



Chungara, Revista de Antropología  
Chilena  
ISSN: 0716-1182  
calogero\_santoro@yahoo.com  
Universidad de Tarapacá  
Chile

Acevedo, Verónica J.; López, Mariel A.; Freire, Eleonora; Halac, Emilia B.; Polla, Griselda;  
Reinoso, María; Marte, Fernando

CARACTERIZACIÓN ARQUEOMÉTRICA DE PIGMENTOS COLOR NEGRO DE  
MATERIAL CERÁMICO DE LA QUEBRADA DE HUMAHUACA, JUJUY, ARGENTINA

Chungara, Revista de Antropología Chilena, vol. 47, núm. 2, 2015, pp. 229-238

Universidad de Tarapacá  
Arica, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32639316008>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org



# CARACTERIZACIÓN ARQUEOMÉTRICA DE PIGMENTOS COLOR NEGRO DE MATERIAL CERÁMICO DE LA QUEBRADA DE HUMAHUACA, JUJUY, ARGENTINA\*

## ARCHAEOOMETRIC STUDY OF BLACK PIGMENTS ON POTTERY FROM QUEBRADA DE HUMAHUACA, JUJUY, ARGENTINA

Verónica J. Acevedo<sup>1</sup>, Mariel A. López<sup>1,2</sup>, Eleonora Freire<sup>2,3</sup>, Emilia B. Halac<sup>3</sup>, Griselda Polla<sup>3</sup>,  
María Reinoso<sup>2,3</sup> y Fernando Marte<sup>4</sup>

En este trabajo se presentan los resultados del análisis llevado a cabo sobre pigmentos de color negro pertenecientes a fragmentos cerámicos del estilo “negro sobre rojo”, “negro y blanco sobre rojo” e “interior negro pulido” procedentes de la Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina.

Con este análisis exploratorio realizado sobre pigmentos negros se contribuye con algunas respuestas que se suman a otros datos precedentes, aportados por investigadores de la región, a un problema de larga data referido a la naturaleza del color negro en la cerámica de la zona del Noroeste de Argentina, específicamente de la región de Quebrada de Humahuaca.

Para la caracterización de los pigmentos se aplicaron de manera combinada las técnicas de Difracción de Rayos X, Espectroscopia Raman y Microscopía Electrónica de Barrido con Espectroscopía de Energía Dispersiva.

En las muestras estilo “negro sobre rojo” y “negro y blanco sobre rojo” se detectó la presencia de magnetita y compuestos carbonáceos en diferentes proporciones como responsables del color negro. En las muestras estilo “interior negro pulido”, solo se encontró carbono grafitizado en los pigmentos negros analizados. En ningún caso se detectó la presencia de manganeso. La relación entre las características de las mezclas pigmentarias y las temperaturas de cocción de la cerámica de la región de Quebrada de Humahuaca sigue siendo un desafío a seguir investigando.

**Palabras claves:** pigmentos negros, Quebrada de Humahuaca, técnicas arqueométricas.

*Black pigments on pottery in the “black over red”, “black and white over red” and “polished black interior” styles from the Quebrada de Humahuaca (Jujuy, Argentina) were analyzed.*

*Composition analysis of black pigments was performed by X-ray diffraction (XRD), Raman spectroscopy and scanning electron microscopy with energy-dispersive X-ray spectroscopy (SEM-EDS).*

*Carbonaceous materials and magnetite were identified on black pigment samples from both “black over red” and “black and white over red” styles. Only graphitized carbon was found on “polished black interior” samples. No manganese-based materials were detected.*

**Key words:** Black pigments, Quebrada de Humahuaca, archaeometric techniques.

En un reciente trabajo de revisión (De la Fuente et al. 2013) hemos observado que en el Noroeste Argentino (NOA) se registra un desigual desarrollo en los análisis de las composiciones pigmentarias procedentes de distintos contextos arqueológicos y tipos de muestras. Esta situación puede explicarse basándose en dos razones principales: a la falta de conocimiento y/o entrenamiento por parte de los arqueólogos en la implementación de

técnicas analíticas específicas procedentes de otras ciencias, y a la desigual oportunidad en su implementación, debido a la escasez de recursos y/o a la falta de programación de diseños de trabajo interdisciplinarios.

En este sentido, los trabajos específicos precedentes constituyen ejemplos de distinto alcance en cuanto al potencial de las técnicas analíticas aplicadas al análisis de muestras tomadas sobre

\* Artículo seleccionado del conjunto de ponencias presentadas en el III Congreso Latinoamericano de Arqueometría, realizado en Arica, Chile, el año 2011. Este manuscrito fue evaluado por investigadores externos y editado por Marcela Sepúlveda y Verónica Silva, en su calidad de editoras invitadas de la Revista.

