

# Análisis arqueométrico de las capas coloreadas de la alfarería Goya-Malabriga. Aportes preliminares desde el sitio arqueológico Los Tres Cerros 2 (Delta Superior del río Paraná)

Violeta Di Prado, María S. Conconi, Noemí Mastrángelo, María A. Alvarez Manso,  
Matias Gauna y Fernando Marte

Recibido el 17 de enero de 2025. Aceptado el 3 de junio de 2025

## RESUMEN

Los tratamientos de superficie que contemplan el agregado de color, como la pintura y el engobe, muestran baja frecuencia dentro de la tradición alfarera Goya-Malabriga, Delta Superior del río Paraná, y en parte por esta razón han sido escasamente estudiados. Para revertir esta situación se elaboró un diseño de investigación que combina técnicas microscópicas, elementales y mineralógicas, para caracterizar las capas coloreadas de las superficies cerámicas. Las capas rojizas presentaron mayor proporción de hematita que la matriz subyacente y fueron caracterizadas como pinturas con espesores regulares y textura fina. Las capas amarronadas, en cambio, mostraron espesores irregulares e inclusiones del mismo tamaño que las de la matriz; no se identificaron diferencias composicionales entre ambos sectores de la pared. No se trataría de engobes sino que las diferencias cromáticas se explicarían por condiciones de cocción particulares. Por último, las capas negras se caracterizaron como continuas y regulares, con muy poco grosor, y no exhibieron cromógenos de origen mineral, sino carbón. Los resultados composicionales y dimensionales aquí presentados proveen un acercamiento a la variedad de elecciones tecnológicas dentro de la *chaîne opératoire* cerámica que generan capas coloreadas y aportan a la caracterización de la tecnología del color en el área de estudio.

**Palabras clave:** Nordeste argentino; Alfarería prehispánica; Pigmentos; Tratamientos de superficie; Técnicas arqueométricas

---

Violeta Di Prado. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano (INCUAPA). Avenida Del Valle 5737 (7400), Olavarría, Buenos Aires, Argentina. E-mail: vdiprado@gsuite.fcnym.unlp.edu.ar

María Susana Conconi. Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica (CETMIC). Camino Parque Centenario 2499-2599 (B1897), Gonnet, Buenos Aires, Argentina. E-mail: msconconi@cetmic.unlp.edu.ar

Noemí Mastrángelo. Centro de Estudio sobre Patrimonios y Ambiente (CEPyA), Escuela de Arte y Patrimonio, Escuela de Hábitat y Sostenibilidad (EAyP-EHyS), UNSAM. Campus Miguelete, 25 de Mayo y Francia (1650), San Martín, Buenos Aires, Argentina. E-mail: nmastrangelo@unsam.edu.ar

María A. Alvarez Manso. CETMIC. Camino Parque Centenario 2499-2599 (B1897), Gonnet, Buenos Aires, Argentina. E-mail: maalvarezmanso@gmail.com

Matias Gauna. CETMIC. Camino Parque Centenario 2499-2599 (B1897), Gonnet, Buenos Aires, Argentina. E-mail: mrgauna@cetmic.unlp.edu.ar

Fernando Marte. CEPyA, EAyP-EHyS, UNSAM. Campus Miguelete, 25 de Mayo y Francia (1650), San Martín, Buenos Aires, Argentina. E-mail: fmarte@unsam.edu.ar

## Archaeometric analysis of the colored layers of Goya-Malabriga pottery: preliminary contributions from the Los Tres Cerros 2 archaeological site, Upper Delta of the Paraná River

### ABSTRACT

Surface treatments that include the addition of color, like paint and slip, are infrequent within the Goya-Malabriga pottery tradition of the Upper Delta of the Paraná River, and have therefore been scantily studied. To address this lack, a research design was developed that applied microscopic, elemental, and mineralogical techniques in order to characterize the coloured ceramic surfaces. Results show that reddish layers had a higher proportion of hematite than the underlying matrix and were characterized as paints with average regular thicknesses and fine texture. Brownish-colored layers, in contrast show average irregular thicknesses and non-plastic inclusions with the same size as those of the matrix; no compositional differences were identified between both sectors of the ceramic body. The surface treatments are not slips, though the chromatic differences could be explained by particular firing conditions. Finally, black layers were characterized as continuous and regular, with little thickness, and did not contain mineral-based chromogens, but rather charcoal. The compositional and dimensional results presented here provide an approach to identifying the variety of technological choices within the ceramic *chaîne opératoire* that produces colored layers, while also contributing to the characterization of color technology in the study area.

**Keywords:** Northeastern Argentina; Pre-Hispanic pottery; Pigments; Surface treatments; Archaeometric techniques

### INTRODUCCIÓN

La tradición técnica<sup>1</sup> de alfarería Goya-Malabriga se distribuye espacialmente en los sectores medio y deltaico del río Paraná, y en el curso inferior del río Uruguay, en el Nordeste argentino (NEA). Temporalmente se ubica en los últimos 2000 AP (Politis y Bonomo, 2018). En el Delta Superior del río Paraná (DSP) (Figura 1), sector meridional del NEA, fue producida con materias primas arcillosas (illíticas, caoliníticas y esmectíticas) disponibles en las cercanías de los sitios de elaboración, a las que se le agregaron proporciones variables de tiesto molido (generalmente en porcentajes inferiores al 20%) y, ocasionalmente, arenas de origen fluvial (Di Prado et al., 2020; Torino, 2024). Mediante las técnicas de superposición de rodetes y modelado, los/as alfareros/as fabricaron contenedores con diferente morfología (*i.e.*, cucharas, vasos, cuencos, escudillas, ollas, botellas y tinajas), y piezas particulares, denominadas “campanas”, que en general presentan apéndices zoomorfos y poseen forma acampanada o cilíndrica hueca, una abertura inferior de mayor diámetro y un orificio superior, de diámetro menor (Di Prado, 2015; Silva, 2018). Las superficies fueron tratadas antes de la cocción mediante diferentes grados de alisado y pulido, para luego aplicar variantes del inciso, sobre todo de surco rítmico, con el fin de plasmar representaciones visuales principalmente

no figurativas, algunas de las cuales son compartidas con tradiciones alfareras vecinas (Di Prado, 2018). En menor medida, se aplicaron pigmentos, principalmente rojizos y, en menor proporción, amarronados, blanquecinos y negros, empleados para realizar bandas y diseños geométricos o para cubrir toda la superficie de las piezas (Bonomo et al., 2024 y trabajos allí citados). Las quemas se realizaron en estructuras abiertas de cocción, posiblemente en fogones en pozo, en las que se alcanzaron rangos de temperatura variables, con mínimos inferiores a 550 °C y máximos cercanos a los 900 °C (Di Prado et al., 2022a).

Durante la mayor parte del siglo XX, el estudio de la cerámica Goya-Malabriga del NEA estuvo enfocado en atributos morfológicos y estilísticos, con un marcado sesgo descriptivo (Torres, 1911; Serrano, 1946, 1972; Schmitz et al., 1972; Ceruti, 2003) mientras que, en el transcurso de las primeras dos décadas del siglo XXI, se actualizaron los programas metodológicos a través de la incorporación de técnicas arqueométricas para conocer aspectos de la alfarería no visibles a nivel macroscópico. Los resultados obtenidos principalmente de la aplicación de petrografía de pastas y, en menor medida, de difracción de rayos X, microscopía electrónica de barrido acoplada a espectrometría de energía dispersiva, y análisis térmicos han permitido refinar

