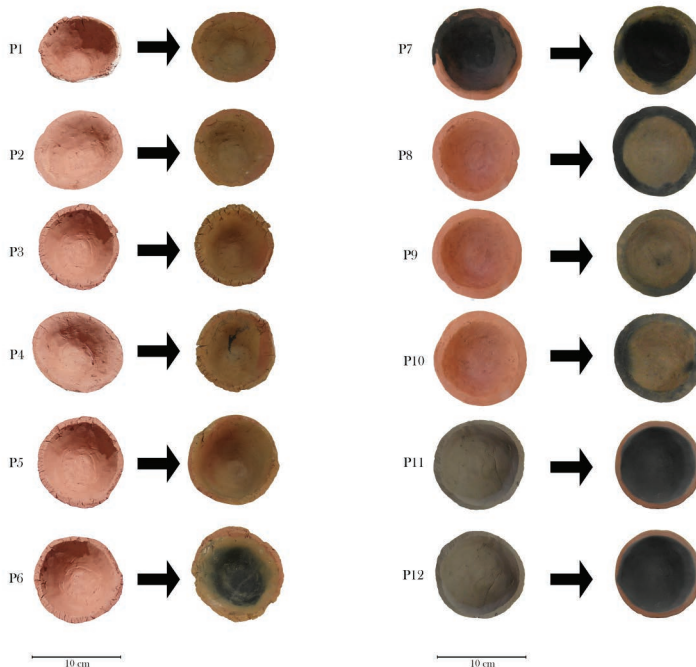
Figura 8: Tonalidades obtenidas a partir de pinturas basadas en cromóforos negros.



Distinto fue el caso del puco, el cual conservó, en parte, la tonalidad negra que había adquirido con la pintura hecha a base de resina de algarrobo. Sin embargo, el efecto grafitado no fue logrado ya que, aunque la caracterización mineralógica realizada por MSR evidencia la presencia de carbón vegetal (bandas entre 1.300 y 1.400 cm^{-1} y entre 1.550 y 1.650 cm^{-1}), el análisis macroscópico del corte fresco no muestra una reducción de la pasta en su cara interna; sino una delgada capa negra en el interior, semejante a las que se observan en alfarerías pintadas.

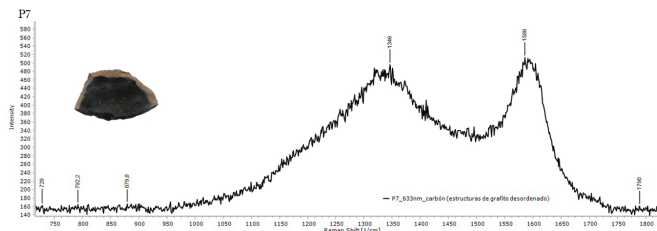
Las reducciones. Por otra parte, se intentó lograr la decoración grafitada creando una atmósfera reductora con carbón vegetal en suspensión dentro de las muestras en forma de puco. De los tres rellenos distintos que se introdujeron en las muestras, dos dieron como resultado una superficie grafitada: el guano de llama y el guano de caballo (componentes en esencia del mismo tipo). En estos casos, no sólo las paredes internas de las muestras quedaron ennegrecidas, sino que al observar el corte fresco se nota una reducción de la pasta en esta cara. Las diferencias en la intensidad del color obtenido pueden deberse a un mal sellado de las piezas en el caso de las que contenían excremento de caballo (Figura 9).

Figura 9: Efecto grafitado obtenido mediante la combustión de elementos orgánicos en el interior de las piezas.

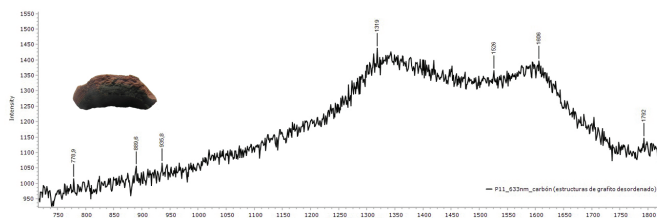


Por otro lado, la MSR muestra la presencia de carbón vegetal (bandas entre 1.300 y 1.400 cm^{-1} y entre 1.550 y 1.650 cm^{-1}) como responsable de la coloración negra de la muestra (Figura 10).

Figura 10: Espectros Raman obtenidos de los puco grafitados.