<sup>1</sup> Instituto de Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras Universidad de Buenos Aires. 25 de mayo 217, 3<sup>a</sup> piso Of. 3 (1002) Capital Federal, Buenos Aires, Argentina. veronicaacevedo@speedy.com.ar; marielarqueologia@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> CONICET-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> Gerencia de Investigación y Aplicaciones, Comisión Nacional de Energía Atómica. Universidad Nacional de San Martín, Buenos Aires, Argentina. freire@tandar.cnea.gov.ar; halac@cnea.gov.ar; grispol@cnea.gov.ar; reinoso@cnea.gov.ar

<sup>4</sup> Instituto de Investigaciones sobre el Patrimonio Cultural, Universidad Nacional de San Martín, UNSAM. Benito Quinquela Martín N° 1784 (1296), C.A.B.A, Buenos Aires, Argentina. fermarte2005@yahoo.com.ar

materiales cerámicos (engobes y pinturas), así como sobre sus residuos (pigmentos o mezclas pigmentarias) hallados en contextos arqueológicos de distinta naturaleza. Entre las técnicas más habitualmente aplicadas se encuentran la Difracción de Rayos X (DRX) y la Microscopía Electrónica de Barrido con Espectrometría de Energía Dispersiva (SEM-EDS) (Cremonte 1985; Cremonte y Bugliani 2010).

Entre los ejemplos más interesantes relevados en dicho trabajo de revisión podemos citar aquellos que, a partir de la implementación de estas y otras técnicas, han permitido avances importantes no solo en la comprensión de las características físicas y químicas de las mezclas pigmentarias propiamente dichas, sino, también, en la comprensión de aspectos técnicos de su preparación, aplicación y uso (Cremonte y Botto 2009), en aspectos vinculados a la manufactura cerámica como la determinación de la temperatura de cocción (Cremonte y Botto 2009; Cremonte et al. 2003) y hasta en la generación de nuevas agrupaciones arqueológicas. Estas últimas, basadas en criterios tecnológicos, son las que permiten al arqueólogo superar los clásicos ordenamientos tradicionales (Cremonte et al. 2003; López 2007; Palamarczuk 2011). Afortunadamente en la última década el énfasis puesto en este tipo de análisis ha sido tan importante que, incluso, existen proyectos en marcha tendientes a crear bases de datos de pigmentos arqueológicos (De la Fuente et al. 2009).

Diversos investigadores han realizado análisis arqueométricos sobre pinturas de los diseños en piezas cerámicas procedentes de distintas localidades del NOA, a fin de dilucidar la tecnología del color aplicado (Acevedo 2011; Botto et al. 1998; Cremonte y Botto 2009; Cremonte et al. 2003; De la Fuente et al. 2007; De la Fuente y Martínez 2008; López 2004, 2007; entre otros). No obstante ello, actualmente los resultados obtenidos siguen siendo discutidos y por ello analizados con nuevas técnicas (Acevedo et al. 2012; Marte et al. 2012).

En lo que concierne estrictamente al color negro existe consenso en que este podría deberse a un origen mineral, orgánico o a una combinatoria de ambos (Acevedo et al. 2012; De la Fuente 2013). En efecto, en distintos sitios del NOA ha podido determinarse arqueométricamente que cuando el origen del color negro es mineral los compuestos responsables estarían constituidos, fundamentalmente, por hierro (Fe) y manganeso (Mn) (Botto et al. 1998;

De la Fuente et al. 2007; De la Fuente y Martínez 2008). Respecto de los compuestos de hierro en particular, cuando la hematita ( $Fe_2O_3$ ) se encuentra en condiciones de cocción con bajo contenido de oxígeno se transforma en magnetita ( $Fe_3O_4$ ), aportando el color negro (Botto et al. 1998). En relación con el manganeso, este puede aparecer en distintos minerales de acuerdo con la composición elemental y al proceso térmico sufrido (Centeno et al. 2012; De la Fuente y Martínez 2008; López 2007; Schweizer y Rinuy 1982).

En los casos en que se ha registrado el uso de carbón (de origen mineral u orgánico), generalmente este ha sido utilizado solo o combinado con óxido de hierro en estado reducido (magnetita), lo cual contribuiría con el color negro (Acevedo 2011; Botto et al. 1998).

La mayoría de los autores coinciden en que es el tipo de cocción de la pieza lo que resulta determinante en el proceso del color. Por ejemplo, para el caso de las piezas cerámicas decoradas en negro sobre rojo, los negros asignados al componente magnetita podrían haberse logrado mediante la técnica de bicocción de las piezas (Botto et al. 1998).

Asimismo, para los clásicos pucos “interior negro pulido” hallados en la Quebrada de Humahuaca, se han planteado varias hipótesis en relación con el color negro del interior de las piezas. Por una parte, la necesidad de una atmósfera con bajo contenido de oxígeno<sup>1</sup> y temperaturas relativamente bajas (Botto et al. 1998). Por otra parte, se ha planteado que este tipo de pieza ha sido cocida en una atmósfera con alto contenido de oxígeno, pero colocadas en el horno invertidas (boca abajo), a fin de lograr una atmósfera con bajo contenido de oxígeno en el interior del puco. De esta manera se lograría el color negro, indistintamente de tratarse de un engobe compuesto por magnetita o carbón (López 2004).

