

PIGMENTOS DE LA ALFARERÍA TUPIGUARANÍ: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO MEB-EDX

Sheila Ali¹
Maricel Pérez²
Mirian Carbonera³
Patricia Bozzano⁴
Silvia Domínguez⁴

Recebido em 07.08.2017; Aceito 09.10.2017

Resumen

Durante el Holoceno tardío, los grupos históricamente denominados guaraníes ocuparon una vasta extensión geográfica, que abarcó el sur de Brasil, sectores de Paraguay y Uruguay y el cuadrante nordeste de Argentina llegando hasta la región del Río de la Plata. Fueron sociedades que basaron su economía en la agricultura de mandioca, maíz y la explotación de recursos faunísticos variados. Su alfarería, producida en gran cantidad, posee una tipología y un estilo distintivos. Las técnicas decorativas principales aplicadas en la cerámica fueron el corrugado, la pintura y el unguiculado. En el caso de la segunda, la aplicación de trazos de color rojo sobre una base de color blanco constituye el patrón más representativo de la alfarería guaraní. En este artículo presentamos los resultados obtenidos del análisis de los pigmentos empleados en la cerámica a través de la técnica MEB-EDX. El objetivo consiste en establecer las posibles materias primas empleadas en la producción de cada uno de los pigmentos y comparar las muestras obtenidas en los sitios Caxambu do Sul (Estado de Santa Catarina, Brasil) y Corpus (provincia de Misiones, Argentina) para observar si existió variabilidad dentro de esta misma unidad arqueológica en las elecciones técnicas de los artesanos de las diferentes zonas.

Palabras clave: Guaraníes – Alfarería – Pigmentos – Análisis físico-químicos

Abstract

During the late Holocene, the groups historically called Guaraníes occupied a vast geographic extension that included the south of Brazil, sectors of Paraguay and Uruguay and the northeast quadrant of Argentina arriving until the region of the Rio de la Plata. They were societies that based their economy on the agriculture of cassava, maize and the exploitation of varied fauna resources. Its pottery, produced in great quantity, has a distinctive typology and style. The main decorative techniques applied in the ceramics were the corrugated, the painting and nailed. In the case of the second, the application of red strokes on a white base is the most representative pattern of Guaraní pottery. In this

1 CONICET – Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, 3 de febrero 1378, C1426BJN, Ciudad de Buenos Aires, Argentina, email: sheilagriselali@yahoo.com.ar

2 CONICET – FHyCS, UNaM. Tucumán 1946, N3300BSP, Posadas, Misiones, Argentina. Email: maricelperez@gmail.com

3 Centro de Memória do Oeste de Santa Catarina e Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Av. Senador Atílio Fontana, 591-E, CP 1141, Santa Catarina, Brasil, email: mirianc@unochapeco.edu.br

4 Laboratorio de Microscopia Electrónica, Gerencia Materiales, Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica / Instituto Sábató, Universidad Nacional de San Martín – Av. Gral. Paz 1499 (1650) San Martín, Buenos Aires, Argentina, email: sdoming@cnea.gov.ar, pbozzano@cnea.gov.ar

paper, we present the results obtained from the analysis of the pigments used in the ceramics through the MEB-EDAX technique. The objective is to establish the possible raw materials used in the production of each of the pigments and to compare the samples obtained at the Caxambu do Sul (State of Santa Catarina, Brazil) and Corpus (province of Misiones, Argentina) sites to observe if there was variability within this same archaeological unit in the technical choices of the artisans of the different zones.

Keywords: Guaraní - Pottery - Pigments - physico-chemical analysis

Introducción

El origen de los grupos humanos que generaron la unidad arqueológica Guaraní es rastreada, a través de análisis lingüísticos y genéticos, hasta hace, por lo menos, 2500 años AP en el actual estado de Rondônia, ubicado en el sudoeste de Amazônia (Loponte y Acosta, 2013). Estos grupos han sido caracterizados como sociedades con una base agrícola centrada en la mandioca y el maíz, quienes conformaban grandes aldeas integradas por familias extensas que respondían a una autoridad centralizada. La economía estaba complementada con la caza de mamíferos terrestres y de hábitos acuáticos, como así también por la pesca fluvial y, en el caso de los sitios de la costa atlántica, se incluyó una sustancial explotación de los recursos marítimos. Los conjuntos cerámicos guaraníes presentan una alfarería distintiva, compuesta por grandes recipientes decorados mediante la técnica de corrugado y pintado bi y tricolor, con guardas características. Los artefactos líticos más comunes son lascas de filo natural, hachas pulidas y tembetás confeccionados generalmente en cuarzo y resinas vegetales (Prous, 2011; Loponte & Carbonera, 2015). Estos grupos humanos se expandieron en dirección al sur de Brasil llegando al Río de la Plata hace 700 años AP, siendo ésta la extensión geográfica más meridional conocida hasta el momento. Aún desconocemos las causas de estas migraciones, pero se entiende que los cursos fluviales, como los ríos Paraná y Uruguay en Argentina, habrían actuado como corredores biogeográficos que permitieron la colonización de ambientes selváticos y de los bosques cálidos del sudeste de Sudamérica (Acosta *et al.*, 2010).

La categoría “guaraní” fue construida durante la segunda mitad del siglo XIX y principios del siglo XX. Se basó, principalmente, sobre fuentes etnohistóricas, crónicas de los primeros viajeros y colonizadores, y trabajos etnográficos realizados sobre poblaciones hablantes del dialecto guaraní que conservaban conductas materiales y simbólicas ampliamente distribuidas desde el sur de Brasil hasta el Río de la Plata. Dichas poblaciones históricas se ubicaban en la misma región geográfica donde actualmente se reconocen muchos de los sitios arqueológicos documentados y los restos materiales se condicen con numerosas prácticas registradas etnográficamente. La similitud que se observa entre el registro arqueológico y etnográfico permite plantear como la hipótesis más probable que los restos arqueológicos fueron generados por los antepasados de estos grupos históricos (Loponte & Acosta, 2013).