Espectro obtenido de la cara interna del Puco 7. Corresponde a estructuras de carbón desordenado



Espectro obtenido de la cara interna del Puco 11. Corresponde a estructuras de carbón desordenado

Por último, presentamos los datos visuales registrados utilizando la Carta Munsell. Como puede observarse en la Tabla 5, los cambios de las tonalidades de todas con posterioridad a la cocción resultan significativos. En la mayoría de los casos se pasa de diferentes tonos de negro a rojos y amarillos, mientras que aquellas muestras en las que se logró el efecto grafitado se comportan de manera inversa, pasando de colores rojizos a negros.

Discusión

El registro arqueológico nos muestra una gran variedad de recetas utilizadas por los/as antiguos/as alfareros/as a la hora de elaborar engobes blancos con los cuales decorar sus piezas cerámicas (Tabla 1). A su vez, al ser tan abundante la cantidad de material que encontramos con estos engobes consideramos necesario poner a prueba distintas

preparaciones para evaluar y registrar cómo se comportan los distintos pigmentos en la práctica. Llevamos así las distintas hipótesis al mundo del quehacer cerámico.

En un comienzo imaginamos que la generación de los engobes blancos no sería difícil. Esta conjetura fue desvaneciéndose poco a poco en la práctica, ya que lograr las tonalidades que registramos en el material arqueológico resultó ser más desafiante de lo que se pensaba en un principio. Esto se debe a que los engobes prehispánicos poseen en su composición arcillas, que asumimos son de color rojo (con alto contenido de óxidos de hierro) debido a la ausencia de evidencias del uso de arcillas de tonalidades blancas. Las dificultades comenzaron cuando quisimos replicar esta receta básica de pigmento + arcilla + agua, ya que desconocemos las proporciones en las cuales fueron mezclados estos elementos en las piezas que analizamos. Para preparar los engobes tuvimos en cuenta las proporciones que usan las alfareras actualmente (Tabla 2).

Con las recetas que contenían arcilla obtuvimos una gama de colores ocres, de textura y tonalidad homogéneas, más allá de la diferencia de espesores aplicados a cada muestra (Figuras 1, 5 y 6). En el momento de su aplicación, los engobes se deslizaban sobre las piezas sin dificultad y generaban superficies uniformes, tanto en las briquetas como en los pucos. El único engobe que no siguió este patrón fue el que contenía hueso molido ya sea de vaca o de ave. En ambos casos la textura era rugosa y de color heterogéneo; por otra parte, la aplicación del hueso a las briquetas y al puco resultó más compleja, al no desplazarse con facilidad sobre la superficie.

Aquellos engobes que además de arcilla y pigmento contenían mucílago de cactus se comportaron de manera diferente. En una primera instancia, el mucílago se encontraba recién extraído del cactus, por lo que todas las recetas que se prepararon con él contenían grumos que dificultaban su aplicación sobre las muestras. Este problema fue resuelto en una segunda instancia, en la que se utilizó el mucílago después de dejarlo reposar por tres días. En esta oportunidad, los engobes adquirieron la textura y densidad apropiadas para ser aplicados sobre las muestras, lo que generó superficies lisas y homogéneas, tanto en color como en textura.

Por último, las recetas que estaban compuestas únicamente por los pigmentos fueron fácilmente aplicables y las superficies quedaron cubiertas de forma homogénea. Estos engobes se realizaron con la intención de evaluar el comportamiento de los materiales al ser aplicados sobre arcilla y luego sometidos a cocción. Existe un gran temor dentro de lo que podríamos denominar “comunidad alfarera actual” a que tanto la cal como el yeso dañen las piezas en las quemadas, ya que sus tasas de contracción y dilatación son diferentes a las de la arcilla, lo cual puede provocar roturas en las piezas que van desde trizaduras leves hasta la explosión de las mismas en el horno.

Como resultado de las recetas de engobes similares a las que podrían haberse

utilizado en tiempos prehispánicos (las que contienen arcilla) obtuvimos una gama de tonalidades ocres que en nada se asemejan al material de referencia (Figura 5, Tabla 4). Sin embargo, cuando utilizamos los minerales puros, diluidos en agua para poder aplicarlos a las muestras, los resultados fueron mejores en un sentido estrictamente visual: el color, la textura y el comportamiento con posterioridad a la cocción son muy similares a los de los engobes blancos de las piezas arqueológicas de estilo Portezuelo (Figura 5, Tabla 4).