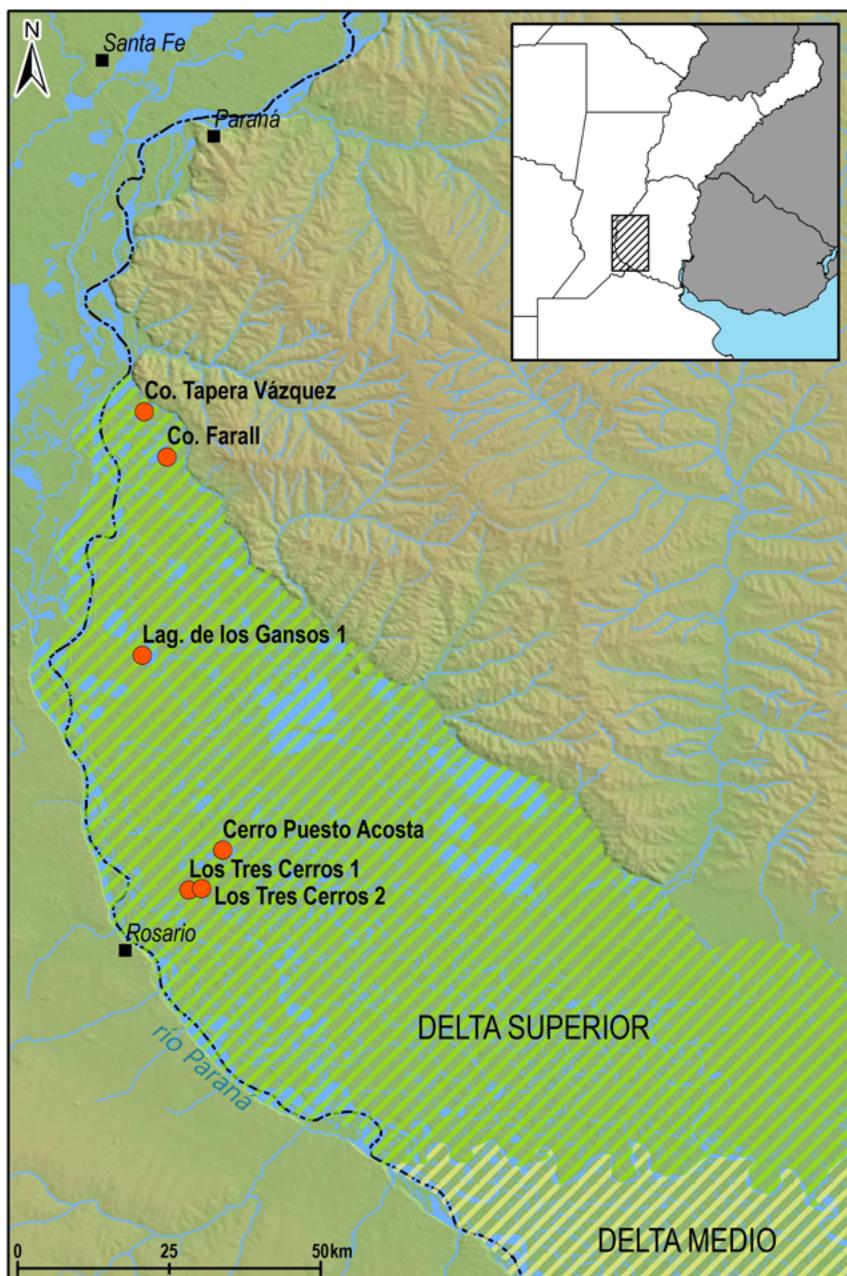


Figura 1. Ubicación de Los Tres Cerros 2 y otros sitios mencionados en el texto.

el conocimiento sobre las etapas de manufactura a nivel regional. Se han abordado la selección y el procesamiento de las materias primas (barros fango-arcillosos, antiplásticos) utilizadas para fabricar las piezas cerámicas (Capdepont y Bonomo, 2010-2011; Letieri et al., 2012; Ottalagano y Pérez, 2013; Di Prado, 2015; Di Prado et al., 2020; Píccoli, 2020; Balducci, 2024; Torino, 2024); las transformaciones que sufren durante la cocción (Di Prado et al., 2022a) y las técnicas de agregado de material pigmentario, tales como la pintura y el engobe (Ottalagano et al., 2015, 2020; Alí et al., 2020; Bonomo et al., 2024). Si bien estos últimos

trabajos representan un aporte a la caracterización composicional de los materiales empleados para colorear las superficies cerámicas, es necesario ampliar el número de técnicas aplicadas y de muestras analizadas, sobre todo, para el DSP.

En vista de estos antecedentes, elaboramos un diseño de investigación de largo alcance que contempla el empleo de técnicas microscópicas, elementales y mineralógicas para conocer la composición y los modos de aplicación de capas colorantes de la tradición alfarera Goya-Malabriga. Previamente, estudiamos mediante espectroscopia Raman (RS) las capas rojizas (rojo -7.5R 5/6-, rojo claro -7.5R 5/4-, rojo oscuro -10R 3/6-), amarronadas (marrón rojizo -5YR 5/3-, amarillo rojizo -5YR 7/7-) y negras (gris oscuro -7.5R 4/0-, negro -5Y 2.5/1-) de contenedores cerámicos ( $n = 11$ ) y apéndices zoomorfos ( $n = 3$ ) recuperados en diversos sitios del DSP (Los Tres Cerros 1 y 2, Cerro Tapera Vázquez, Cerro Farall y Laguna de los Gansos 1) (Figura 1). Identificamos cromógenos inorgánicos en las capas rojizas (hematita) y amarronadas (anatasa) y orgánico, en las negras (carbón) (Bonomo et al., 2024). Estos resultados representaron una primera aproximación a la compleja composición de las capas coloreadas, que frecuentemente presentan otros minerales, tales como las arcillas, que funcionan como pigmentos y/o carga. Además, dejaron planteados interrogantes que retomamos en esta contribución: ¿las capas rojizas contienen únicamente óxidos de hierro o presentan argilominerales, que la espectrometría Raman no permite identificar con claridad?, ¿la anatasa constituye el cromógeno mineral de las capas amarronadas o es un vestigio de otros minerales,

como las arcillas?, ¿en todos los casos las/os alfareras/os agregaron intencionalmente mezclas pigmentarias? ¿algunas diferencias cromáticas entre las superficies y la pared cerámica podrían deberse a las condiciones de quema y/o a la aplicación de tratamientos pre y poscocción que no contemplan el agregado de color?

En el presente trabajo buscamos: a) aportar a la caracterización textural, mineral y química de las capas rojizas, amarronadas y negras de la alfarería Goya-Malabriga; b) distinguir los tratamientos de superficie que contemplan el agregado de color de aquellas capas que han sido generadas por diferentes elecciones técnicas, sin que medie la adición de mezclas pigmentarias; y c) aportar a la caracterización de la tecnología del color en el DSP desde el campo de los estudios cerámicos. Para alcanzar los objetivos mencionados, aplicamos difracción de rayos X, microscopía electrónica de barrido acoplada a espectrometría de energía dispersiva, y análisis microestratigráfico en ocho muestras cerámicas, dos de las cuales fueron analizadas previamente con espectrometría Raman (Bonomo et al., 2024), provenientes del sitio arqueológico Los Tres Cerros 2 (LTC2) ubicado en el DSP (Figura 1).

## MATERIALES Y MÉTODOS

LTC2 es un sitio monticular que fue ocupado entre ca. 1460 y 920 AP, para desarrollar actividades residenciales y prácticas mortuorias (Castiñeira et al., 2017). El conjunto cerámico registrado en planta ( $n = 423$ ), con estación total, comprende fragmentos de contenedores no restringidos y restringidos, apéndices zoomorfos figurativos y no figurativos, una posible campana, asas y desechos de manufactura (masas de arcilla). Debido a que en las superficies de vasijas y apéndices se reconocieron capas monocromas y bícromas, se seleccionaron ocho muestras que corresponden a piezas diferentes y comprenden: tres fragmentos de borde de contenedores abiertos ( $n = 2$ ) y levemente restringido ( $n = 1$ ); cuatro fragmentos de cuerpo de vasijas de forma indeterminada y un modelado zoomorfo bidimensional. En cada una de las muestras se realizaron mediciones en distintos sectores de las superficies y en la matriz, con las técnicas que se detallan a continuación.

Difracción de rayos X (DRX): se analizaron directamente, sin reducir a polvo, las superficies (sectores con distinto color) y la matriz de muestras

cerámicas de no más de 4 cm, con un difractómetro de rayos X Bruker D8 Advance (barrido entre 3 y 70°, con un paso de 0,04° y 2 segundos por paso). Los difractogramas se analizaron con el programa HighScore y la cuantificación de las fases cristalinas presentes se realizó con el programa Fullprof (versión 7.70, abril 2022) utilizando el método de Rietveld (Rietveld, 1969; Rodríguez-Carvajal, 2001).

Microscopía electrónica de barrido (MEB) acoplada a espectrometría de energía dispersiva (EDX): las muestras se colocaron en estufa a 60 °C, durante al menos 2 h, se montaron en pines portamuestra con cinta de carbón doble faz y se metalizaron con oro (Au). Para el análisis elemental se empleó un MEB (FEI modelo Quanta 200) acoplado a EDX (marca EDAX, modelo SDD Apollo 40). El equipo se empleó en alto vacío y operó entre 15 y 20 KeV. Se tomaron imágenes con electrones secundarios a 150X y se realizaron entre dos y tres mediciones por sector (superficies interna y externa, y matriz).