Por otra parte, las investigaciones arqueológicas desarrolladas en Brasil y Argentina sobre los grupos guaraníes han tenido, a grandes rasgos, recorridos similares. En Brasil, durante la década del '60 se desarrolló el Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas (PRONAPA) dirigido por los arqueólogos norteamericanos Betty Meggers y Clifford Evans (Prous, 2005). La definición de la “Tradición Tupiguaraní” se realizó a través del uso de la cerámica como fósil guía, por esta razón se privilegiaron las excavaciones pequeñas o recolecciones superficiales con la finalidad de establecer fases temporales a través de este material (Prous, 2011). En Argentina, las investigaciones de contextos guaraníes comenzaron a finales del siglo XIX y principios del XX (Ambrosetti, 1897; Outes, 1917, 1918; Vignati, 1936, entre otros), sin embargo, su desarrollo a lo largo del tiempo fue discontinuo (Acosta *et al.*, 2010). Al igual que en Brasil, los estudios se focalizaron en los

aspectos estilísticos y tipológicos de la alfarería con la finalidad de caracterizar el “patrón guaraní”. En la actualidad, en ambos países, se reconocen una multiplicidad de aspectos para definir a dichos grupos, tales como: la organización social, la forma de explotación del ambiente, la tecnología (cerámica, lítica, ósea) y las prácticas mortuorias (Noelli, 1999-2000; Loponte & Acosta, 2013). En algunos trabajos estos contextos son denominados “protoguaraníes” (cf. Prous, 2011), en nuestro caso utilizaremos la categoría “guaraní” en relación a una multiplicidad de rasgos tecnoestilísticos identificados en el registro arqueológico, que conforman una unidad arqueológica definida (ver Loponte & Acosta, 2013).

El objetivo principal de este artículo consiste en analizar los pigmentos empleados en la alfarería guaraní a través del análisis físico-químico MEB-EDX, con la finalidad de identificar las materias primas empleadas en la composición de las mezclas pigmentarias. Para tal fin, se han empleado tiestos cerámicos provenientes de los sitios Caxambu do Sul (Estado de Santa Catarina, Brasil) y Corpus (provincia de Misiones, Argentina), los cuales nos permiten observar las elecciones técnicas tomadas por los artesanos de diferentes zonas. Este trabajo se realizó en el marco del proyecto binacional “Arqueología del Bosque Atlántico Meridional Sudamericano” (ABAMS), dirigido por Daniel Loponte y Mirian Carbonera.

La alfarería guaraní

Los grupos guaraníes confeccionaron una cerámica con características particulares, lo que permite identificarla a pesar de la gran extensión geográfica que han tenido en el pasado estas poblaciones. Aunque se han destacado variantes regionales, las formas de las vasijas, las reglas de proporción y las técnicas de decoración, plástica o pintada, reflejan una alta estandarización que permite distinguir un estilo propio. Las investigaciones realizadas sobre la alfarería guaraní se han abocado a diferentes etapas de la cadena operativa tales como los tipos de pasta, las formas de manufactura, los tipos de vasijas, la cocción y la decoración. En este apartado mencionaremos brevemente los aspectos tecnológicos de este tipo de alfarería y nos enfocaremos con mayor detenimiento en la decoración pintada.

Para comenzar, la pasta de la alfarería guaraní ha sido descrita como tosca, poco homogénea y con una textura compacta, cuyos antiplásticos más comunes son los tiestos molidos, la arena y los granos de hematita (Prous, 2011). Las técnicas empleadas para su confección fueron el enrollamiento, el modelado, el espiralado y el pastillaje, esta última, era utilizada para confeccionar las paredes de las vasijas más pequeñas. Aquellas que tienen una base cónica debían ser utilizadas mediante camas o enterradas hasta en su tercera parte, debido al gran tamaño de la vasija (Rizzo & Shimko, 2003).

Por otra parte, las formas de las vasijas guaraníes presentan una morfología compleja que se caracteriza por poseer urnas con hombros escalonados, con variados diseños de perfil compuestos por puntos angulares y estrechamientos de contornos, especialmente en los recipientes más grandes (Prous, 2011) (figura 1). Se han identificado una gran variedad de tipos de vasijas y, a partir de la recuperación de las crónicas de Antonio Ruiz Montoya, un religioso del siglo XVII, fue posible obtener los nombres que los indígenas otorgaban a determinadas piezas y los usos particulares que cada una de ellas tenía en tiempos históricos (La Salvia & Brochado, 1989). Esta terminología indígena se sigue utilizando hasta la actualidad (Loponte & Carbonera, 2015) y fue aplicada en los estudios sobre proporciones de formas realizados por Brochado (Brochado & Monticelli, 1994; Mohr, 2015). En general, la tipología construida para la alfarería guaraní incluye los siguientes ejemplares: *yapepó* (grandes vasijas usadas para cocinar), *ñaetá* (cacerolas para cocinar), *ñamopiu* (platos para hornear), *cambuchí* (jarras para bebidas), *ñaembé* (platos para comer) y *cambuchí caguabá* (cuencos para beber).