Las cerámicas halladas en la Quebrada de Humahuaca son piezas generalmente cocidas en atmósfera con alto contenido de oxígeno y, de acuerdo con otros estudios, hasta no más de 850-900 °C (López 2008).

Con el análisis de datos que presentamos en esta investigación contribuimos con algunas respuestas a la compleja problemática acerca de la tecnología del color negro utilizada por los antiguos alfareros de la Quebrada de Humahuaca. Destacamos la utilización de técnicas tradicionales junto a otras de uso reciente combinando los resultados para analizar los pigmentos negros de los fragmentos en estudio.

Los aparatos que se utilizaron son de alta precisión y de última generación lo que permitió obtener datos seguros y, además, trabajar directamente sobre la muestra de manera no destructiva.

Para la caracterización de los pigmentos se aplicaron de manera combinada las técnicas de Difracción de Rayos X, Espectroscopía Raman y Microscopía Electrónica de Barrido con Espectroscopía de Energía Dispersiva, trabajando interdisciplinariamente con especialistas de la arqueología, de la física y de la química expertos en estas temáticas. En este sentido fue importante ver los alcances y limitaciones de las técnicas que se utilizaron y conocer así los aportes de las mismas a las problemáticas de la caracterización de mezclas pigmentarias, ya que ha sido la combinación de las técnicas lo que aportó resultados certeros y confiables.

## Materiales Cerámicos Estudiados

Las muestras aquí analizadas provienen del sitio Pintoscayoc 1, ubicado en la localidad arqueológica Pintoscayoc (Figura 1). La misma se encuentraemplazada en el extremo norte de la Quebrada de Humahuaca, en las nacientes del río Grande, entre las actuales localidades de Azul Pampa e Iturbe. Se sitúa entre los 3.200 y los 4.600 metros sobre el nivel de mar. Esta ubicación corresponde al tramo superior de dicha quebrada, en el denominado escalón altitudinal de “quebradas altas” (Hernández Llosas 1998).

El estudio fue llevado a cabo sobre pigmentos de color negro pertenecientes a fragmentos cerámicos del estilo “negro sobre rojo”, “negro y blanco sobre rojo” e “interior negro pulido” (Figura 2). Se analizaron muestras de dos grupos de fragmentos

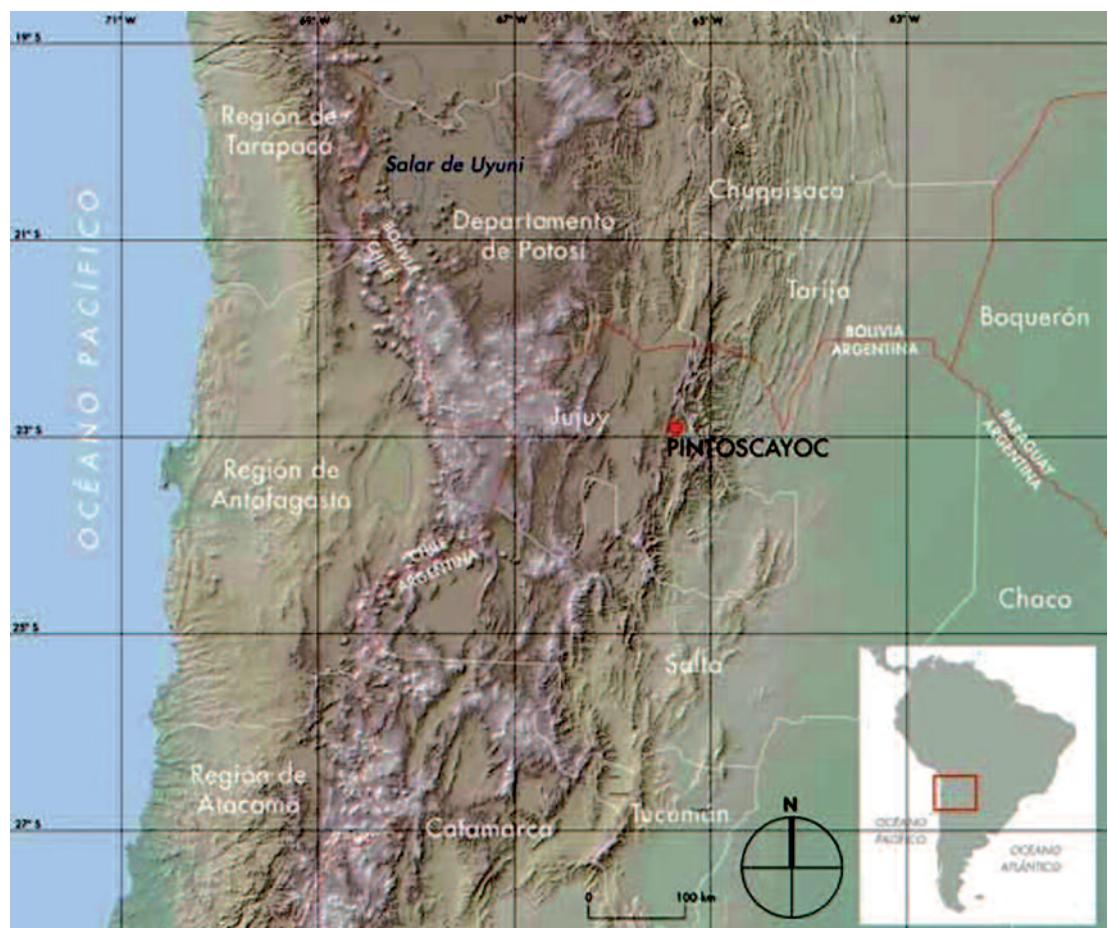


Figura 1. Localización del Sitio Pintoscayoc 1.  
*Location of Pintoscayoc 1 site.*