Microestratigrafías cerámicas: se extrajeron micromuestras cerámicas de 1 mm<sup>2</sup>, que fueron incluidas en cilindros de resina acrílica Subiton®, y lijadas y pulidas hasta lograr la exposición del corte transversal microestratigráfico, de acuerdo con los lineamientos de Marte et al. (2014) y Gheco et al. (2017). Estos cortes fueron observados bajo aumentos de 50X a 500X y fotografiados con microscopio petrográfico trinocular de polarización (Leica DM EP) con cámara digital acoplada (Leica modelo DFC280) para caracterizar la textura, la morfología y el ordenamiento de las capas coloreadas. El espesor de estas capas fue medido con el programa Leica Application Suite versión 4.0. Por último, se empleó MEB (FEI modelo Quanta 250 con filamento de tungsteno) y EDX (Thermo Scientific modelo UltraDry) en los diferentes sectores de los cortes microestratigráficos para obtener información elemental más precisa de cada capa (se aplicó la técnica de mapeo elemental).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de la aplicación de DRX y MEB-EDX se obtuvo información complementaria; mientras que la primera técnica permitió caracterizar las fases cristalinas inorgánicas (Tabla 1), la segunda entregó datos elementales (Tabla 2) que hicieron posible establecer correspondencias con los minerales detectados y evaluar si existe coincidencia entre ambos tipos de información. A continuación,

M	Sector	Q	I	P	F	An	H	K	C
1	SI AM	60,6(1,4)	20,2(0,8)	4,1(0,9)	8,1(0,5)	1,3(0,8)	-	5,8(0,9)	-
	matriz	46,8(2,5)	23,8(2,5)	11,3(2,5)	15,6(1,0)	trazas	2,4(0,9)	-	-
	SE AM	50,7(1,0)	27,4(0,9)	8,6(0,4)	11,8(0,5)	trazas	1,6(0,9)	-	-
2	SI RO	56,2(1,2)	11,7(0,8)	8,8(0,9)	6,9(0,7)	trazas	15,6(0,4)	-	-
	SI NE	68,1(2,0)	20,7(1,2)	8,4(0,9)	2,2(0,6)	trazas	trazas	-	-
	matriz	64,6(1,5)	17,0(1,4)	10,9(1,0)	6,2(0,8)	trazas	1,2(0,8)	-	-
3	SE AM	59,6(2,0)	24,2(1,5)	10,4(0,9)	5,2(0,6)	trazas	6,9(0,9)	-	-
	SI NE	75,8(1,6)	8,5(0,8)	5,8(0,6)	8,0(0,6)	trazas	2,0(0,9)	-	-
	matriz	47,2(0,9)	30,8(1,0)	11,7(0,6)	10,1(0,5)	trazas	trazas	-	-
4	SE NE	56,5(1,2)	22,4(0,9)	5,6(0,7)	8,5(0,6)	trazas	trazas	-	-
	SI AM	71,8(1,2)	12,1(0,8)	3,4(0,3)	8,1(0,6)	trazas	4,7(0,8)	-	-
	matriz	56,8(1,3)	26,6(0,9)	6,0(0,9)	8,7(0,7)	trazas	1,9(0,5)	-	-
5	SE AM	65,4(1,3)	21,4(0,7)	7,8(0,8)	3,9(0,8)	trazas	1,5(0,8)	-	-
	SI AM	67,9(1,3)	17,1(0,8)	9,3(0,8)	1,7(0,6)	1,1(0,9)	4,0(0,6)	-	-
	matriz	69,7(0,9)	15,0(0,6)	10,5(0,7)	4,8(0,5)	trazas	-	-	-
6	SE AM	70,0(1,4)	14,4(0,9)	10,8(0,8)	1,6(0,5)	trazas	3,2(0,5)	-	-
	SI AM	57,8(1,2)	22,5(0,8)	12,9(0,9)	4,4(0,6)	trazas	2,3(0,7)	-	-
	matriz	52,3(1,5)	33,6(1,3)	9,2(1,2)	3,6(0,9)	trazas	1,2(0,9)	-	-
55*	SE AM	55,9(1,3)	29,3(0,9)	7,5(0,8)	2,8(0,7)	trazas	4,6(0,8)	-	-
	SI RO	49,5(1,0)	13,7(0,7)	7,6(1,2)	9,1(0,6)	trazas	20,1(0,4)	-	-
	SI AM	66,1(1,6)	13,2(1,0)	14,5(1,7)	6,2(0,9)	trazas	-	-	-
56*	matriz	49,8(1,4)	20,1(0,9)	24,1(1,8)	5,5(0,7)	trazas	trazas	-	-
	SE AM	43,9(1,2)	34,4(0,9)	8,8(1,5)	9,5(0,8)	1,2(0,8)	1,0(0,7)	-	2,5(0,8)
	SI RO	35,7(0,7)	14,4(0,6)	2,4(0,9)	7,8(0,6)	trazas	39,6(0,5)	-	-
56*	SI AM	50,9(1,5)	34,4(1,0)	6,9(0,9)	7,1(0,8)	trazas	-	-	-
	SE AM/ matriz	48,0(1,6)	38,1(0,8)	6,5(1,1)	7,4(0,8)	trazas	-	-	-

Nota. M: muestra; SI: superficie interna; SE: superficie externa; AM: amarronada; RO: rojiza; NE: negra; Q: cuarzo; I: illita; P: feldespatos de calcio y sodio; F: feldespatos potásicos; An: anatasia; H: hematita; K: caolinita; C: calcita; \*: estas muestras fueron analizadas con RS en Bonomo et al., (2024).

Tabla 1. Cuantificación (%) de los datos mineralógicos obtenidos por DRX.

M	Sector	O	Mg	Al	Si	P	K	Fe	Ca	Ti	Na	C	Mn
1	SE AM	50,51	0,97	6,83	20,10	0,67	3,22	3,84	0,76	0,54	0,24	11,72	-
	SI AM	52,33	0,94	7,55	20,10	0,83	1,91	4,46	0,74	0,44	0,29	10,40	-
	matriz	54,64	0,86	10,44	23,20	1,77	2,15	4,87	1,28	0,48	0,32	-	-
2	SE AM	53,57	0,59	7,78	15,63	3,39	1,93	7,15	1,77	0,45	0,32	7,41	-
	SI NE	52,19	0,47	7,30	20,61	2,22	2,44	2,87	1,40	0,59	0,35	9,54	-
	SI RO	67,20	0,27	2,74	5,50	1,59	0,72	4,25	1,10	0,13	0,2	16,30	-
3	matriz	48,75	0,40	5,46	14,22	3,70	1,91	4,14	1,82	0,42	0,25	18,92	-
	SE NE	52,20	0,57	5,45	13,93	3,80	1,63	2,66	8,74	0,32	0,30	10,18	0,22
	SI NE	55,22	1,04	9,29	24,97	0,39	3,08	3,67	1,42	0,59	0,34	-	-
4	matriz	54,69	0,97	10,60	24,82	0,35	2,61	3,92	0,96	0,47	0,49	-	-
	SE AM	53,77	0,59	7,57	27,00	2,41	3,26	3,24	1,28	0,54	0,34	-	-
	SI AM	50,56	0,59	6,55	19,90	2,44	2,76	4,60	1,52	0,45	0,45	10,63	-
5	matriz	54,99	0,81	9,95	24,29	1,85	2,47	3,73	1,03	0,45	0,43	-	-
	SE AM	51,06	0,74	7,66	22,39	0,90	1,80	4,15	1,17	0,44	0,47	9,22	-
	SI AM	56,44	0,79	7,9	24,44	1,18	2,85	4,15	1	0,87	0,43	-	-
6	matriz	57,44	0,9	9,11	25,03	0,33	2,02	3,5	0,63	0,46	0,58	-	-
	SE AM	54,89	0,82	8,74	22,61	2,18	2,21	5,81	1,29	-	0,39	-	-
	SI AM	47,32	0,59	7,17	16,12	1,49	1,93	6,17	1,14	0,64	0,25	17,18	-
55*	matriz	56,67	0,80	9,66	21,49	2,90	1,96	4,36	1,31	0,46	0,38	-	-
	SI AM	56,36	0,69	7,18	21,12	3,13	2,27	6,67	1,8	0,41	0,37	-	-
	SI RO	52,25	0,72	6,73	20,02	2,47	2,50	12,43	2,02	0,44	0,41	-	-
56*	SE AM	51,73	1,26	7,47	27,78	0,97	3,07	4,48	1,74	0,67	0,67	-	-
	matriz	57,20	0,63	8,82	23,04	2,50	2,24	3,35	1,25	0,44	0,51	-	-
	SI AM	69,36	0,39	3,68	8,57	0,01	0,97	1,83	0,69	0,24	0,24	12,99	-
56*	SI RO	57,27	0,56	6,19	14,90	3,03	1,40	14,08	1,68	0,28	0,27	-	-
	SE AM	57,57	0,76	8,22	22,48	2,37	2,30	4,03	1,24	0,54	0,48	-	-
56*	matriz	56,83	0,68	8,99	19,81	3,12	2,52	5,23	1,71	0,64	0,47	-	-

Nota. M: muestra; SI: superficie interna; SE: superficie externa; AM: amarronada; RO: rojiza; NE: negra; O: oxígeno; Mg: magnesio; Al: aluminio; Si: silicio; P: fósforo; K: potasio; Fe: hierro; Ca: calcio; Ti: titanio; Na: sodio; C: carbono; Mn: manganeso; \*: estas muestras fueron analizadas con RS en Bonomo et al., (2024).