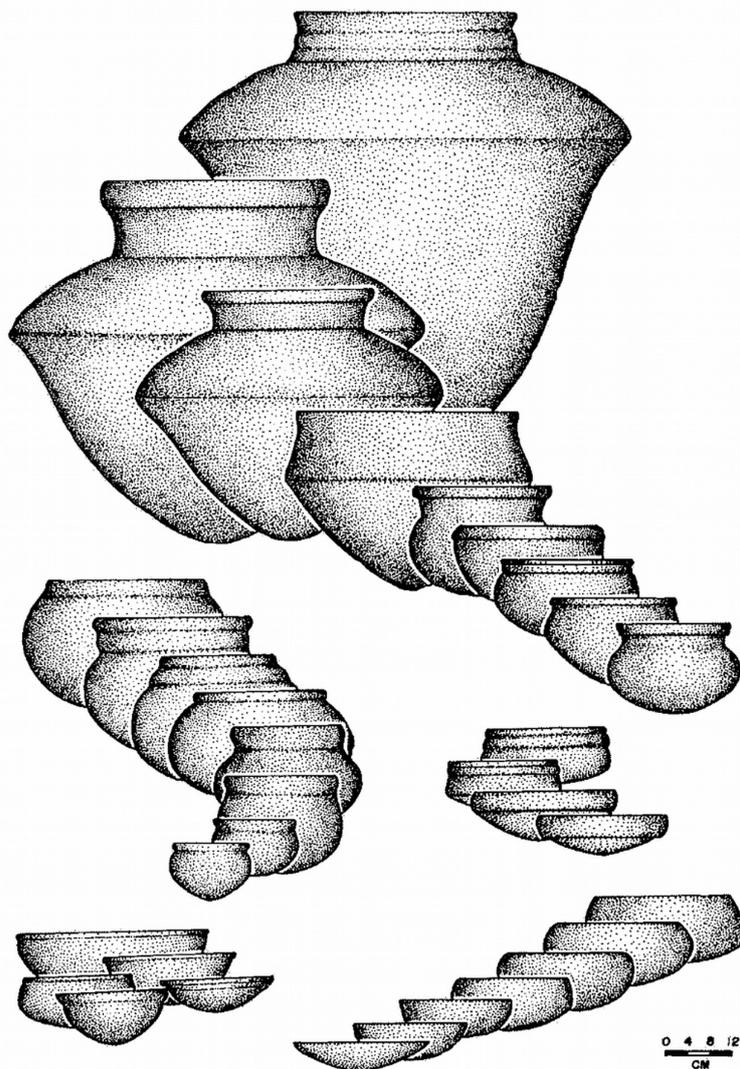


Figura 1. Formas de vasijas guaraníes, extraído de Schmitz (1991).

Por otra parte, en relación a la decoración, en la porción meridional de la distribución de estos grupos, la técnica del corrugado, que consiste en la aplicación de la yema de los dedos sobre la superficie aún blanda, posee una alta representatividad en los conjuntos cerámicos. En menor proporción, se utilizaron las técnicas de pintura y unguiculado (Prous, 2011). Los colores empleados en la decoración pintada fueron el rojo, el blanco y el negro, los cuales poseen variantes en sus tonalidades. La pintura de dos o tres colores se restringía al sector de la vasija ubicado entre el labio hasta la carena, quedando este espacio delimitado como una guarda. Por lo general, se aplicaba un engobe blanco en este espacio, sobre el cual se usaban pigmentos rojos y/o negros en trazos más finos, aunque en algunas ocasiones esta regla puede invertirse (Loponte & Carbonera, 2015). Los motivos realizados fueron en su totalidad geométricos. Oliveira (2011) destaca que las formas geométricas raras veces aparecían en formas simples sino que lo más común era que se presentaran combinadas formando conjuntos de infinitas variaciones. Por otra parte, Prous (2011) menciona como regla básica de la pintura guaraní lo que denominan: el “horror al vacío”. Esta concepción implica que, sobre los campos delimitados entre los puntos de inflexión del cuello y el borde, se realizaban motivos pintados basados en la repetición continua de líneas y guardas (Loponte & Carbonera, 2015). La pintura era aplicada previa a la cocción, lo que producía que la misma sea frágil y fácilmente lavable (Prous, 2011).

Las formas de las vasijas y el uso que posteriormente tendrían eran aspectos importantes para el artesano al momento de realizar la decoración. Por esta razón, los tipos de vasijas mencionados anteriormente no eran decorados de igual manera. En el caso de las *yapepó* y las *cambuchís* chicas eran preferentemente decoradas a partir del corrugado, las *caguabá*, *ñaeta* y *cambuchís* grandes eran casi siempre pintadas, mientras que las vasijas más pequeñas con formas abiertas presentan la técnica de unguiculado (Prous, 2011). En el caso de las vasijas pintadas, las formas y los relieves de las piezas eran importantes para la forma de realización y el tamaño de los motivos (Prous, 2011). Los usos que tendrían las piezas pintadas se relaciona no sólo con la esfera de la vida doméstica sino también con las actividades ceremoniales y/o mortuorias. Las *cambuchís* grandes no sólo eran empleadas para almacenar agua y/o bebidas fermentadas, sino que, además, se usaban como urnas funerarias para enterramientos primarios o secundarios. Y las *cambuchís caguabá* eran jarros o vasos muy elaborados utilizados en ceremonias y ritos para beber bebidas alcohólicas derivadas del maíz o la mandioca que, también, se depositaban como ajuar en los enterratorios (Mohr, 2015).

Los sitios arqueológicos

En este artículo se han analizado distintos tuestos cerámicos pintados de los sitios guaraníes Corpus (provincia de Misiones, Argentina) y Caxambu do Sul (Estado de Santa Catarina, Brasil). El primero se ubica sobre el Alto río Paraná y, el segundo, en la margen derecha del río Uruguay y se calcula que poseen una distancia, en línea recta, de 245 km entre ambos (figura 2).



Figura 2. Mapa con la ubicación de los sitios Corpus y Caxambu do Sul.

El sitio Corpus fue estudiado en el año 2013 dentro del marco del proyecto “Arqueología del Bosque Atlántico Meridional Sudamericano” (ABAMS) y la parte excavada dentro del sitio corresponde a un área residencial. En esa excavación se han extraído 18 m² en cuadrículas de 2 x 3 m (Loponte & Carbonera, 2015; Silvestre, 2014) (figura 3). El sitio se encuentra localizado en la selva paranaense, la cual se desarrolla por encima de los 600 msnm y se caracteriza por tener un ambiente tropical y subtropical (Loponte *et al.*, 2016). La estratigrafía se compone por un estrato superficial compuesto por arenas fluviales de 50 cm, luego continúa una capa de tierra negra antropogénica con un espesor variable entre los 50 a 70 cm y, por último, se observa un nuevo estrato similar al primero, pero arqueológicamente estéril (Silvestre, 2014). Entre los restos materiales encontrados se destaca una gran cantidad de alfarería, numerosos instrumentos líticos y escasos restos faunísticos. La colección se encuentra bajo análisis en el Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano en la Ciudad de Buenos Aires,

Argentina. Además, se hallaron restos humanos de dos individuos. Sobre uno de ellos se ha realizado un fechado radiocarbónico que arrojó una edad de 495 ± 20 años ^{14}C AP (UCIAMS 134675), el cual es similar a otro fechado realizado sobre hueso de mamífero que presenta una cronología de 459 ± 43 ^{14}C AP (AA 103647). También se han realizado análisis isotópicos sobre ambos individuos que han reflejado dietas diversas (Loponte *et al.*, 2016). En una de las muestras se observa una dieta continental mixta con consumo de maíz y proteína animal, mientras que, en la segunda, la dieta es típicamente marina, similar a aquellas documentadas en contextos costeros del litoral marino de Santa Catarina. Esta información es relevante para analizar los movimientos dentro de las poblaciones a lo largo de más de 600 km de distancia (Loponte *et al.*, 2017).