Figura 2. Fotografías de piezas completas de los estilos mencionados y analizados en el texto.  
*Photographs of complete parts of the styles mentioned and discussed in the text.*

cerámicos pertenecientes a dos segmentos temporales distintos. El primer grupo se ubica por fechado en el  $960 \pm 40$  a.p., LP-688, carbón vegetal (Hernández Llosas 1998), en lo que se ha denominado Período Tardío o Desarrollos Regionales I (Nielsen 1997). El segundo grupo tiene un fechado de  $450 \pm 50$  a.p., CAMS-41069, fragmento Textil (Hernández Llosas 1998), el cual se sitúa cronológicamente en el período de dominación Inca en la Quebrada de Humahuaca (Nielsen 1997).

#### Material cerámico del $960 \pm 40$ a.p.

Las piezas y los fragmentos cerámicos hallados para este momento en sitios arqueológicos de la Quebrada de Humahuaca se caracterizan por presentar variación cromática comprendida entre el rojo y el negro (Botto et al. 1998; Nielsen 1997). Además del “estilo negro sobre rojo”, también es característico de esta región de estudio la variedad “negro y blanco sobre rojo” (Acevedo 2011; Nielsen 1997, 2001).

Los motivos o diseños representados en las piezas cerámicas corresponden a bandas reticuladas, triángulos negros o reticulados, espirales, “manos o alas”, cruces, dameros, entre los principales, organizados en diferentes configuraciones. Las decoraciones pueden aparecer en el interior de pucos como en el exterior de cántaros, ollas y, además, en bordes de diversas piezas (Cremonte 2006; Nielsen 1997).

El estilo “negro sobre rojo” es considerado representativo de la región de Quebrada de Humahuaca. Sin embargo, debemos destacar la variabilidad distinguida en las piezas cerámicas dentro de la región (variantes locales), las cuales manifestarían diferencias entre los grupos que habitaron la Quebrada de Humahuaca durante el Tardío y/o Desarrollos Regionales (Cremonte 2006).

En este trabajo se analizaron cinco fragmentos correspondientes a este lapso temporal, dos de ellos pertenecen al “estilo negro sobre rojo” (M 6 y M 8, Figura 3) y tres al “estilo negro y blanco sobre rojo” (M 12, M 13 y M S/N, Figura 4). Los mismos, según



Figura 3. Fotografía de fragmentos cerámicos analizados del “estilo negro sobre rojo” del contexto del 960±40 a.p. del sitio Pintoscayoc 1.

*Photograph of potsherds of the “black over red style” analyzed from the 960±40 BP context of Pintoscayoc 1 site.*



Figura 4. Fotografía de fragmentos cerámicos analizados del “estilo negro y blanco sobre rojo” del contexto del sitio 960±40 a.p. Pintoscayoc 1.

*Photograph of potsherds of the “black and white over red style” analyzed from the 960±40 BP context of Pintoscayoc 1 site.*

observaciones realizadas mediante microscopía óptica en las pastas cerámicas, se corresponden con piezas cocidas en atmósfera con alto contenido de oxígeno (Acevedo 2011).

#### Material cerámico del 450±50 a.p.

Dentro de los conjuntos cerámicos hallados para esta época en la Quebrada de Humahuaca se encuentra presente el “estilo negro sobre rojo” acompañado de los clásicos pucos “interior negro pulido” que se hallan desde la época de Desarrollos Regionales o Tardío y que también continúan

presentes en el momento de dominación incaica. Asimismo, aparecen en los sitios arqueológicos vasijas de estilo incaico denotando dicha presencia (Nielsen 1997, 2001).

Se analizaron dos fragmentos del “estilo interior negro pulido” (M 1 y M 22, Figura 5) cocidos en una atmósfera con alto contenido de oxígeno, esto fue registrado mediante microscopía óptica de las pastas cerámicas (Acevedo 2011).

#### Métodos Arqueométricos Aplicados

Las muestras estudiadas fueron analizadas mediante las técnicas de Difracción de Rayos X (DRX), Microscopía Electrónica de Barrido con Espectroscopía de Energía Dispersiva (SEM-EDS) y Espectroscopía Raman.

La técnica de DRX fue utilizada para la identificación de las fases cristalinas presentes en las muestras empleando un equipo Philips PW 3710.