Tabla 2. Resultados elementales (%) obtenidos por EDX.

discutimos y articulamos los datos composicionales de acuerdo con los distintos colores presentes en las cerámicas estudiadas. A la vez, integramos estos resultados con los datos dimensionales, texturales y elementales provistos por el análisis de las microestratigrafías.

### **Capas rojizas**

En concordancia con los resultados de RS (Bonomo et al., 2024), mediante DRX se identificó hematita como mineral cromógeno<sup>2</sup>, que aparece en las capas rojizas en porcentajes que oscilan entre 15% y 40%, mientras que en la matriz y las otras superficies es muy escasa (Figura 2b, d). Asimismo, tanto las capas rojizas como las demás superficies y la matriz presentan cuarzo, illita y feldespatos (Tabla 1). Por EDX se identificó hierro (Fe) como elemento cromóforo, que en las capas rojizas de las muestras 55 y 56 está presente en porcentajes por encima del 10% (Tabla 2; Figura 3a). Esto no se observó en la capa rojiza de la muestra 2, quizás debido a que se encuentra desvaída y posee poco espesor. La similitud composicional entre las superficies y la matriz permite plantear que la hematita se mezcló con las arcillas utilizadas para formar la pared cerámica. O bien se utilizaron materias primas colorantes que poseen naturalmente arcillas y otros minerales en su composición, tal como ha sido reportado para afloramientos naturales de pigmentos en el área de estudio (Bonomo et al., 2024) y en regiones vecinas (Matarrese et al., 2011; Di Prado et al., 2022b).

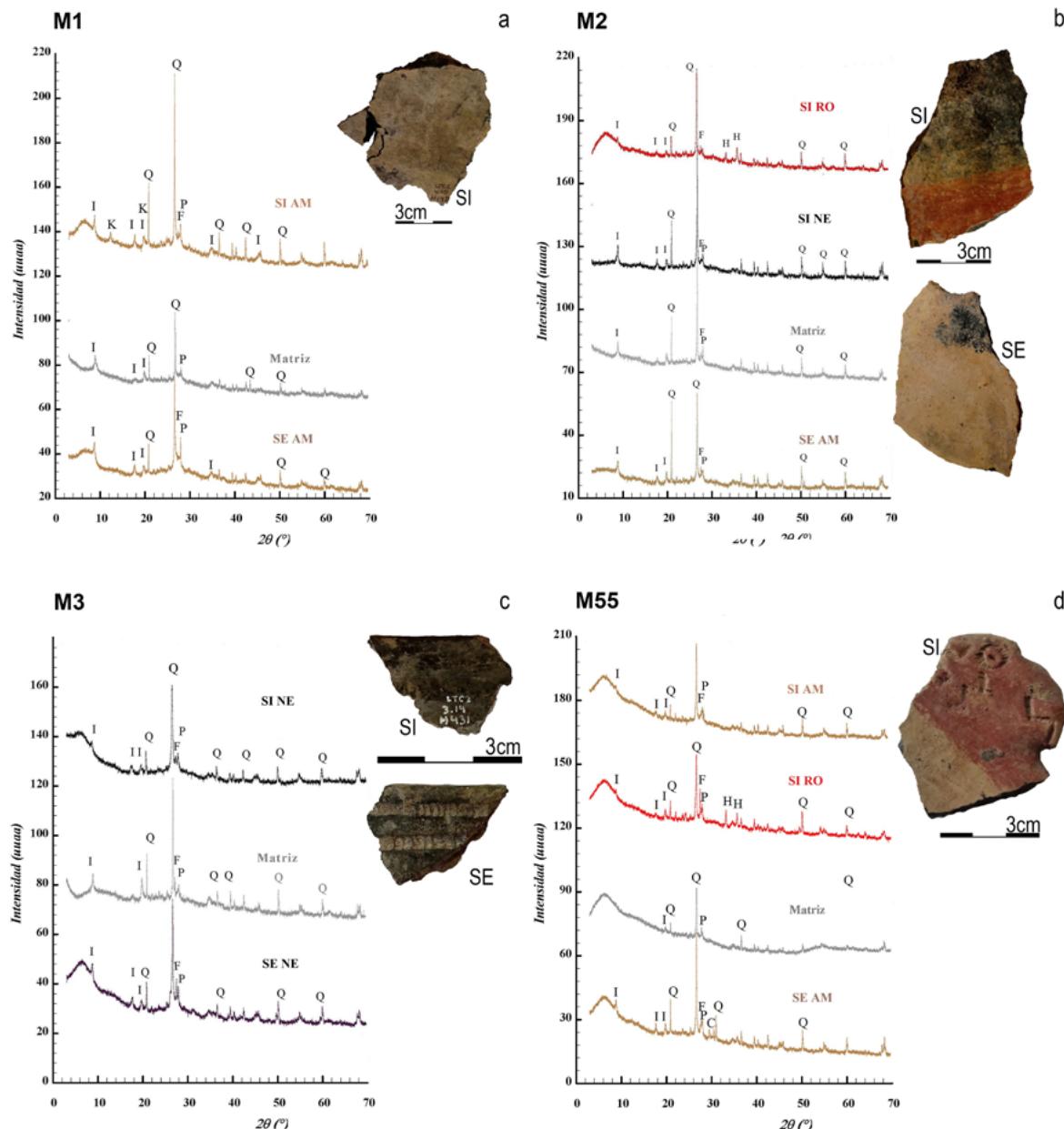
A partir del estudio microestratigráfico se observó que las capas rojizas se encuentran claramente delimitadas y presentan inclusiones no plásticas de granulometría pequeña y homogénea, sin inclusiones de mayor tamaño, que sí se registraron en la pasta subyacente. El espesor promedio de estas capas oscila entre 37,1 y 39,7 µm (Figura 4a-b). En el mapeo elemental sobre las microestratigrafías se registró mayoritariamente hierro en la capa rojiza mientras que el magnesio, el silicio y el calcio están presentes de manera equitativa en todo el corte (Figura 5b). Aquí surge el interrogante de si los tratamientos estudiados corresponden a pinturas o a engobes. Si bien no hay acuerdo en la bibliografía especializada, se habla de pintura cuando se aplica color para realizar diseños mientras que los engobes se aplican en forma de capa; esta diferencia supone, a su vez, distintas técnicas de ejecución (véase discusión en Di Prado, 2017 y en el apartado

siguiente). También se han identificado diferencias de espesor entre ambos tipos de tratamiento de superficie; en general, se considera que las capas pintadas poseen espesores finos, que varían entre 12 µm y 22 µm (De La Fuente et al., 2021) mientras que los engobes exhiben mayor grosor, con valores comprendidos entre 50 µm y 150 µm (Cotkin et al., 1999) alcanzando en algunos casos hasta 200 µm (De La Fuente et al., 2021). De acuerdo con la información presentada y discutida, las capas rojizas de LTC2 se clasificaron como pinturas gruesas.

Si se comparan estos resultados con aquellos obtenidos por otros equipos de investigación, solo se cuenta con la caracterización, mediante MEB-EDX, de una única muestra cerámica procedente del sitio Cerro Puesto Acosta, en el DSP, incluida dentro de la tradición alfarera Goya-Malabriga (Ottalagano et al., 2015) en la que se identificó Fe, con un valor mínimo de 12,6% y un valor máximo de 29,8%. En cambio, se dispone de mayor cantidad de información sobre las pinturas rojizas de la alfarería Goya-Malabriga proveniente de otros sectores del río Paraná, que presentan valores promedio de 20% de Fe y espesor máximo de 42,62 µm. A partir de la aplicación de RS y DRX se determinó la composición mineral de estas capas y se identificaron óxidos de hierro (hematita y maghemita) mezclados con argilominerales (Alí et al., 2020; Ottalagano et al., 2020).