Un caso particular es el del engobe cuyo cromóforo es el hueso molido. Se ha encontrado una sola pieza Portezuelo con esta decoración (Baldini *et al.*, 2005) y es por ello que intentamos replicarla. Se utilizaron dos tipos de huesos distintos, de vaca y de ave, en dos estados diferentes, el primero cocido y seco, y el segundo crudo y seco. La experiencia con el hueso de vaca demostró que su molienda resulta trabajosa debido al alto contenido de tejido óseo esponjoso, el cual no se reduce a polvo. Esto resultó en una pulverización deficiente del material y, por consiguiente, en un engobe heterogéneo repleto de pequeños trocitos de hueso que no se integraban con la arcilla y hacían imposible su aplicación sin este medio (Figuras 1 y 6). Asimismo, el color obtenido es marrón, por lo que tampoco se logró el objetivo de crear un engobe blanco (Figura 5). Debido a estos inconvenientes se optó por moler un hueso largo de ave, cuyo contenido de tejido esponjoso es significativamente menor; sin embargo, obtuvimos los mismos resultados, en color y textura, que en el primer caso (Figuras 1, 5 y 6).

Además de tener en cuenta el mineral usado como cromóforo y la presencia/ausencia de mucílago de cactus y de arcilla, incorporamos como variable en la generación de los engobes blancos la forma de la superficie en la que este es aplicado. En tal sentido fabricamos dos tipos de muestras, briquetas con superficie plana y pucos con superficies externas convexas (Figuras 5 y 6). La finalidad de ello era comprobar si esta diferencia en las formas afecta de alguna manera a la conservación del engobe sobre la pieza, considerando que en muchos casos arqueológicos este tiende a desprenderse de la cerámica y dejar solo una superficie ligeramente blanquecina. La experimentación demostró que la forma sobre la que se pinta no afecta a la adhesión del engobe sobre su superficie, sino que más bien esto responde a la composición de la mezcla pigmentaria. Los engobes aplicados tanto en los pucos como en las briquetas resultaron bien fijados a las piezas. La excepción fue el engobe de la B3, compuesto únicamente de cal, el cual se desprendió de la briqueta en el lado que tenía menos carga (cuatro pinceladas) y tendió a desprenderse en el sector en el que se aplicaron ocho pinceladas; de fondo, en ambos lados de la muestra, observamos una tonalidad blanquecina. Este es el único caso en el que el engobe se comportó de manera similar al de las piezas arqueológicas (Figura 5, Tabla 4).

En lo que respecta a los análisis con MRS, estos confirman la composición de los pigmentos utilizados para la preparación de las diferentes recetas, así como también su

transformación en las diferentes fases de minerales deshidratados que observamos en las piezas arqueológicas (Figuras 4, 7 y 10). Como ya se mencionara, todos los elementos que son sometidos a la cocción durante la elaboración de piezas cerámicas sufren transformaciones; en este caso, tanto la cal como el yeso se deshidratan completamente y forman calcita y anhidrita respectivamente, compuestos que encontramos tanto en los engobes blancos del registro arqueológico como en aquellos producidos por nosotros. Por su parte, la hidroxiapatita (el compuesto de hueso molido) no fue registrada ni antes ni después de la cocción en los engobes preparados. En el análisis del mineral en crudo la obtención de un espectro ilegible y no confiable para la caracterización mineralógica puede deberse a la molienda deficiente que presentaba el material; su textura rugosa y desordenada es un posible factor de interferencia en su estimulación. Por otra parte, en los dos engobes compuestos por hueso molido y arcilla solo se identificó de modo fidedigno este último componente, probablemente por el mismo motivo que para el caso de su análisis en crudo.

Por otra parte, quisimos también replicar la decoración grafitada tan característica de la alfarería Aguada Portezuelo. La evidencia disponible en los trabajos realizados sobre este estilo cerámico indica que las tonalidades negras brillantes de las superficies internas de estas vasijas se generaron durante la cocción y con el uso material orgánico. Para ello se debe combinar una atmósfera reductora en el interior de los ceramios, con material orgánico carbonizado en suspensión y una libre circulación del oxígeno en el exterior de las piezas.

En este sentido, López (2004) propone que la reducción de la superficie interna de las piezas se produciría al colocarlas boca abajo en el piso de la estructura de combustión; esto impediría la libre circulación de oxígeno solamente en el interior de los ceramios, mientras que en el exterior la atmósfera sería plenamente oxidante.

Este tipo de cocción también es registrada por Myer (1928) en la población Catawba (sudeste de Estados Unidos). Estos alfareros recurren a tres procesos distintos para ennegrecer sus vasijas, a saber: 1) colocando corteza de roble hasta recubrir todas las piezas (por debajo, arriba y a los costados); 2) forrando el interior del pozo de cocción con marlos de maíz y colocando sobre ellos las piezas cerámicas invertidas; y 3) quemando marlos de maíz junto con las piezas, de manera intercalada.