El análisis elemental de las partículas individuales se realizó por SEM-EDS empleando un equipo Philips 515 microscope, equipado con sonda EDS EDX PV9100. Cabe destacar que no fue necesaria la metalización de las muestras, ya que el equipo permite trabajar directamente sobre los fragmentos cerámicos.

Los espectros Raman fueron adquiridos en un espectrómetro LabRAM HR (Horiba Jobin Yvon) utilizando como fuente excitadora la línea 514,5 nm



Figura 5. Fotografía de fragmentos cerámicos analizados del “estilo interior negro pulido” del contexto del 450±50 a.p. del sitio Pintoscayoc 1.

*Photograph of potsherds of the “polished black interior style” analyzed from the 450±50 BP context of Pintoscayoc 1 site.*

de un láser de Ar, manteniendo baja potencia ( $\sim 0,2$  mW) para no degradar la muestra. El microscopio acoplado al espectrómetro permite concentrar el haz en una región de estudio aproximadamente circular de  $50\text{ }\mu\text{m}^2$  y la resoluciónpectral es de  $2\text{ cm}^{-1}$ .

Ninguna de las técnicas empleadas requiere una preparación especial de las muestras, con el beneficio adicional de tratarse de análisis no destructivos, de modo que las mismas pueden ser utilizadas para análisis complementarios.

### Consideraciones de la aplicación de las técnicas analíticas en pigmentos

Para analizar correctamente los resultados, es importante considerar cómo estos se ven afectados por el tipo de muestra y la forma de muestreo. Estas consideraciones tienen distintos efectos en cada técnica. En la técnica de DRX el área analizada es del orden de  $\text{cm}^2$ , mientras que en la técnica de micro-Raman se analizan superficies circulares del orden de  $10\text{ }\mu\text{m}$  de diámetro (aunque puede llegarse al orden del micrón). Por ello en las condiciones de Raman es importante (en muestras inhomogéneas, como las arqueológicas) estudiar varios puntos. Para el análisis de las muestras involucradas en este trabajo se midieron del orden de 5-10 puntos en cada muestra. Debe destacarse que el orden en que los compuestos son reportados no se condice con evaluaciones cuantitativas. Sin embargo, para cada técnica se ordenaron de acuerdo con la intensidad relativa observada para cada una. Señalamos que estas intensidades no son comparables entre DRX y Raman. Por un lado, debido a que los compuestos observados presentan distinta eficiencia en ambas técnicas y, por otro, debido a la diferencia de área muestreada por cada una.

### Resultados

La complementariedad en el uso de las técnicas de DRX, Raman y SEM-EDS ha demostrado ser útil para el análisis de piezas cerámicas arqueológicas. Cada una de estas técnicas implementadas de manera individual puede llevar a interpretaciones confusas o dudosas. Sin embargo, de manera combinada permiten una muy buena caracterización de los pigmentos empleados en los diseños pintados y engobes de la cerámica arqueológica. Esto se debe a que las áreas de muestreo de cada técnica empleada poseen distinta resolución, y a que la sensibilidad de

las técnicas en reconocer ciertos tipos de compuestos y/o elementos es diferente.

A pesar de la diversidad de estilos y orígenes, los compuestos presentes en las muestras son bastante similares y los resultados obtenidos a partir de las técnicas utilizadas están en concordancia. En todos los casos se observó cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ), dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) en las fases de anatasa, rutilo o *brookite*, junto con aluminosilicatos varios asociados a materiales arcillosos. Como es de esperar, estos compuestos han sido también observados en zonas exteriores e interiores de las piezas sin tratamientos decorativos de superficie.

Los pigmentos negros empleados en los distintos tipos de tratamientos de superficie mostraron ser fundamentalmente óxido de hierro en su estado reducido ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ; magnetita) y carbono con distintos grados de grafitización (C).

En la Figura 6 se presentan, a modo de ejemplo, los difractogramas de rayos-X obtenidos para las muestras M 1, M 6 y M 8. En particular, en las muestras pertenecientes al estilo “negro sobre rojo” (M 6 y M 8) es notable la presencia de hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Esto se debe a que el área analizada es del orden de  $1\text{ cm}^2$  y no se limita a los diseños negros. Por la misma razón, en todos los difractogramas se observan reflexiones de cuarzo y aluminosilicatos, asociadas a la pasta de base y/o al engobe, que no han sido señaladas en la figura.

En la Figura 7 se presentan los espectros Raman de los pigmentos negros en cada muestra. Las bandas en la región de  $1.350$  y  $1.580\text{ cm}^{-1}$  (D y G, respectivamente) están asociadas a la presencia de compuestos carbonáceos y el ancho e intensidad relativa de las bandas da cuenta del diferente grado de grafitización. La banda alrededor de  $640\text{ cm}^{-1}$  corresponde a la presencia de magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Puede observarse que en las muestras del estilo “interior negro pulido” ( $450\pm 50$  a.p.) solo son destacables los compuestos de carbono mientras que en los estilos “negro y blanco sobre rojo” y “negro sobre rojo” ( $960\pm 40$  a.p.) coexisten magnetita y carbono con diferentes intensidades relativas. Particularmente, es dominante el contenido de magnetita en la muestra M 6, mientras que no se ha observado en M 13.