### **Capas amarronadas**

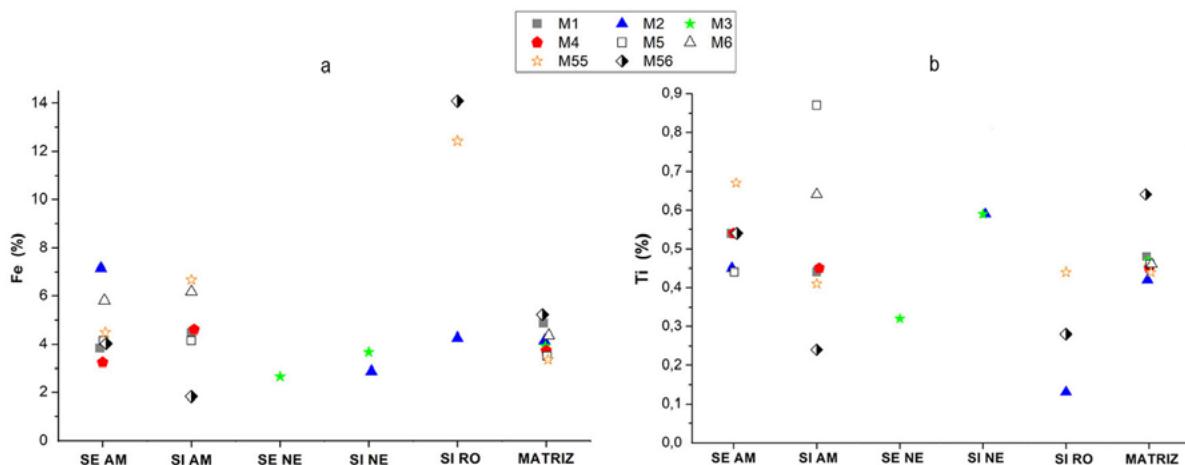
Si bien por RS se identificó anatasa (óxido de titanio) como potencial cromógeno de las capas amarronadas (Bonomo et al., 2024), mediante DRX esta fase cristalina se registró en muy baja proporción (trazas o aproximadamente 1%), y en porcentajes similares en las capas rojizas, negras y en la matriz de las distintas muestras (Figura 2a-b, d). En consonancia con estos resultados, la baja proporción de titanio (Ti) identificada por EDX (Figura 3b) permite descartar la posibilidad de que este mineral haya sido el cromógeno de las capas amarronadas y proponer, en cambio, que podría formar parte de las arcillas empleadas para elaborar el cuerpo cerámico. Por otra parte, solamente en la muestra 1 se registró caolinita (Tabla 1; Figura 2a); argilomineral cuya presencia admite, al menos, dos interpretaciones. Por un lado, o bien este tipo de arcilla integraba las materias primas utilizadas para elaborar el cuerpo cerámico, y el sector medido (superficie interna) no superó los 550-600 °C durante



**Figura 2.** Diffractogramas correspondientes a las muestras cerámicas de LTC2. Referencias. SI: superficie interna; SE: superficie externa; AM: amarronada; RO: rojiza; NE: negra; Q: cuarzo; I: illita; P: feldespatos de calcio y sodio; F: feldespatos potásicos; H: hematita; K: caolinita; C: calcita.

la quema (superados estos rangos de temperatura la caolinita no se observa en los diffractogramas) o, por otro lado, la aplicación de esta arcilla se efectuó después de la cocción. Si bien la caolinita podría considerarse el cromógeno de la capa amarronada, no se registró en las restantes muestras con tonalidad similar. Por último, en la muestra 55 (superficie externa) se registró calcita (Tabla 1; Figura 2d) como potencial cromógeno, pero el porcentaje de calcio (Ca) identificado mediante EDX (Tabla 2) es similar a las restantes muestras.

En suma, a partir de la integración de datos mineralógicos y químicos fue posible descartar que la anatasia haya funcionado como el cromógeno de los tonos amarronados, pero aún subsiste el interrogante de si estas capas, muy frecuentes en la tradición alfarera Goya-Malabriga, y generalmente clasificadas como engobes, son el resultado de la aplicación de una capa colorante o si podrían deberse a ciertas condiciones de cocción. En este sentido, resultaron esclarecedoras las fotomicrografías de los cortes estratigráficos. Las capas amarronadas



**Figura 3.** Dispersión de los valores de Fe (a) y Ti (b) en las superficies y la matriz de las muestras cerámicas de LTC2. Referencias. Fe: hierro; Ti: titanio; SI: superficie interna; SE: superficie externa; AM: amarronada; RO: rojiza; NE: negra.

exhiben inclusiones no plásticas del mismo tamaño que la matriz subyacente, de color oscuro, y no están separadas de ésta por un límite claro, sino que existe un difuminado gradual entre ambos estratos. El espesor es irregular y varía entre 136,1 µm y 262,9 µm (Figura 4a-d); en este último caso exce- de los valores máximos registrados para un engobe (De La Fuente et al., 2021). En el mismo sentido, el mapeo elemental sobre la microestratigrafía re- gistró proporciones semejantes de magnesio, silicio preponderante en los cristales internos, y calcio, tanto en el estrato amarronado como en el sector de pasta subyacente, de color gris oscuro, demo- strando que este elemento se encuentra presente de forma homogénea en la pared cerámica (Figura 5a).

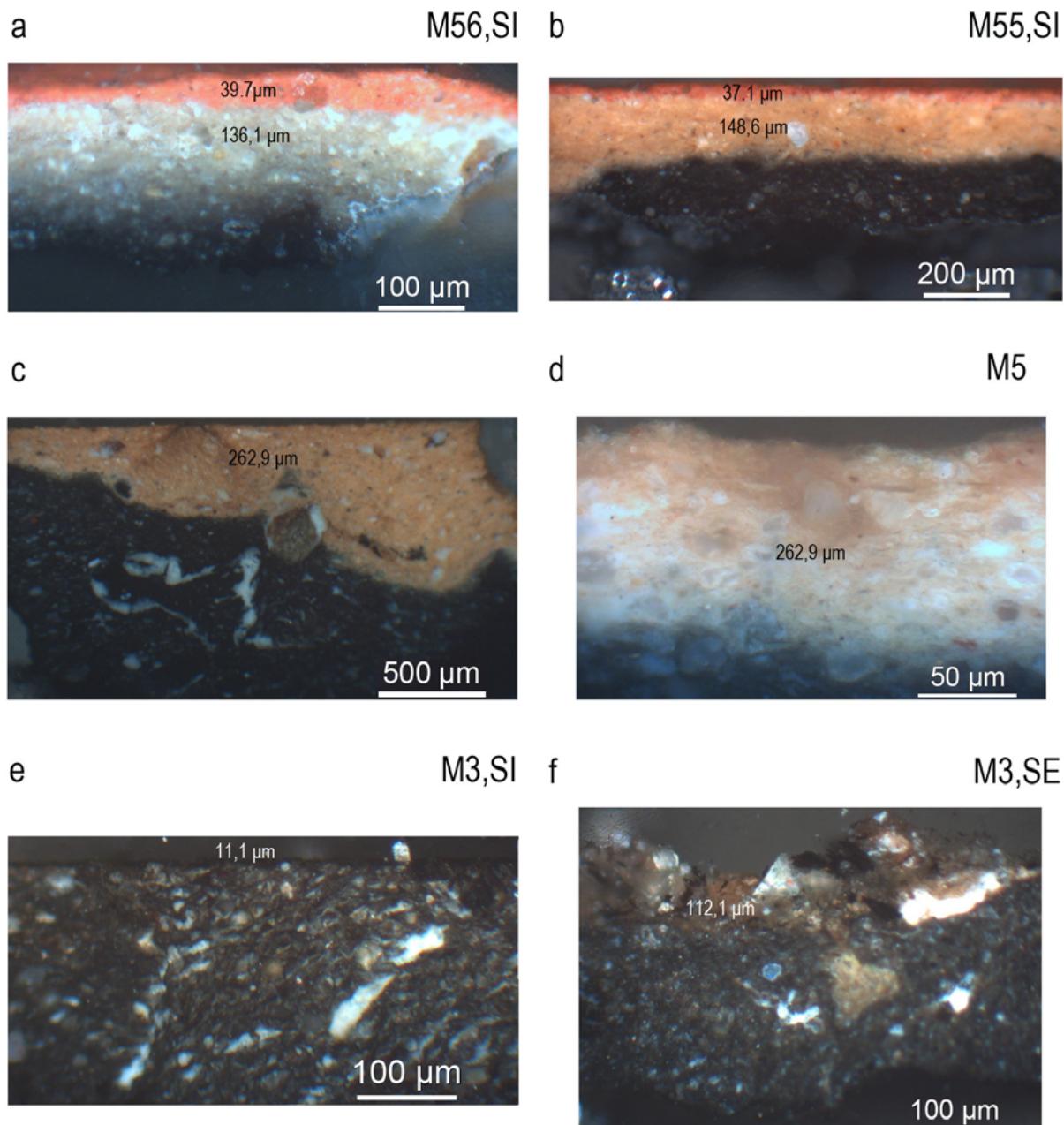
Resulta oportuno mencionar que de acuerdo con los manuales clásicos y la bibliografía espe- cializada (Rye, 1981:40-41; Balfet et al., 1992:121; Cotkin et al., 1999; López, 2000-2002) los engobes se componen por arcillas y limos (y en general pigmentos, pero no siempre) y son aplicados como una suspensión fluida en las superficies cerámicas sin cocer, parcialmente secas; lo que crea una discontinuidad entre el cuerpo de la pieza y el engobe. En estos trabajos se mencionan indicadores macro y microscópicos, tales como color distintivo; textura fina; escasez o falta de antiplástico, que sí está presente en la pasta cerámica, y fracturas o microgrietas en superficie con patrón hexagonal. Los resultados obtenidos y la información discutida permiten descartar la presencia de superficies engo- badas en la mayor parte de las piezas cerámicas de LTC2 aquí analizadas. En cambio, las diferencias de color entre las superficies o márgenes de la pared de tonos amarronados y el núcleo de color negro/