Tomando esta información como punto de partida elaboramos una serie de pequeños pucos. Se optó por esta forma ya que la misma permite que en su interior pueda existir una atmósfera distinta a la del exterior cuando se encuentran dentro de la estructura de combustión en el proceso de cocción (Figura 1). Estas vasijas fueron introducidas en la estructura de combustión de a pares, unidas por la boca y rellenas con elementos orgánicos (guano de llama y de caballo y pastos secos). Una vez que las piezas estuvieron lo suficientemente calientes, los guanos y pastos comenzaron a quemarse. El efecto fue la liberación de CO₂ en la atmósfera y el surgimiento de pequeñas partículas de carbón

que se adhirieron a las superficies cerámicas y dejaron su correspondiente huella química.

Además de los procedimientos ya descriptos, encontramos en la literatura que existen otras formas de lograr esta decoración -a partir de pinturas-, lo que nos llevó a poner a prueba diferentes recetas. Por un lado, preparamos pinturas con pigmentos orgánicos (carbón vegetal y resina de algarrobo), considerando la información proporcionada por Shepard (1956) y Van der Weerd *et al.* (2004) respecto del Guaco.

Con esta información como base, sumada a una propuesta realizada por una alfarera del taller "Forjando Huellas", pusimos a prueba tres recetas de pinturas: una que contenía carbón vegetal molido, otra que además de carbón vegetal incluía mucilago de cactus, y una tercera receta basada en resina de algarrobo. En esta última se buscó replicar el Guaco, utilizando como materia prima resina de una especie vegetal local, de acuerdo a una receta proporcionada por una alfarera catamarqueña. En ningún caso se optó por agregar arcilla a la mezcla pigmentaria ya que no detectamos rastros de ella en los análisis físico-químicos de las piezas arqueológicas. Las tres pinturas fueron aplicadas tanto en briquetas como en pucos, en una capa homogénea de cuatro pinceladas. En una sola briqueta se aplicó un tratamiento de superficie (bruñido) una vez pintada, con el fin de comprobar si este mejoraba la adhesión de la pintura a la pieza.

Más allá de las diferencias ya descritas, tanto en la composición de las pinturas como en el tratamiento de superficie una vez aplicadas sobre las briquetas, no se obtuvieron los resultados esperados (Figura 8). El análisis de las briquetas por MSR demuestra que en ninguno de los tres casos la muestra conservó su color ni exhibió una marca química que nos indique que estuvo pintada. Durante los procesos de cocción la pintura se quemó por completo, lo que dejó las briquetas como si no hubiesen sido decoradas, del mismo color y textura que aquellas que fueron cocidas sin pintura.

Por su parte, una vez cocidos, solo cuatro pucos mostraron al menos una parte de la superficie interna ennegrecida, mientras que los ocho restantes quedaron del color de la arcilla (Figura 9). De los que resultaron pigmentados, uno contenía guano de caballo (P6); observamos al respecto una reducción solamente en el fondo de la pieza. En cuanto al puco que fue pintado con la preparación de resina de algarrobo (P7), conservó su tonalidad negra. Sin embargo, no consideramos logrado nuestro objetivo ya que, en el corte fresco, la pasta era completamente oxidante; encontramos en este sentido capa muy delgada de color negro, similar a las que se observan en alfarerías pintadas, hecho que contrasta significativamente con la evidencia arqueológica de la cerámica Portezuelo. Por último, dos de los cuatro pucos rellenos con heces de llama resultaron grafitados: su tonalidad es negra y en el corte fresco se observa una cocción mixta (Figura 10). Es probable que en la unión de los otros dos pucos que tenían el mismo relleno y fueron cocidos al mismo tiempo hayan quedado espacios por los cuales circuló oxígeno, lo que provocó la oxidación

de las muestras.

En lo que respecta a los análisis por MSR, demuestran que todos los pucos con superficies ennegrecidas presentan carbón como responsable de su color. Esto aplica tanto para aquellos que resultaron grafitados como para aquel en el que solo se pigmentó una delgada capa de su superficie interna.

El aspecto obtenido en los pucos con decoración grafitada difiere significativamente del aspecto de las vasijas arqueológicas registradas en el NOA y zonas aledañas. En el registro arqueológico encontramos alfarerías con pastas completamente reductoras y cuyo lustre es debido a la pulimentación de la pieza, realizada antes de que esta sea cocida (estilos San Pedro, Aguada Ambato, Famabalasto Negro Grabado, Pucos Bruñidos); en cambio en nuestras piezas el efectogenerado es más similar al Aguada Portezuelo o al Interior Negro Pulido, donde la cocción es mixta y el grafitado se da solo en la cara interna de las vasijas.