El análisis de SEM-EDS se realizó solo en algunas de las muestras a fin de establecer si había manganeso (Mn) y los resultados obtenidos estuvieron en concordancia con los de las otras dos técnicas utilizadas: no se detectó en ninguna de las muestras analizadas manganeso como fuente de color negro.

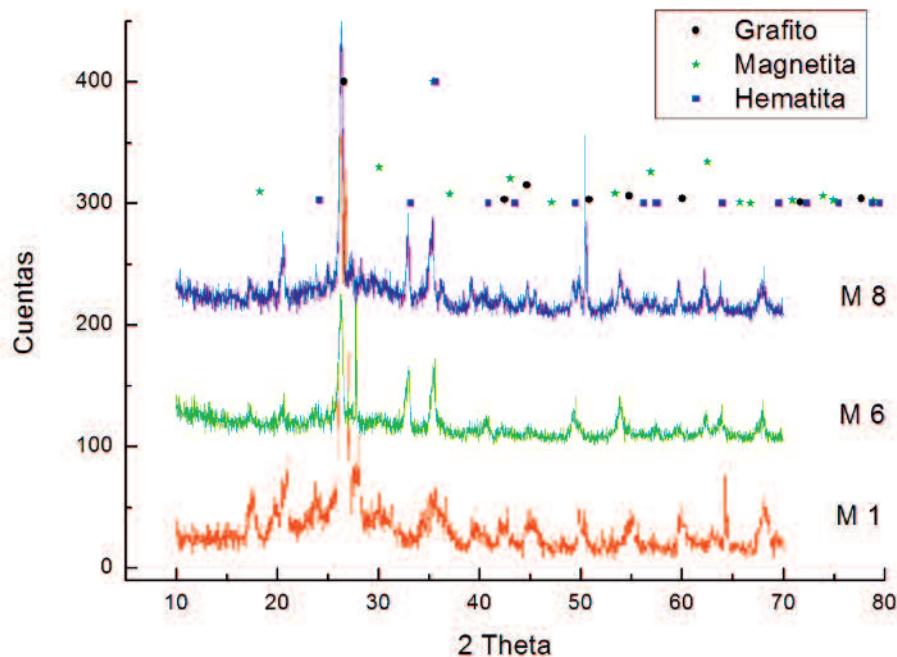


Figura 6. Diffractograma de DRX para las zonas negras de las muestras M 8, M 6 y M 1.  
XRD diffractogram for the black areas of samples M 8, M 6 and M 1.

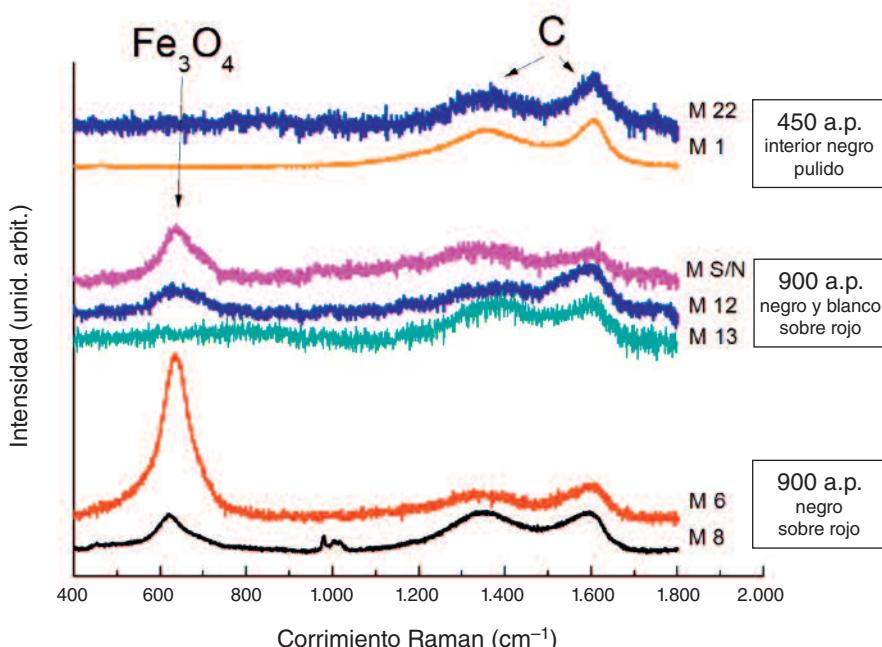


Figura 7. Espectrograma Raman para las zonas negras de las muestras del sitio Pintosgayoc 1 analizadas.  
Raman Spectrograph for the black areas of the samples analyzed from Pintosgayoc 1 site.

Tabla 1. Compuestos predominantes responsables del color negro observados en cada muestra, se encuentran ubicados en orden según la frecuencia mayoritaria diagnosticada por las técnicas analíticas utilizadas.