gris oscuro podrían explicarse por el interjuego entre variables composicionales (e.g., presencia de materia orgánica en las materias primas) y térmicas (e.g., atmósferas reductoras, temperaturas bajas de cocción, quemadas cortas e inestables, enfriamiento rápido) que condicionan el grosor y la delimitación de las franjas cromáticas (García Rosselló y Calvo Trias, 2006). Para Padilla Fernández (2019) los to- nos claros en los márgenes de la pared cerámica se producen por la absorción del escaso oxígeno que se filtra en una atmósfera de cocción reduc- tora. Estas causas serán exploradas en el programa experimental en curso.

Otras investigadoras han reportado variabilidad composicional en las capas blanquecinas presen- tes en la alfarería Goya-Malabriga (Ottalagano et al., 2015, 2020) con predominio de los elementos químicos calcio y fósforo, que se corresponderían con la presencia de hidroxiapatita, carbonato cálcico y, en menor medida, yeso y arcilla. Sin em- bargo, consideramos que estos resultados no son comparables con los aquí obtenidos, debido a que se trata de diferentes tonalidades y tratamientos de superficie. En el caso de las autoras mencionadas se trata de pintura blanca aplicada, sobre todo, en las superficies de las campanas (Ottalagano et al., 2020), mientras que en las muestras de LTC2 se analizaron las capas amarronadas, sin agregado de material colorante, de contenedores con diferentes morfologías.

### **Capas negras**

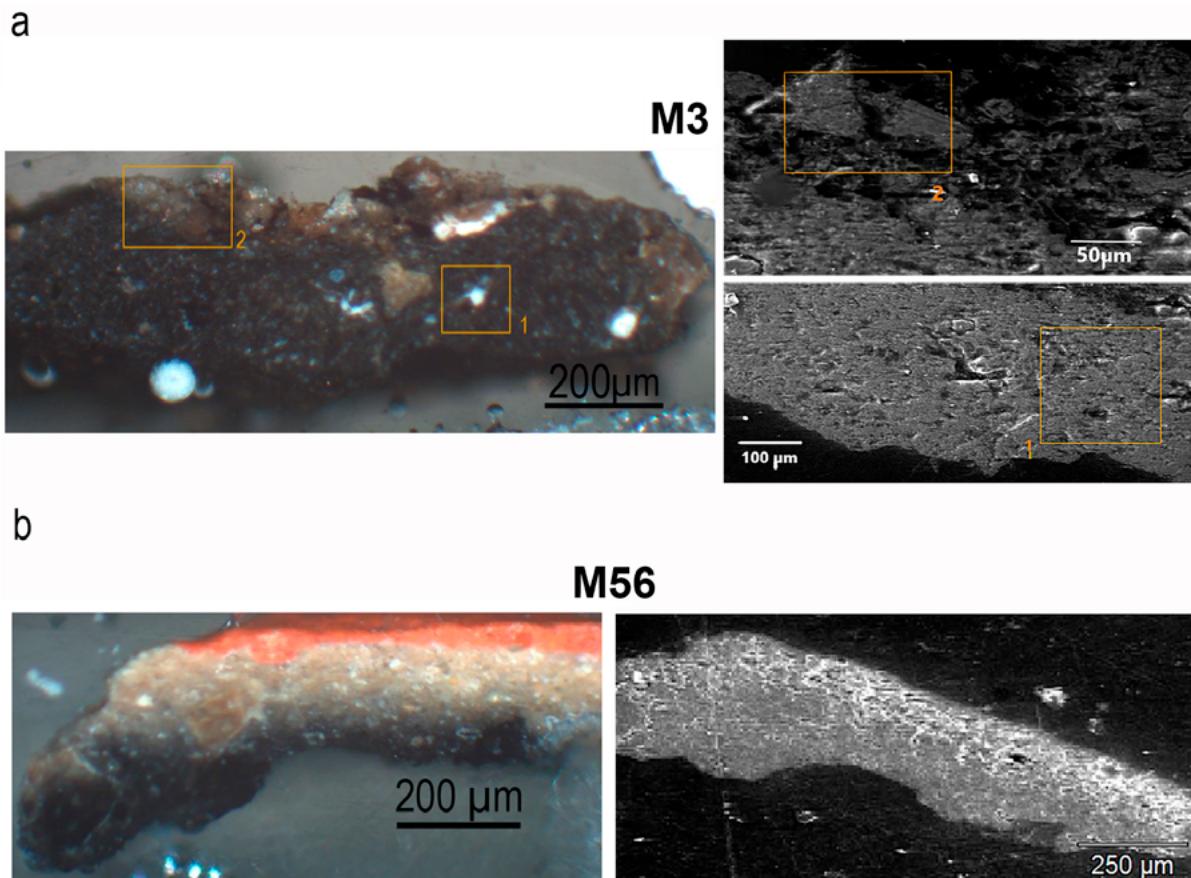
Como fue mencionado previamente, la aplica- ción de RS permitió identificar carbón en las capas



**Figura 4.** Fotomicrografías de los cortes estratigráficos de las muestras cerámicas de LTC2. a) Espesor de la capa roja y la capa amarronada de la muestra 56; b) espesor de la capa roja y la capa amarronada de la muestra 55; c-d) espesor y detalle de la capa amarronada de la muestra 5; e) espesor de la capa negra de la muestra 3; f) espesor y detalle de la cobertura gris claro de la muestra 3. Referencias. M: muestra; SI: superficie interna; SE: superficie externa.

negras (Bonomo et al., 2024). Mediante DRX no se identificó ningún mineral cromógeno (e.g., óxidos de manganeso, magnetita) y se comprobó que la mineralogía de estas capas presenta similitudes con los demás sectores medidos en una misma muestra y en las demás muestras (Tabla 1; Figura 2c). En concordancia, mediante EDX no se detectaron potenciales cromóforos de los tonos negros, salvo por el manganeso (Mn) en la superficie externa de la muestra 3, pero que se encuentra en un porcentaje inferior al 1%. Las superficies negras presentan

similitudes químicas con los demás sectores medidas (intramuestra) y las demás muestras (Tabla 2). Aunque la aplicación de RS (Bonomo et al., 2024), DRX y MEB-EDX permitió descartar la utilización de fases inorgánicas para lograr los tonos negros, resta afinar los resultados en torno a la presencia de carbón. Este compuesto ¿fue agregado en forma de capa en momentos previos o posteriores a la quema?, ¿es un vestigio de tratamientos poscoccción como el ahumado? o ¿consiste en una alteración generada por el uso?, ¿podría ser el resultado de



**Figura 5.** Fotomicrografías de los sectores de los cortes estratigráficos con mapeo elemental de las muestras 3 (a) y 56 (b). Referencias. M: muestra.

un falso engobe (*floated surface*)? Este tipo de tratamiento de superficie no contempla el agregado de material pigmentario, sino que es el resultado del pulido intenso de la superficie, que genera un reacomodamiento de las partículas (Cotkin et al., 1999; López, 2000-2002).

La observación con microscopio petrográfico de los cortes estratigráficos permitió caracterizar en detalle las capas de color negro. En la superficie interna de la muestra 3 se observó un estrato nítido de color negro, distribuido de forma continua, con un espesor fino promedio de 11,1  $\mu\text{m}$  (Figura 4e). Aunque la regularidad y el brillo lustroso son indicadores de la acción de pulir, no se observó el gradiente de textura esperable si se tratase de un falso engobe (Cotkin et al., 1999). Al igual que con las capas amarronadas, el programa experimental en curso permitirá esclarecer qué tipo de elección técnica produce las capas negras.

Si bien hasta el momento no se había analizado la composición de las capas negras de la alfarería Goya-Malabriga, sí se estudiaron, mediante

MEB-EDX, dos muestras con superficies negras provenientes del Delta Inferior del Paraná, clasificadas dentro una tradición alfarera diferente (Alí et al., 2020). Las autoras tampoco encuentran los elementos químicos que hubiesen funcionado como cromóforos y proponen la aplicación de material vegetal carbonizado.