Por otra parte, las pinturas generadas sobre la base de pigmentos orgánicos tampoco resultaron como se esperaba. Desconocemos las temperaturas máximas a las que las piezas pintadas con estas mezclas pigmentarias son sometidas, lo cual seguramente influye en la conservación de las mismas durante la cocción.

La experimentación que llevamos a cabo pone de manifiesto, una vez más, el gran conocimiento técnico y el control de las atmósferas de cocción que tenían las personas que fabricaron las vasijas que hoy conocemos como Aguada Portezuelo. En este proceso no solo entran en juego los pigmentos empleados, sino también la proporción en la que son mezclados con los otros elementos que componen los engobes y la granulometría obtenida para cada uno de ellos, en especial el hueso. Por otra parte, la decoración grafitada requiere de un control preciso de las atmósferas de cocción, las cuales deben ser reductoras en el interior de las piezas y oxidantes en su exterior, para que las pinturas de colores no resulten obliteradas y se generen esos complejos diseños policromos característicos de esta alfarería.

Consideraciones finales

En esta oportunidad hemos presentado los resultados obtenidos a partir de dos instancias experimentales en las que se pusieron a prueba diferentes recetas para lograr engobes blancos y superficies grafitadas en soportes cerámicos, con el fin de acercarnos a los procesos de policromado de la alfarería Aguada Portezuelo. Para ello se tomaron en cuenta los antecedentes bibliográficos en los que se caracterizan mineralógicamente las pinturas, los engobes y las superficies con decoraciones grafitadas presentes en este estilo cerámico (De La Fuente et al. 2004, 2005, 2020; De La Fuente & Pérez Martínez, 2008; 2018) así como también análisis experimentales llevados a cabo en ocasiones anteriores (Martínez Carricondo, 2021; Martínez Carricondo et al., 2022). A partir de allí, se

propusieron mezclas pigmentarias que tuvieron como variables: a) pigmento; b) cantidad de cromóforo; c) cantidad de arcilla; d) presencia de ligante orgánico; e) forma de la pieza; f) tratamiento de la superficie; y g) atmósfera de cocción. Estas recetas se crearon con el fin de intentar responder a interrogantes acerca de los procesos que necesita cada elemento para convertirse en un engobe/efecto visual, las tonalidades que genera cada material, los requisitos de cada elemento para que el engobe preparado quede adherido a la pieza y las condiciones de cocción necesarias para lograr la decoración grafitada.

Como se ha visto, los resultados obtenidos difieren de los esperados en la mayoría de los casos; resultó sumamente interesante que para la consecución de las tonalidades blancas funcionaron únicamente aquellas recetas que en su composición no incluían arcilla, lo que no concuerda con la información arqueométrica disponible. Por otra parte, ha quedado demostrado que es posible generar una superficie interna grafitada y una externa oxidante sin la necesidad de someter a las piezas a un doble proceso de cocción, como fue propuesto en otras oportunidades (De La Fuente & Pérez Martínez, 2008; 2018).

Este trabajo representa un acercamiento a complejas formas de hacer alfarería, que involucran una gran cantidad de conocimientos específicos sobre el comportamiento de los pigmentos, como así también de los procesos de cocción. El hecho de no alcanzar las metas propuestas nos da pie a seguir experimentando y probando nuevas recetas, en las que se incrementen las proporciones de cromóforos en los engobes blancos y se perfeccionen las técnicas de cocción y los tratamientos de superficie para lograr grafitados aún más similares a los arqueológicos.

Agradecimientos

Al CONICET por la Beca Doctoral Interna otorgada a la primera autora. A las alfareras participantes del taller “Forjando Huellas. Evocando las técnicas alfareras de nuestro Patrimonio Cultural” y “Cerámica Artística”, quienes brindaron sugerencias para la realización de pinturas negras con base orgánica y sobre la proporción de pigmento que deben llevar los engobes. A la Secretaría de Extensión Universitaria de la Universidad Nacional de Catamarca, por prestar las instalaciones y equipamiento necesario para la realización de parte del proceso experimental.

Nota

- ¹ Esta receta, junto con la siguiente, se prepararon de acuerdo al *saber hacer* de las maestras alfareras coautoras de este trabajo (1era y 4ta).