*Predominant compounds responsible for the black color observed in each sample, placed in order of majority frequency diagnosed through the analytical techniques.*

Procedencia	Estilo	Muestras	Raman	DRX
Pintoscayoc 1 960±40 a.p.	"Negro sobre rojo"	M 6	Magnetita ( $Fe_3O_4$ ) Carbón G (C) Carbón G (C)	Magnetita ( $Fe_3O_4$ ) Carbón G (C) Carbón G (C)
		M 8	Magnetita ( $Fe_3O_4$ )	Magnetita ( $Fe_3O_4$ )
		M 12	Magnetita ( $Fe_3O_4$ ) Carbón G (C) Carbón G (C)	Magnetita ( $Fe_3O_4$ ) Carbón G (C) Carbón G (C)
	"Negro y blanco sobre rojo"	M 13 MS/N	Carbón G(C) Magnetita ( $Fe_3O_4$ )	Carbón G(C) Magnetita ( $Fe_3O_4$ )
Pintoscayoc 1 450±50 a.p.	"Interior negro pulido"	M 1 M 22	Carbón G (C) Carbón G (C)	Carbón G (C) Carbón G (C)

Carbón G: Carbón Grafitizado.

Algunas precisiones sobre las muestras analizadas se resumen en la Tabla 1, donde se destacan los compuestos relacionados con el color negro y han sido ubicados en orden según la frecuencia mayoritaria diagnosticada por las técnicas analíticas utilizadas.

### Conclusiones

Al analizar los resultados de datos presentados en este trabajo hemos observado que el uso de distintas técnicas analíticas de manera combinada permite lograr buenos resultados a fin de aportar a una problemática arqueológica.

La presencia de magnetita y carbono en las mezclas pigmentarias de los fragmentos de los estilos "negro sobre rojo" y "negro y blanco sobre rojo" sugeriría una cocción en atmósfera con bajo contenido de oxígeno, ya que estos compuestos no son estables en presencia de oxígeno. Sin embargo, el estudio realizado a las pastas cerámicas de los fragmentos aquí analizados ha demostrado que las piezas fueron cocidas en una atmósfera con alto contenido de oxígeno.

Esta interesante diferencia en los datos registrados podría sugerir la utilización de un proceso de bicocción (en acuerdo con lo planteado por Botto et al. 1998), la posibilidad de la preparación y uso de magnetita tratando hematita térmicamente en condiciones reductoras (Shepard 1985) o también

el manejo de magnetita por parte de los ceramistas del pasado obteniéndola de fuentes naturalmente disponibles en la Quebrada de Humahuaca (Carta geológica Jujuy y Salta 1964).

Las opciones tecnológicas planteadas para la preparación de las mezclas pigmentarias de color negro que pudieron ser utilizadas en la decoración de vasijas "estilo negro sobre rojo" y "estilo negro y blanco sobre rojo" deben seguir siendo investigadas a fin de dilucidar el complejo proceso de manufactura utilizado en este tipo de piezas.

En las muestras del estilo "interior negro pulido" solo se detectó la presencia de carbono como responsable del color negro, lo que también implicaría una cocción con bajo contenido de oxígeno.

Este tipo de atmósfera de cocción podría haberse logrado mediante la inclusión de material orgánico (de acuerdo con lo propuesto por Botto et al. 1998), y con la inversión del puko durante el tratamiento térmico (de acuerdo con lo propuesto por López 2004), sin con esto oponerse a que las piezas fueran cocidas en una atmósfera con alto contenido de oxígeno.

**Agradecimientos:** A la Dra. María Isabel Hernández Llosas, directora del proyecto Pintoscayoc, por permitirnos abordar el análisis del material cerámico desde una nueva perspectiva y a los revisores anónimos de *Chungara* por sus atentas sugerencias.