En relación a la alfarería, remitimos al trabajo de Pérez & Ali (2017), en este mismo volumen, donde se presentan los resultados del análisis de alrededor de 2000 fragmentos cerámicos.



Figura 3. Arriba: Vista general y trabajos de preparación del área de excavación del sitio Corpus. Abajo: Vista de las cuadrículas 1, 2 y 3.

En segundo lugar, se han analizado muestras del sitio Caxambu do Sul, ubicado en el municipio homónimo dentro de la propiedad de Adão Sasanowisk. Durante la década del '90 se realizó un trabajo de recolección aleatoria y superficial de emergencia promovido por el Centro de Memoria del Oeste Catarinense debido a la erosión de una barranca que estaba siendo arrastrada por la corriente del río. Se recolectaron alrededor

de 900 fragmentos cerámicos, dentro de los cuales más del 15% presentan la aplicación de pintura (Mohr, 2015). Actualmente, el sitio se encuentra bajo el lago de la Usina Hidroeléctrica de Foz do Chapecó (Mohr, 2015) y, lamentablemente, no cuenta con fechados radiocarbónicos (figura 4).

En relación a la colección cerámica, la misma se compone por 903 tiestos cerámicos de los cuales 153 presentan la técnica del pintado, 393 corrugado, 17 cepillado, 12 unguiculado, 4 fragmentos presentan pintado y corrugado y los demás son lisos. Además, en el análisis realizado por Mohr (2015), los bordes pintados en los que pudieron identificarse las tipologías de vasijas presentaron los siguientes resultados: *ñaetá* (n:6), *cambuchí* (n:8), *ñaembé* (n:14) y *cambuchí caguabá* (n:34). En la muestra de cerámica pintada, el patrón de decoración más representativo es aquel de líneas rojas aplicadas sobre un fondo blanco y en un bajo porcentaje aparecen ejemplares con un patrón inverso (Mohr, 2015).



Figura 4. Arriba: Fragmentos de alfarería en superficie de los trabajos realizados en 1990, momento en el que se detecta el sitio Caxambu do Sul. Abajo: Fotografía del área de recolección de cerámica en la expedición de la década de 1990, antes de que se realice la Usina Hidroeléctrica de Foz do Chapecó.

Materiales y métodos

La arqueometría ha tenido un crecimiento continuado desde hace varias décadas y en la cerámica guaraní se han aplicado una gran variedad de técnicas, tales como: la petrografía (Pérez & Montenegro, 2008; Pérez *et al.*, 2009; Capdemont & Bonomo, 2012),

la fluorescencia de rayos X (Silva *et al.*, 2004; Bona *et al.*, 2007; Carbonera, Appoloni & Santos, en prensa), la espectrometría Raman (Faria *et al.*, 2002) y los análisis de ácidos grasos (Angrizani & Constenla, 2010; Pérez *et al.*, 2013, 2015), entre otros. Sin embargo, los estudios aplicados específicamente en los pigmentos presentes en la alfarería no son tan numerosos. Pueden mencionarse los estudios de espectrometría de rayos X presentados por Almeida (2008) sobre alfarería del complejo Tupi de Amazonía central, y los de fluorescencia de rayos X de Espinosa Quiñones *et al.* (2003) sobre cerámica guaraní, cuyos resultados serán discutidos posteriormente. En este trabajo se ha empleado la técnica de microscopía electrónica de barrido y microanálisis por dispersión de energía de rayos-X (MEB-EDX). Por una parte, en el caso de la microscopía de barrido, este estudio permite conocer la textura y microestructura de la superficie de las piezas cerámicas mediante imágenes de muy alta resolución. Por otra parte, la dispersión de energía de rayos-X, nos sirve para suministrar información cualitativa y cuantitativa sobre la composición química de la muestra. Ambas técnicas son de carácter no destructivo y permiten aportar datos sobre la caracterización elemental de las pinturas en su fracción inorgánica. En las etnografías sobre grupos guaraníes, es común que se mencione el empleo de una gran variedad de vegetales y frutos para la preparación de pinturas (Keller, 2010). Uno de los ejemplos más mencionados es el uso del fruto urucum (*Bixa orellana*) para realizar mezclas pigmentarias de color rojizo o amarillo, aplicadas también sobre el cuerpo (La Salvia & Brochado, 1989). Hay que destacar que, si bien esta técnica detecta la presencia de carbono, no permite reconocer los elementos orgánicos potencialmente empleados para la conformación de mezclas pigmentarias (Garratt-Reed & Bell, 2003). Por lo tanto, debemos plantear las potencialidades y limitaciones que poseen las distintas técnicas arqueométricas para comprender el grado de conocimiento que podemos alcanzar sobre las prácticas llevadas a cabo en el pasado.

Los estudios presentados en este artículo se realizaron en los laboratorios de la Gerencia de Materiales del Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y se empleó un equipo FEI Quanta 200, provisto con equipo de Microanálisis Dispersivo en Energías de Rayos-X, EDAX Génesis Ápex 2. Se realizaron análisis físico-químicos sobre tres tipos de pigmentos utilizados para decorar la alfarería guaraní: color rojo, color blanco y color negro. Cabe destacar, que la técnica empleada constituye una herramienta eficaz para el análisis de los pigmentos ya que posee una penetración de, aproximadamente, un micrón cúbico. Por lo tanto, la presencia de elementos provenientes de la pasta tiene una incidencia menor en relación a los elementos presentes en las coberturas de las cerámicas (Yacobaccio *et al.*, 2008). En el caso del sitio Corpus, además de los análisis sobre pigmentos, se ha realizado un estudio sobre la pasta, con la finalidad de realizar comparaciones. Lamentablemente, en el sitio Caxambu do Sul todavía no contamos con el análisis de pasta para este trabajo, pero se pueden observar tendencias compartidas en los análisis de los distintos pigmentos que reflejan los elementos que se mantienen en todos los casos en niveles similares y, por lo tanto, están formando parte de la pasta del tiesto cerámico.