Referencias citadas

- Acevedo, V., López, M., Callegari, A., Freire, E., Halac, E., Polla, G. & Reinoso, M. (2015). Estudio tecnológico de diseños “Estilo Aguada” realizados sobre fragmentos de cerámicos. En A. Piffiretti e I. Dozstal (Comp.) *Arqueometría Argentina. Metodologías científicas aplicadas al estudio de los bienes culturales. Datación, caracterización, prospección y conservación* (pp. 109-125). Aspha Ediciones. Buenos Aires, Argentina.
- Baldini, L. (2007). Cancha de paleta, un cementerio del Período Formativo en Cachi (Valle Calchaquí, Salta). *CUADERNOS FHyCS-UNJu*, 32, 13-33.
- Baldini, M. I., Cremonte, M. B., Botto, I. L. & Díaz, M. A. (2005). De felinos, pastas y pigmentos. La cerámica de Choya 68 desde una perspectiva arqueométrica. En S. E. Martín y M. E. Gonaldi (Eds.), *La Cultura de La Aguada y sus expresiones regionales* (pp. 87-105). EUDELAR, SECyT, Universidad Nacional de La Rioja.
- Balfet, H., Fauvet, M. F. & Monzon, S. (1992). *Normas para la descripción de vasijas cerámicas*. Centro de estudios mexicanos y centroamericanos.
- Barrionuevo, O. (1972). Investigaciones arqueológicas en Nanahuasi, Ancasti. *Cuadernos de Antropología Catamarqueña*, 4, 1-15.
- Bennett, W., Bleiler, E. & Sommer, F. (1948). Northwest Argentine Archaeology. *Yale Universiti Publications in Anthropology*, 38.
- Bertolino, S., Galván, V., Carreras, A., Laguens, A., De La Fuente, G. & Riveros, J. (2008). X-ray techniques applied to surface paintings of ceramic pottery pieces from Aguada Culture (Catamarca, Argentina). *X-RaySpectrom*, 38, 95-102.
- Calomino, E. A. (2012). *La cerámica en los espacios semipúblicos de La Rinconada durante el Período Medio (siglos VII-XII D. C)*. Departamento de Ambato, Catamarca [Tesis de grado, no publicada, Universidad de Buenos Aires, Argentina].
- Campos Vallete, M. M. (2018). Espectroscopía vibracional infrarroja y raman. En R. Chapoulie, M. Sepúlveda, N. Del-Solar-Velarde y V. Wright (Eds.), *Arqueometría. Estudios Analíticos de Materiales Arqueológicos* (pp. 171-188). Institut Français d'études andines, Université Bordeaux Montaigne, Universidad de Tarapacá.
- Cremonte, M. B. & I. Botto. (2009). Unas vasijas especiales de contextos tardíos del Noroeste Argentino. Manufactura de los “Pucos Bruñidos”. *Estudios Atacameños*, 37, 63-77.
- Cremonte, M. B., Baldini, M. & Botto, I. (2003). Pastas y colores. Un camino al conocimiento del estilo Portezuelo de Aguada. *Intersecciones en Antropología*, 4, 3-16.
- Cremonte, M. B., Baldini, M. & Díaz, A. M. (2004). Caracterización petrográfica de una muestra de pastas Aguada. Variaciones de manufactura y tipologías. *Chungara, Revista de Antropología Chilena, Volumen especial*, 2, 697-709.
- De La Fuente, G. A., Ferguson, J. R. & Glascock, M. D. (2015). Chemical and petrographic analysis of pre-hispanic pottery from southern Abaucán Valley, Catamarca, Argentina. *Archaeometry*, 57(1), 1-17.