Por último, en la superficie externa de la muestra 3 se extrajo una micromuestra del interior del trazo inciso, que presenta color gris claro (Figura 2c). En este sector se aprecia un estrato con un borde superior heterogéneo, con partículas transparentes, blancas y negras, y un espesor de 112,1  $\mu\text{m}$  (Figura 4f). La aplicación de EDX sobre este estrato detectó la presencia de calcio en gran concentración, que no aparece en el sector de pared cerámica subyacente (Figura 5a). Si bien podría interpretarse como el resultado de la aplicación por frotado de una mezcla de composición calcítica, se considera que en este caso se trataría de una cobertura posdepositacional (e.g., carbonato de calcio).

## CONSIDERACIONES FINALES

En este trabajo se realizó un aporte, mediante el empleo de tres técnicas arqueométricas, a la caracterización de las elecciones técnicas realizadas dentro de la etapa de tratamientos de superficie de la *chaine opératoire* de la tradición alfarera Goya-Malabriga. Hasta el momento, las mezclas pigmentarias empleadas para tratar las superficies cerámicas de esta tradición fueron analizadas mediante la aplicación de una única técnica: RS (Bonomo et al., 2024) y MEB-EDX (Ottalagano et al., 2015; Alí et al., 2020); solamente en un trabajo posterior se integraron los resultados de esta última técnica con los obtenidos de la aplicación de DRX, sobre todo en muestras cerámicas del Paraná medio (Ottalagano et al., 2020). El presente trabajo supone un avance en relación con los trabajos previos efectuados en la región debido a que: a) aporta información sobre muestras procedentes del DSP; b) cuantifica, a través del método Rietveld, la información mineralógica obtenida de la aplicación de DRX; c) emplea una técnica novedosa para el NEA y regiones vecinas, como es el análisis de microestratigrafías cerámicas, que brinda información complementaria a RS, DRX y MEB-EDX; y d) afina la discusión clasificatoria en torno al uso de los términos pintura y engobe, a partir del aporte de datos dimensionales y texturales, además de composicionales.

De la revisión de la bibliografía específica, surge que los cromógenos más frecuentes en diferentes materialidades arqueológicas (e.g., pigmentos, cerámicas, arte rupestre) consisten mayoritariamente en: óxidos e hidróxidos de hierro (e.g., hematita, ferrihidrita, magnetita) en los tonos rojizos; carbonatos de calcio, anatasita, caolinita y yeso en los blancos; y óxidos de manganeso y carbón, en los negros (Siddall, 2018). A partir de los resultados aquí presentados encontramos similitudes y diferencias con estas tendencias generales. Las capas rojizas fueron caracterizadas como pinturas, de mayor espesor que las registradas en la bibliografía consultada, que muestran diferencias texturales y un límite nítido en relación con la matriz subyacente. Las pinturas rojas se componen de hematita junto con los mismos minerales que componen la pared cerámica y su aprovisionamiento se habría dado en un rango no superior a los 60 km (véase discusión en Bonomo et al., 2024). Las capas amarronadas no corresponden a capas coloreadas intencionalmente, debido a que presentan inclusiones del mismo tamaño que la matriz subyacente, poseen espesores irregulares que llegan a exceder

los valores máximos para un engobe y no muestran diferencias composicionales. Las diferencias cromáticas entre las superficies y el cuerpo cerámico podrían explicarse por las condiciones de cocción, sin que haya mediado el agregado de color, aspecto que será corroborado mediante ensayos experimentales. Por último, las capas negras no exhiben cromógenos de origen mineral sino que, al menos en algunos casos, se componen de carbón y consisten en capas regulares de muy poco espesor (Bonomo et al., 2024). Resta explorar, mediante ensayos experimentales, qué tipo de tratamiento poscocción genera acabados similares a los observados en las cerámicas arqueológicas.

El diseño metodológico de largo alcance, del que esta investigación forma parte, no solo busca acercarse a las elecciones técnicas de la *chaine opératoire* cerámica sino que tiene el propósito más ambicioso de conocer los modos de aprovisionamiento, procesamiento y uso de las materias primas colorantes. Si bien las tecnologías cerámica y del color están estrechamente relacionadas, el uso de pigmentos se asocia, además, con la decoración de diversos soportes como cueros, rocas e incluso el cuerpo humano. Pero las funciones desempeñadas por los colorantes exceden la ornamentación, ya que poseen propiedades antimicrobianas, abrasivas y secantes (Di Prado et al., 2022b y trabajos allí citados; Fanti et al., 2024). En este sentido es que este trabajo representa un punto de partida para iniciar líneas de investigación que permitan responder algunos de los siguientes interrogantes: ¿qué instrumental se utilizaba para reducir los pigmentos a polvo, ante la escasez de artefactos de molienda elaborados en roca en el repertorio tecnológico de las sociedades Goya-Malabriga?, ¿estuvieron implicadas algunas piezas cerámicas en su procesamiento?, ¿se aplicaban las mismas recetas de elaboración de mezclas pigmentarias (sobre todo rojizas) en la alfarería y los restos óseos humanos? Con la profundización del conocimiento acerca del entrelazamiento de las distintas *chaines opératoires* (Lemonnier, 1992) se obtendrá una visión más completa de la tecnología prehispánica de las sociedades Goya-Malabriga del DSP.

## Agradecimientos

Agradecemos a Diego Gobbo por la ayuda en la confección de la Figura 1 y a las instituciones que nos brindan espacios de trabajo: Instituto de

Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano (INCUAPA); Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica (CETMIC), y Centro de Estudio sobre Patrimonios y Ambiente (CEPyA), Escuela de Arte y Patrimonio, Escuela de Hábitat y Sostenibilidad (EAyP-EHyS).

## REFERENCIAS CITADAS

- Alí, S., Pérez, M., Bozzano, P. y Domínguez, S. (2020). Pigmentos en la cerámica del Humedal del Paraná inferior: análisis físico-químico MEB-EDX. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, 25(1), 171-182. <https://doi.org/10.4067/s0718-68942020000100171>
- Baldacci, F. (2024). *Análisis Arqueológico Integral de la Tecnología Cerámica de Cuencas Fluviales del Centro-Este Santafesino (ríos Coronda y Salado del Norte): diversidad de líneas de abordaje* [Tesis de doctorado, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba].
- Balfet, H., Fauvet-Berthelot, M-F. y Monzón, S. (1992). *Normas para la descripción de vasijas cerámicas*. Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos.
- Bonomo, M., Castiñeira Latorre, C., Di Prado, V., Ramos van Raap, M.A., Blasi, A., Arzadún, G. y Block, D. (2024). Archaeometric analysis of pigments from archaeological contexts in the Upper Delta of the Paraná River (Argentina). *Archaeometry*, 8, 1-22. <https://doi.org/10.1111/arcm.13020>
- Capdepont, I. y Bonomo, M. (2010-2011). Análisis petrográfico de material cerámico del Delta del Paraná. *Anales de Arqueología y Etnología*, 65-66, 127-147.
- Castiñeira Latorre, C., Apolinaire, E., Blasi, A., Politis, G., Bonomo, M. y Mari, F. (2017). Pre-Hispanic earthwork engineering variability in the Upper Delta of the Paraná River. A comparative study between Los Tres Cerros mounds (Entre Ríos province, Argentina). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 13, 322-332. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.04.002>
- Ceruti, C. N. (2003). Entidades culturales presentes en la cuenca del Paraná medio (margen entrerriano). *Mundo de Antes*, 3, 111-135.
- Cotkin S. J., Carr, C., Cotkin, M. L., Dittert, A. E. y Kremser, D. T. (1999). Analysis of slips and other inorganic surface materials on Woodland and Early Fort Ancient Ceramics, South-Central Ohio. *American Antiquity*, 64(2), 316-342. <https://doi.org/10.2307/2694282>
- De La Fuente, G. A., Marte, F. D., Mastrángelo, N. E., Martínez Carricando, M., Rozas, G., Vera, S. D., Nazar, C. y Tascón, M. (2021). Raman and FT-IR spectroscopy of prefiring paintings and slips in pre-Hispanic South American pottery. The case of Diaguita Inca pottery: an initial glazing-painting process? (Tinogasta, Catamarca, Argentina). *Archaeological and Anthropological Sciences*, 13, 10. <https://doi.org/10.1007/s12520-020-01260-6>
- Di Prado, V. (2015). *Estudio comparativo de las prácticas de elaboración y uso de la alfarería prehispánica del centro-este de Argentina desde una perspectiva macrorregional* [Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata].
- Di Prado, V. (2017). Propuesta para el análisis a nivel macroscópico de cerámicas arqueológicas: un abordaje desde el centro-este de Argentina. *Comechingonia*, 21(1), 261-286. <https://doi.org/10.37603/2250.7728.v21.n1.19394>
- Di Prado, V. (2018). Prácticas alfareras prehispánicas y procesos de interacción social en el centro-este de Argentina durante el Holoceno tardío. *Latin American Antiquity*, 29(3), 552-571. <https://doi.org/10.1017/laq.2018.28>
- Di Prado, V., Píccoli, C., Silva, C., Morosi, M., Politis, G., Bonomo, M. y Barboza, C. (2020). Communities of practice in pre-Hispanic middle and lower Paraná (northeastern Argentina) Ceramic Petrography Contributions. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 34, 102563. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102563>
- Di Prado, V., Bonomo, M., Conconi, S., Castro, C., Genazzini, C. y Silva, C. (2022a). Lo que ganamos con el fuego. Estudio arqueométrico de las temperaturas de cocción en alfarería prehispánica del Delta Superior del río Paraná (Argentina). *Boletín del Museo Paraense Emílio Goeldi*, 17(3), e20210075. <https://doi.org/10.1590/2178-2547-bgoeldi-2021-0075>
- Di Prado, V., Massigogé, A., Matarrese, A., Conconi, M. S., Genazzini, C. y Gauna, M. (2022b). Buscando colores en la región pampeana: estudio tecno-morfológico-funcional y arqueométrico de minerales pigmentarios de sitios arqueológicos de la Llanura Interserrana, Argentina. *Relaciones*, 47(2), 209-229. <https://doi.org/10.24215/18521479e037>
- Fanti, L., Melosu, B., Cannas, C. y Mameli, V. (2024). Pottery vessels and technology of “colouring materials” in the central-western Mediterranean (Sardinia, Italy) during the Middle Neolithic: an interdisciplinary approach