En este trabajo se han analizado 3 tiestos del sitio Corpus (figura 5) y 6 del sitio Caxambu do Sul (figura 6). Los mismos fueron colocados directamente en el portaobjetos, para luego realizar análisis en los puntos o campos que fueran seleccionados. Este tipo de estudio permite realizar múltiples análisis en cada una de las piezas, por esta razón fueron elegidos, en los casos en que fuera posible, tiestos cerámicos de tamaño pequeño y policromos. Sólo en la pieza 3 del sitio Corpus se procedió a extraer una muestra del pigmento negro para su análisis debido al gran tamaño de la misma que dificultó la generación de vacío que necesita el equipo para funcionar. En la tabla 1 se muestran los pigmentos que han sido analizados en cada una de las piezas. Cabe aclarar que, en las imágenes obtenidas bajo el microscopio de barrido, los pigmentos no se presentan como

una capa homogénea, por esta razón, en algunos casos se ha realizado más de un análisis sobre un tipo de pigmento de una misma pieza. En la sección de resultados estos casos serán detallados. Además, destacamos que los datos vertidos en las tablas y gráficos de la siguiente sección se expresan bajo la unidad de medida denominada porcentaje en peso (Wt%) de cada elemento químico detectado en la composición analizada.

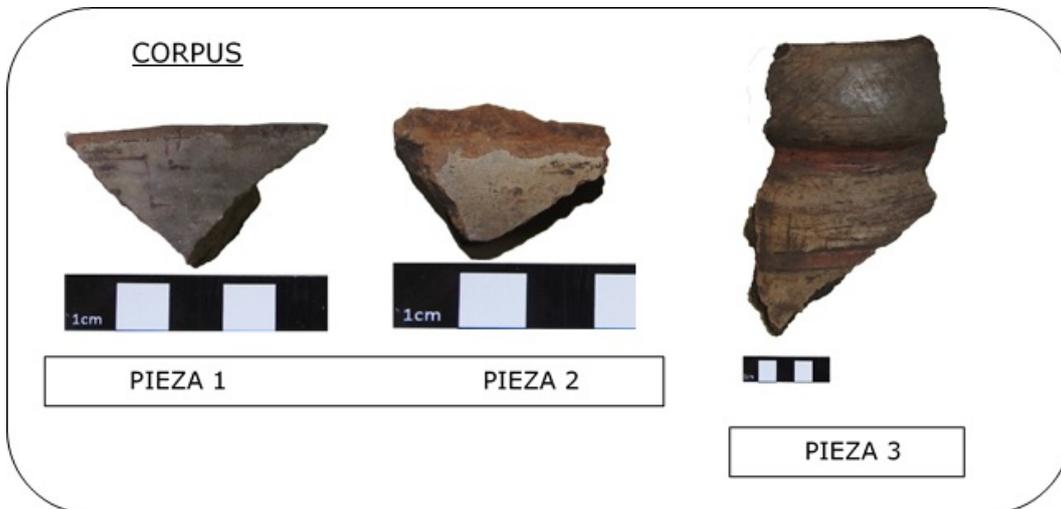


Figura 5. Imágenes de los tiestos del sitio Corpus utilizados para realizar los análisis MEB-EDX.



Figura 6. Imágenes de los fragmentos cerámicos del sitio Caxambu do Sul utilizados para realizar los análisis MEB-EDX.

	Rojo	Blanco	Negro
<i>Pieza 1 – Corpus</i>	X	X	
<i>Pieza 2 - Corpus</i>		X	
<i>Pieza 3 – Corpus</i>			X
<i>Pieza 1 – Caxambu do Sul</i>		X	X

<i>Pieza 2 – Caxambu do Sul</i>	X	X	
<i>Pieza 3 – Caxambu do Sul</i>	X		
<i>Pieza 4- Caxambu do Sul</i>	X		
<i>Pieza 5- Caxambu do Sul</i>	X		
<i>Pieza 6 – Caxambu do Sul</i>	X	X	
TOTAL	6	5	2

Tabla 1. Análisis realizados en cada pieza sobre diferentes tipos de pigmentos.

Resultados

Pigmento rojo

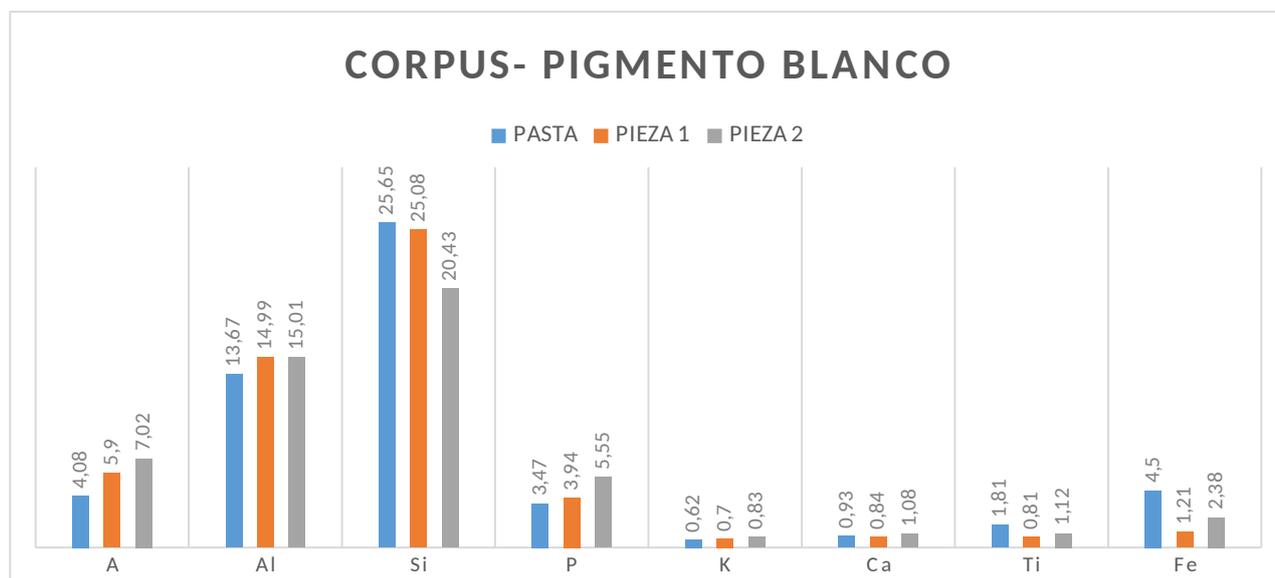
En el caso del sitio Corpus, se realizaron dos análisis MEB-EDX sobre el pigmento rojo presente en el borde y las líneas de la pieza 1 (A y B). En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos en cada análisis y en el gráfico (figura 7) se compara el promedio de ambos estudios con los resultados del análisis de la pasta sin pigmento. A partir de estos resultados se ha observado:

- Nivel elevado de silicio.
- Presencia de manganeso.
- Niveles elevados de hierro.