- De La Fuente, G. A. & Glascock, M. D. (2015). Caracterización química multielemental por activación neutrónica instrumental (INAA) de cerámicas arqueológicas del periodo tardío (ca. 900-1200 d.C) e Inka (ca. 1480-1532 d.C) en el sector meridional del Valle de Abaucán (departamento de Tinogasta, provincia de Catamarca, Argentina). En R. Esparza López (Coor.) *Nuevos aportes de las técnicas de arqueometría en el estudio y caracterización del patrimonio cultural de Latinoamérica* (pp. 41-55). El Colegio de Michoacán, Zamora, Michoacán, México.
- De La Fuente, G. A., Kristcautzky, N. & Toselli, G. (2004). *Comparative ceramic petrology of "Aguada Portezuelo" ceramic style (ca. 650-900 A.D.): technological approach for its study at the Catamarca Valley (Catamarca Valley, province of Catamarca, northwestern argentine)* [Ponencia]. 34th International Symposium in archaeometry, Zaragoza, España.
- De La Fuente, G. A., Kristcautzky, N., Toselli, G. & Riveros, A. (2005). Petrología cerámica comparativa y análisis composicional de las pinturas por MEB-EDS de estilo Aguada Portezuelo (ca. 600-900 DC) en el valle de Catamarca (Noroeste argentino). *Estudios Atacameños*, 30, 61-78.
- De La Fuente, G. A., Kristcautzky, N. & Toselli, G. (2007). Pigmentos, engobes y alfareros: una aproximación arqueométrica (MEB-EDS) al estudio de pigmentos en cerámicas arqueológicas del Noroeste Argentino: el caso del estilo cerámico "Aguada Portezuelo" del Valle de Catamarca. En M. B. Cremonte y N. Ratto (Eds.), *Cerámicas Arqueológicas. Perspectivas arqueométricas para su análisis e interpretación*. Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy, Argentina.
- De La Fuente, G. A., Josa, V. G., Castellano, G., Limandri, S., Vera, S., Díaz, J. F., Suárez, S., Bernardi, G. & Bertolino, S. 2020. Chemical and mineralogical characterization of Aguada Portezuelo pottery from Catamarca, north-western Argentina: PIXE, XRD and SEM-EDS studies applies to surface pre – and post-firing paints, slips and pastes. *Archaeometry*, 62(2), 247-266.
- De La Fuente, G. A. & Pérez Martínez, J. (2008). Estudiando pinturas en cerámicas arqueológicas "Aguada Portezuelo" (ca. 600-900 AD) del Noroeste Argentino: nuevos aportes a través de una aproximación arqueométrica por microespectroscopía de Ramán (MSR). *Intersecciones en antropología*, 9, 173-186.
- De La Fuente, G. A. & Pérez Martínez, J. (2018). Ancient potters, paintings and craft specialization in northwestern argentine region: new data through Raman characterization of pre-and postfiring ceramics paintings on Aguada Portezuelo Ceramics from Middle Period (Catamarca, Argentina). *Archaeological and Anthropological Science*, 11(5), 2293-2308.
- García Balado, J. (1999). *Ingeniería civil, Tecnología de los Materiales*. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad regional de Avellaneda.
- García Garduño, M. V. & Reyes Gasga, J. (2006). La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomédica. Tip, *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 9(2), 90-95.
- González, A. R. (1997). *La Aguada. Arqueología y diseños*. Filmmediciones valero.
- Gordillo, M. I. (2009). Dominios y recursos de la imagen. Iconografía cerámica del valle de Ambato (Catamarca, Argentina). *Estudios Atacameños*, 37, 99-121.

- Haber, A. (1992). La Aguada en el Valle de Catamarca. Detección y características de sitios en la cuenca Coneta-Miraflores (Huillapima, Capayán, Catamarca, Argentina). *Revista del Museo Regional de Atacama*, 4, 71-83.
- Kriscautzky, N. & Togo, J. (1996). Prospección arqueológica en el Valle Central de Catamarca. Departamentos Valle Viejo, Capital, Fray Mamerto Esquiú, Paclín y Ambato. *Revista del Museo de Historia Natural de San Rafael*, 25(1), 141-153.
- Kusch, M. F. (1996-1997). Estructura y diseño en la cerámica Portezuelo. *Shincal N°6*, 241-248.
- Lafone Quevedo, S. (1892). Catálogo descriptivo e ilustrado de las Huacas de Chañar-Yaco (Provincia de Catamarca).
- Lemonnier, P. (1992). *Elements for an anthropology of technology*. Museum of Anthropology, Michigan, Estados Unidos.
- Leroi-Gourhan, A. (1964). *Le Geste et la Parole*. Albin Michel, Paris, Francia.
- León, E. (2006). La importancia del carbón en el desarrollo. *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG*, 9(18), 91-97.
- Llauradó Pérez, N. (2011). *Vaciados de escayola y corridos de terraja en obras de restauración*. [Tesis de Maestría para Máster en técnicas y sistemas de edificación. Universidad Politécnica de Madrid, manuscrito inédito].
- López, M. A. (2004). *Tecnología cerámica en La Huerta, Quebrada de Humahuaca, provincia de Jujuy, República Argentina*. [Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires] Repositorio Institucional de la Facultad de Filosofía y Letras, UBA.
- Martínez Carricondo, M. G. (2021). *Pintando a la antigua: aproximación arqueométrica y experimental al entendimiento de las decoraciones de las cerámicas Aguada Portezuelo (ca. 600-900 d.C) del sitio La Viñita (Catamarca, Argentina)*. [Trabajo Final de grado, Universidad Nacional de Catamarca, Argentina, manuscrito inédito].
- Martínez Carricondo, M. G., De La Fuente, G. A., Nazar, D. C. & Rozas, G. (2022). Jugando con colores y pigmentos: una aproximación experimental y arqueométrica a la alfarería Portezuelo (ca. 600-900 d.C.) (Catamarca, Argentina). *Revista del Museo de Antropología*, 15(3), 63-80.
- Martínez Carricondo, M. G., De La Fuente, G. A., Vera, S. D. & Nazar, D. C. (2023). Caracterización tecnológica de cerámicas Aguada Portezuelo (ca. 600-900 DC) del Valle de Catamarca (Catamarca, Argentina). *Atek Na*, 12, 15-53.
- Mauss, M. (1936). *Les Techniques du corps*. Journal de Psychologie, XXXII(3-4).
- Montané, J. (1963). La alfarería negra pulida. *Actas del Congreso Internacional de Arqueología de San Pedro de Atacama*, 43-46. Atacama, Chile.
- Munisaga, C. (1963). Tipos cerámicos del sitio Coyo en la región de San Pedro de Atacama. *Actas del Congreso Internacional de Arqueología de San Pedro de Atacama*, 99-131. Atacama, Chile.
- Munsell Color Company. (1975). *Munsell Soil Color Charts*. Munsell Color Company, Baltimore.