## Referencias Citadas

- Acevedo, V.J. 2011. *Tecnología, Uso y Consumo de los Conjuntos Cerámicos del Alero Pintoscayoc 1, Quebrada de Humahuaca, Jujuy*. Tesis de Licenciatura en Ciencias Antropológicas (orientación Arqueológica), FF y L, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Acevedo, V.J., M. López, E. Freire, E.B. Halac, G. Polla y M. Reinoso 2012. Estudio de pigmentos en alfarería estilo negro sobre rojo de Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 17:39-51.
- Botto, I.L., V.L. Barone, M.B. Cremonte y M.A. Sánchez 1998. Estudios arqueométricos de cerámicas provenientes del Noroeste Argentino. *Información Tecnológica* 9:79-86.
- Carta Geológica de Jujuy y Salta 1964. Descripción Geológica de la hoja 2C. Santa Victoria. Provincias de Salta y Jujuy. Carta geológico-económica de la República Argentina. Boletín Nº 104. Doctor Juan Carlos M. Turner. Ministerio de Economía de la Nación. Secretaría de Industria y Minería. Subsecretaría de Minería. Instituto Nacional de Geología y Minería. Buenos Aires.
- Centeno, S.A., V.I. Williams, N.C. Little y R.J. Speakman 2012. Characterization of surface decorations in pre-Hispanic archaeological ceramics by Raman spectroscopy, FTIR, XRD and XRF. *Vibrational Spectroscopy* 58:119-124.
- Cremonte, M.B. 1985. Alcances y objetivos de los estudios tecnológicos en la cerámica arqueológica. *Anales de Arqueología y Etnología* 38/40:179-217. Mendoza.
- Cremonte, M.B. 2006. El estudio de la cerámica en la reconstrucción de las historias locales. El sur de la Quebrada de Humahuaca (Jujuy, Argentina) durante los Desarrollos Regionales e Incaicos. *Chungara Revista de Antropología Chilena* 38:239-247.
- 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.
- Cremonte, M.B. e I.L. Botto 2009. Unas vasijas especiales de contextos tardíos del Noroeste Argentino. Manufactura de los "Pucos Bruñidos". *Estudios Atacameños* 37:63-77.
- Cremonte, M.B. y M.F. Bugliani 2010. Pasta, forma e iconografía. Estrategias para el estudio de la cerámica arqueológica. *Xama* 19-23:239-262.
- De la Fuente, G.A., A.C. Carreras, J.M. Pérez Martínez, S. Martín y A. Riveros 2009. Identificación y análisis de pigmentos y pinturas en cerámicas arqueológicas Sanagasta (ca. 900-1200 AD) e Inka (ca. 1480-1532 AD) a través de MEB-EDS, WD-EDS y microespectroscopía Raman (Abaucán, Tinogasta, Catamarca, Argentina). *Libro de resúmenes del III Congreso Argentino de Arqueometría y II Jornadas Nacionales para el estudio de Bienes Culturales*, editado por S. Bertolino, R. Cattáneo y A.D. Izeta, p. 94, Córdoba.
- De la Fuente, G.A., D. Fiore y M.A. López 2013. Arqueología del color. Técnicas relevantes para la caracterización de pigmentos arqueológicos: sus alcances analíticos y sus aplicaciones en casos de Argentina. Manuscrito en posesión de los autores.
- De la Fuente, G.A., N. Kristcautzky y G. Toselli 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 *Cerámicas Arqueológicas. Perspectivas Arqueométricas para su Análisis e Interpretación*, compilado por B. Cremonte y N. Ratto, pp. 39-47. Universidad Nacional de Jujuy, San Salvador de Jujuy.
- De la Fuente, G.A. y J.M. Pérez Martínez 2008. Estudiando pinturas en cerámicas "Aguada Portezuelo" (ca. 600-900 AD) del Noroeste Argentino: Nuevos aportes a través de una aproximación arqueométrica por microespectroscopía Raman (MSR). *Intersecciones en Antropología* 9:173-186.
- Hernández Llosas, M.I. 1998. *Pintoscayoc: Arqueología de las Quebradas Altas en Humahuaca*. Tesis de doctorado. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- López, M.A. 2004. *Tecnología Cerámica en la Huerta, Quebrada de Humahuaca, Provincia de Jujuy*. Tesis de doctorado. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- López, M.A. 2007. Complejidad social, especialización artesanal e innovaciones Técnicas en Quebrada de Humahuaca: Un caso de cerámica ¿Inka Provincial? arqueométricamente analizada". En *Cerámicas Arqueológicas. Perspectivas Arqueométricas para su Análisis e Interpretación*, compilado por B. Cremonte y N. Ratto, pp. 169-185. Universidad Nacional de Jujuy, San Salvador de Jujuy.
- López, M.A. 2008. Alteraciones de superficies y pastas de cerámica arqueológica. Un caso de estudio en Quebrada de Humahuaca, Jujuy, República Argentina. *Boletín del Laboratorio de Petrología y Conservación Cerámica* 1:1-12.
- Marte, F., V.J. Acevedo y N. Mastrangelo 2012. Técnicas arqueométricas combinadas aplicadas al análisis de diseños de alfarería "tricolor" de Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 17:53-64.
- Nielsen, A.E. 1997. *Tiempo y Cultura Material en la Quebrada de Humahuaca 700-1650 d.C.* Instituto Interdisciplinario de Tilcara, Tilcara.
- Nielsen, A.E. 2001. Evolución social en Quebrada de Humahuaca (AD 700-1536)". En *Historia Argentina Prehispánica*, editado por E. Berberián y A. Nielsen, Vol.1, pp. 171-264. Editorial Brujas, Córdoba.
- Schweizer, F. y A. Rinuy 1982. Manganese black as an Etruscan pigment. *Studies in Conservation* 27:118-123.
- Palamarczuk, V. 2011. *Un Estilo y su Época. El caso de la Cerámica Famabalasto Negro Grabado del Noroeste Argentino*. BAR Arcaheopress, Oxford.
- Shepard, A.O. 1985. *Ceramics for the Archaeologist*. Carnegie Institution of Washington, Washington D.C.

**Nota**

- <sup>1</sup> En lo que se refiere a situaciones artesanales, etnográficas y arqueológicas entendemos que la situación de control de atmósferas es variable, con lo cual optamos por denominar atmósferas con alto contenido de oxígeno o con bajo contenido de oxígeno.