En relación al silicio, este elemento constituye una parte esencial de la arcilla, por lo que, consideramos que la variación se puede deber al grado de penetración del estudio en la pasta o al empleo de engobes en la aplicación de pigmentos. Por otra parte, la presencia de manganeso en una sola de las lecturas (A), implica que puede ser un elemento incorporado de forma natural en las arcillas que conforman la pasta o que se haya utilizado algún mineral, como la pirolusita (MnO_2). Si bien este mineral se utiliza para lograr colores oscuros, como el negro o el marrón, pudo ser incorporado junto con otros colorantes en la mezcla pigmentaria. Por otra parte, el elemento que se destaca en ambos análisis es el hierro, por lo que consideramos que lo más probable es que se hayan utilizado óxidos férricos tales como hematita (Fe_2O_3) o, por la presencia de hierro y titanio en conjunto, ilmenita ($Fe^{2+}Ti^{4+}O_3$). Estos minerales también han sido planteados para la confección del pigmento rojo de la alfarería de cazadores recolectores del delta medio e inferior del río Paraná (Ottalagano *et al.*, 2015). En este trabajo se utilizó también la técnica MEB-EDX y se obtuvieron valores de hierro similares a los que se observan en Corpus.

CORPUS		
Pigmento Rojo	PIEZA 1	
ELEMENTOS QUÍMICOS	A	B
Carbono	5,67	5,8
Aluminio	11,78	10,12
Sílice	12,82	24,59
Fósforo	4,76	2,67
Potasio	0,47	0,7
Calcio	1,46	0,89
Titanio	0,92	2,39
Manganeso	7,98	0
Hierro	15,02	6,95

Tabla 2. Resultados de los dos análisis MEB-EDAX realizados sobre el pigmento rojo de la pieza 1 de Corpus.



(A y B) realizados sobre el pigmento rojo de la pieza 1 de Corpus.

Figura 7. Se compara el promedio de los dos análisis realizados sobre la pieza 1 (A y B) con los resultados obtenidos del análisis sobre la pasta sin pigmentos.

Por otra parte, en el sitio Caxambu do Sul se han analizado 5 piezas que poseen pigmento rojo, dentro de las cuales se realizaron un total de 9 análisis MEB-EDX, ya que sobre las piezas 4 y 6 se efectuaron dos estudios y tres análisis sobre el fragmento 5. En esta sección presentaremos, en aquellas piezas donde el pigmento rojo fue analizado más de una vez, el promedio de los valores obtenidos para facilitar la comparación de las muestras. En los resultados obtenidos para cada una de las piezas (tabla 3 y figura 8), pueden destacarse los siguientes elementos:

- Niveles elevados de carbono y titanio en la pieza 2.
- Presencia de azufre en la pieza 2 y 3.
- Niveles elevados de hierro en piezas 3, 4, 5 y 6
- Presencia de manganeso en la pieza 6.

En relación a los niveles de hierro, con excepción a la pieza 2, el conjunto analizado muestra valores elevados, llegando a un máximo de 23 en la pieza 6. Si bien las pastas de alfarería guaraní suelen tener niveles elevados de hierro (Appoloni *et al.*, 2001), los valores que se observan en los análisis posteriores reflejan un promedio menor al obtenido en este análisis. Por lo tanto, sostenemos que, al igual que en el sitio Corpus, se utilizaron óxidos férricos tales como la hematita (Fe_2O_3) o la ilmenita ($\text{Fe}^{2+}\text{Ti}^{4+}\text{O}_3$), para conformar pigmentos de color rojizo.

Por último, en relación con la presencia de azufre en dos de las piezas, consideramos que, al no hallarse valores de calcio elevados, no podemos asociarlo a la presencia de yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), el cual es común en la composición de las pinturas rupestres como carga (Yacobaccio *et al.*, 2008; Solá *et al.*, 2013) o en la cerámica en pigmentos blancos (Frère *et al.*, 2016). Por lo tanto, hasta el momento se plantea que es un elemento incorporado de forma natural en las arcillas que conforman la pasta de la cerámica, al igual que la presencia de manganeso.

CAXAMBU DO SUL						
ELEMENTOS QUÍMICOS	PROMEDIO GENERAL	Pieza 2	Pieza 3	Pieza 4	Pieza 5	Pieza 6
Carbono	7,64	17,1	4,13	6,65	5,33	4,99
Magnesio	0,32	0,27	0,63	0,72	0	0
Aluminio	10,31	4,01	14,69	7,67	13,21	11,96
Silicio	21,7	9,39	24,21	26,03	29,26	19,61
Fósforo	0,23	0,62	0,51	0	0	0,23
Potasio	1,01	0,17	2,63	0,78	0,7	0,77
Calcio	2,08	1,16	2,77	2,01	2,29	2,17
Titanio	9,19	35,17	1,74	3,1	1,62	4,34
Manganeso	0,08	0	0	0	0	0,39
Hierro	13,13	3,1	11,82	13,88	13,19	23,69
Azufre	0,11	0,32	0,25	0	0	0

Tabla 3. Resultados de los análisis realizados sobre el pigmento rojo de las piezas 2, 3, 4, 5 y 6 de Caxambu do Sul. Además, se agrega en la primera columna un promedio general de los valores obtenidos para cada elemento químico.