- Myer, W. E. (1928). Two prehistoric villages in Tennessee. *Annual report of the Bureau of American Ethnology to the Secretary of the Smithsonian Institution*, 41(2).
- Nazar, D. C. & De La Fuente, G. A. (2016). Acerca de la cerámica Aguada Portezuelo del valle de Catamarca y la sierra de Ancastí. *Comechingonia*, 20(2), 153-188.
- Palamarcsuk, V. & Manasiewicz, M. (2009). Tiempos antiguos. Hacia una comprensión del proceso productivo de la cerámica Famabalasto Negro Grabado. En F., Oliva, N. de Grandis & J. Rodríguez (Comps.) *Arqueología Argentina en los inicios de un Nuevo Siglo*, 2 (pp. 405-417). Laborde Editor, Rosario, Santa Fe, Argentina.
- Palamarcsuk V. & Palamarcsuk, E. A. (2011). Las pastas cerámicas de estilo Famabalasto Negro Grabado: petrografía de una muestra regional del noroeste argentino. *Actas del II Congreso Latinoamericano de Arqueometría*, 173-188. Lima, Perú.
- Petek, E., Sesto, A. & Marengo, V. (1972). Elementos de la cultura Aguada, comunes en el área aledaña a la ciudad de Catamarca (Valles de Ambato y Catamarca) [Manuscrito inédito].
- Pollard, A. M., Batt, C. M., Stern, B. & Young, S. M. M. (2006). *Analytical Chemistry in Archaeology*. Cambridge University Press.
- Price, T. D. & Burton, J. H. (2011). *An Introduction to Archaeological Chemistry*. Editorial Springer.
- Rye, O. S. (1981). *Pottery Technology. Principles and reconstruction*. Manual of Archaeology 4. Taraxacum, Washington D. C., Estados Unidos.
- Schmid, T. & Dariz P. (2015). Shedding light onto the spectra of lime: Raman and luminescence bands of CaO, Ca(OH)₂ and CaCO₃. *Journal of Raman Spectroscopy*, 46(1), 141-146.
- Serrano, A. (1958). *Manual de la Cerámica Indígena*. Assandri.
- Sheppard, A. (1956). *Ceramics for Archaeologist*. Carnegie Institution of Washington, Washington D. C., Estados Unidos.
- Tarragó, M. (1976). Alfarería típica de San Pedro de Atacama (norte de Chile). *Estudios Atacameños*, 4, 37-67.
- Torres Montes, L. A. (2013). Recomendaciones para la caracterización de la cal y otros materiales calcáreos. En L. Barba Pingarrón e I. Villaseñor Alonso (Eds.) *La cal. Historia, Propiedades y Usos*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas.
- Van der Weerd, J., Smith, F., Firth, S. & Clark, R. (2004). Identification of black pigments on prehistoric Southwest American potsherds by infrared and Raman microscopy. *Journal of Archaeological Science*, 31, 1429-1437.
- Villanueva Rodríguez, T. (2009). *El carbón en Castilla y León*. Junta de Castilla y León.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución -NoComercial -CompartirIgual 4.0 Internacional.