- combining use-wear and chemical-physical analysis. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 53, 104321. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.104321>
- García Rosselló, J. y Calvo Trias, M. (2006). Análisis de las evidencias macroscópicas de cocción en la cerámica prehistórica: una propuesta para su estudio. *Mayurqa*, 31, 83-112.
- Gheco, L., Gastaldi, M., Marte, F., Quesada, M., Tascon, M. y Mastrángelo, N. (2017). About fires and paintings: three stratigraphic insights on the history of a cave with prehispanic rock art. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 15, 48-58. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.07.009>
- Gosselain, O. (2018). Pottery chaînes opératoires as Historical Documents. En T. Spear (Ed.), *Oxford Research Encyclopedia of African History* (pp. 1-41). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190277734.013.208>
- Lemonnier, P. (1992). *Elements for an Anthropology of Technology*. Museum of Anthropology, University of Michigan. <https://doi.org/10.3998/mpub.11396246>
- Letieri, F., Cocco, G., De La Fuente, G., Meletta, H. y Alberico, C. (2012). La variabilidad y complejidad artefactual de la producción alfarera procedente del área de estudio correspondiente al primer asentamiento europeo en la cuenca del Río de La Plata: Fuerte Sancti Spiritus (1527-1529): un abordaje interdisciplinario. En E. M. Rodríguez Leirado y D. Schávelzon (Eds.), *Actas del V Congreso Nacional de Arqueología Histórica* (Tomo II; pp. 464-490). Editorial Académica Española.
- López, M. A. (2000-2002). Técnicas de acabado de superficie de la cerámica arqueológica: indicadores macro y microscópicos. Una revisión sobre las técnicas de estudio más habituales. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano*, 19, 347-364.
- Marte, F., Careaga, V., Mastrangelo, N., de Faria, D. y Maier, M. (2014). The Sibyls from the church of San Pedro Telmo: a micro-Raman spectroscopic investigation. *Journal of Raman Spectroscopy*, 45, 1046-1051. <http://dx.doi.org/10.1002/jrs.4616>
- Matarrese, A., Di Prado, V. y Poiré, D.G. (2011). Petrologic analysis on mineral pigments from hunter-gatherers archaeological contexts (Southeastern Pampean region, Argentina). *Quaternary International*, 245(1), 2-12. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.11.005>
- Ottalagano, F., Domínguez, S. A. y Bozzano, P. B. (2015). Arqueología de los colores: análisis MEB-EDX de mezclas pigmentarias en cerámicas prehispánicas de la cuenca del río Paraná (provincia de Entre Ríos, Nordeste de Argentina). *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, 20(2), 57-68. <https://doi.org/10.4067/s0718-68942015000200004>
- Ottalagano, F., Reinoso, M. y Freire, E. (2020). Análisis químico de pinturas en alfarerías de estilo Goya-Malabriga (Nordeste de Argentina). *Boletín del Museo chileno de Arte Precolombino*, 25(1), 99-113. <https://doi.org/10.4067/s0718-68942020000100099>
- Ottalagano, F. V. y Pérez, M. (2013). Estudios petrográficos comparativos: un acercamiento regional a la tecnología cerámica del delta del Paraná. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano*, Series Especiales, 1(2), 79-94.
- Padilla Fernández, J. J. (2019). La cocción cerámica en la prehistoria: un proceso de especialización marcada en Las Cogotas (Cardenal, Ávila). *Treballs d'Arqueologia*, 23, 87-115. <https://doi.org/10.5565/rev/tda.103>
- Píccoli, C. V. (2020). Alluvial clays and crushes sherds. A petrographic analysis of Middle Paraná pre-hispanic pottery (south America). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 32, 102392. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102392>
- Politis, G. y Bonomo, M. (Eds.). (2018). *Goya-Malabriga: arqueología de una sociedad indígena del noreste argentino*. Editorial UNICEN.
- Rietveld, H. M. (1969). A profile refinement method for nuclear and magnetic structures. *Journal of Applied Crystallography*, 2, 65-71. <https://doi.org/10.1107/S0021889869006558>
- Rodríguez-Carvajal, J. (2001). Recent Developments of the Program FULLPROF. *Boletín de la Comisión de Difracción de Polvos (IUCr)*, 26, 12-19.
- Rye, O. S. (1981). *Pottery Technology. Principles and Reconstruction*. Taraxacum.
- Schmitz, P. I., Ceruti, C. N., Rex González, A. y Rizzo, A. (1972). Investigaciones arqueológicas en la zona de Goya (Corrientes, Argentina). *Dédalo*, 15, 10-122.
- Serrano, A. (1946). Arqueología del Arroyo Las Mulas en el noroeste de Entre Ríos. *Publicaciones del Instituto de Arqueología, Lingüística y Folklore "Dr. Pablo Cabrera"*, 13, 1-118.
- Serrano, A. (1972). *Líneas fundamentales de la arqueología del Litoral (una tentativa de periodización)*. Publicaciones de la Universidad Nacional de Córdoba, Instituto de Antropología.

- Siddall, R. (2018). Mineral pigments in archaeology. Their analysis and the range of available materials. *Minerals*, 8(5), 201. <https://doi.org/10.3390/min8050201>
- Silva, C. B. (2018). Formas cerámicas Goya-Malabrigó: variabilidad y tipos morfológicos. En G. Politis y M. Bonomo (Eds.), *Goya-Malabrigó: arqueología de una sociedad indígena del Noreste argentino* (pp. 73-87). Editorial UNICEN.
- Solá, P., Yacobaccio, H. D., Rosenbusch, M., Alonso, M. S., Maier, M. S., Vázquez, C. y Catá, M. P. (2013). Hematita vs. arcillas: su potencial como pigmentos rojos y su uso en tres sitios de la Puna jujeña (Argentina). *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, 18(1), 67-83. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-68942013000100005>
- Torino, R. (2024). *Modos de hacer la cerámica guaraní en el límite meridional de su expansión poblacional (Delta del Paraná y Río de la Plata)* [Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata].
- Torres, L. M. (1911). *Los primitivos habitantes del Delta del Paraná*. Biblioteca Centenaria IV, Universidad Nacional de La Plata.

## NOTAS

1.- Se utiliza el concepto de tradición técnica, definido por Gosselain (2018) como un modo de hacer compartido por un grupo de alfareros/as que deriva, a la vez, de un conjunto de conocimientos aprendidos en una determinada comunidad de práctica.

2.- Se toma la distinción entre cromógeno y cromóforo planteada por Solá y colaboradores: cromógeno (del gr., chroma: color y genno: que genera): compuesto que contiene al elemento cromóforo en la estructura cristalina, ya sea como elemento fundamental [Fe<sup>3+</sup> en hematita] o como traza en la estructura mineral. Cromóforo (chroma: color y phor(o): que lleva): elemento químico que reacciona frente a la luz produciendo un delta de energía, el electrón produce la emisión del color cuando salta a otro nivel energético (Solá et al., 2013).