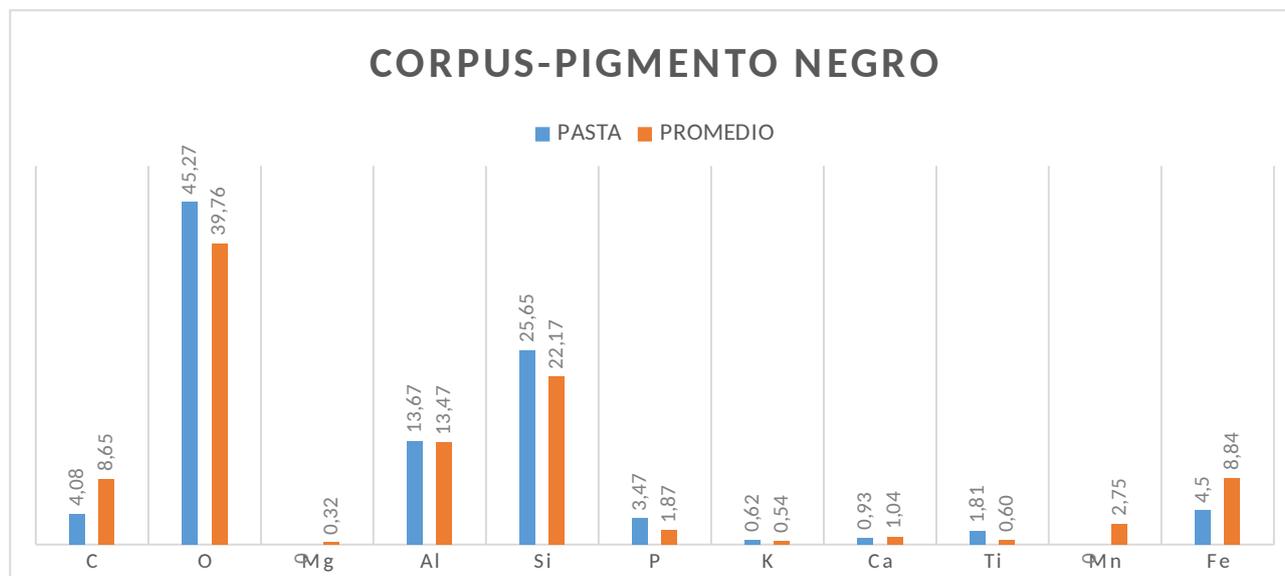


Figura 8. Se comparan los resultados obtenidos en las piezas 2, 3, 4, 5 y 6 sobre el pigmento rojo del sitio Caxambu do Sul.

Pigmento blanco

En el sitio Corpus, se emplearon las piezas 1 y 2 para analizar el pigmento de color blanco y se realizó un estudio MEB-EDX sobre cada una de ellas. Como se observa en la tabla 4 y en la figura 9, los resultados obtenidos presentan las siguientes características:

- Valores similares a la pasta en ambos análisis.
- Niveles levemente elevados de fósforo en ambas lecturas, siendo más pronunciado en la pieza 2.
- Niveles de titanio y hierro menores a los que se observan en la pasta.

En general, los resultados no reflejan importantes diferencias entre los valores obtenidos en las lecturas de las piezas 1 y 2 y aquellos obtenidos en la pasta. El único elemento que puede destacarse es el fósforo, el cual posee un nivel más pronunciado en la pieza 2. En los pigmentos blancos de la alfarería de cazadores-recolectores del delta inferior y medio del Paraná, se ha sugerido el empleo de hueso molido calcinado debido a

los niveles altos de fósforo y calcio obtenidos con la técnica MEB-EDX (Ottalagano *et al.*, 2015). Sin embargo, en este caso los niveles de fósforo no llegan a ser tan altos como en dichas muestras y el calcio no posee variaciones en relación a la pasta. Por lo tanto, hasta no poseer mayores análisis, consideramos que la opción más acertada es el empleo de arcillas blancas como la caolinita ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$).

CORPUS		
PIGMENTO BLANCO		
ELEMENTOS QUÍMICOS	Pieza 1	Pieza 2
Carbono	5,9	7,02
Aluminio	14,99	15,01
Silicio	25,08	20,43
Fósforo	3,94	5,55
Potasio	0,7	0,83
Calcio	0,84	1,08
Titanio	0,81	1,12
Manganeso	-	-
Hierro	1,21	2,38

Tabla 4. Resultados de los análisis MEB-EDAX realizados sobre el pigmento blanco de las piezas 1 y 2 del sitio Corpus.

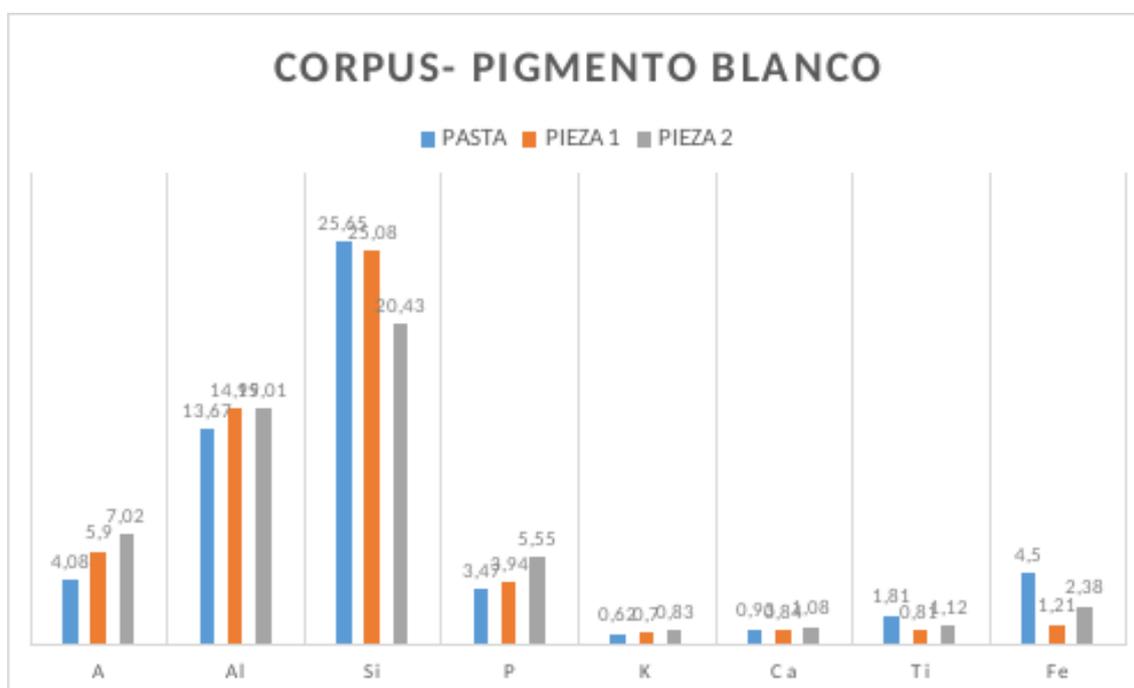


Figura 9. Se comparan los resultados obtenidos en las piezas 1 y 2 del sitio Corpus sobre el pigmento blanco con el análisis de la pasta sin pigmento.

En el sitio Caxambu do Sul, se analizaron las piezas 1, 2 y 6 para estudiar la composición del pigmento blanco. En el caso de las dos primeras se realizó un análisis MEB-EDX para cada una y, en la pieza 6, fueron realizados dos análisis. En este último caso hemos empleado el promedio de ambos estudios para comparar las muestras. Los resultados presentes en la tabla 5 y la figura 10 reflejan lo siguiente:

- No se ha detectado la presencia de fósforo.
- Hay niveles de potasio, calcio y titanio similares a aquellos observados en otros análisis.

Al igual que en el sitio Corpus, consideramos que al no observarse ningún elemento que se destaque de los resultados ya obtenidos, el empleo de las arcillas blancas como la caolinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) es la mejor alternativa a considerar. Los niveles levemente más elevados de aluminio y silicio apoyan el empleo de este tipo de material (Almeida, 2008).

CAXAMBU DO SUL			
PIGMENTO BLANCO			
ELEMENTOS QUÍMICOS	Pieza 1	Pieza 2	Pieza 6
Carbono	3,02	9,63	5,23
Oxígeno	46,1	39,75	38,47
Magnesio	0,45	0,42	-
Aluminio	15,53	9,73	18,69
Silicio	30,12	28,73	28,14
Fósforo	-	-	-
Potasio	0,55	-	1,06
Calcio	1,28	1,81	2,04
Titanio	1,35	3,78	2,45
Manganeso	-	0,08	-
Hierro	1,6	6,08	3,9

Tabla 5. Resultados de los análisis MEB-EDAX realizados sobre el pigmento blanco de las piezas 1, 2 y 6 del sitio Caxambu do Sul.

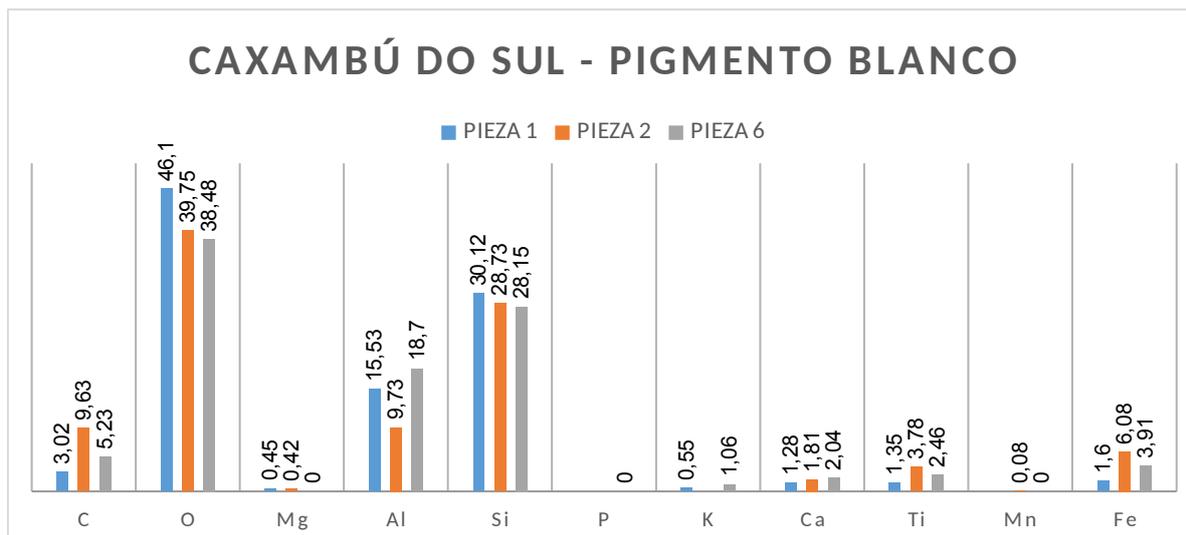


Figura 10. Se comparan los resultados obtenidos en las piezas 1, 2 y 6 sobre el pigmento blanco del sitio Caxambu do Sul.

Pigmento negro

Por último, en relación al pigmento negro en el sitio de Corpus, se ha analizado la pieza 3 y se han realizado un total de 4 estudios MEB-EDX. En la tabla 6 y la figura 11, se observan los resultados obtenidos en cada análisis y, luego, se compara el promedio de las mismas con el análisis de la pasta. En los mismos se puede observar:

- Niveles elevados de carbono, manganeso y hierro en relación a la pasta.

- Presencia de magnesio en niveles bajos en todos los análisis sobre el pigmento, cabe destacar que este elemento no fue detectado en el análisis de la pasta.

En este caso, podemos plantear dos opciones: el empleo de residuos carbonáceos de origen orgánico debido a los valores elevados de carbono o el uso de material inorgánico como la pirolusita (MnO_2), por la presencia de valores altos de manganeso. Además, en relación a la presencia elevada de hierro no puede descartarse el uso de hematita (Fe_2O_3), la cual a través del proceso de reducción parcial que conduce a la formación de la especie química magnetita (Fe_3O_4), puede tener una coloración pardo o negra (Baldini *et al.*, 2005).

CORPUS					
PIGMENTO NEGRO	Pieza 3				
ELEMENTOS QUÍMICOS	PROMEDIO	A	B	C	D
Carbono	8,65	10,34	8,02	7,5	8,75
Oxígeno	39,76	43,36	36,99	41,8	36,89
Magnesio	0,32	0,26	0,35	0,37	0,31
Aluminio	13,47	15,8	10,07	15,08	12,91
Silicio	22,17	25,15	17,81	28,84	16,88
Fósforo	1,87	1,83	1,75	1,85	2,04
Potasio	0,54	0,62	0,48	0,52	0,54
Calcio	1,04	0,98	1,08	0,95	1,14
Titanio	0,60	-	0,73	0,73	0,94
Manganeso	2,75	-	10,99	-	-
Hierro	8,84	1,66	11,74	2,35	19,62

Tabla 6. Resultados de los análisis MEB-EDAX realizados sobre el pigmento negro del sitio Corpus. En la primera columna se presenta un promedio de los valores obtenidos para cada elemento químico.

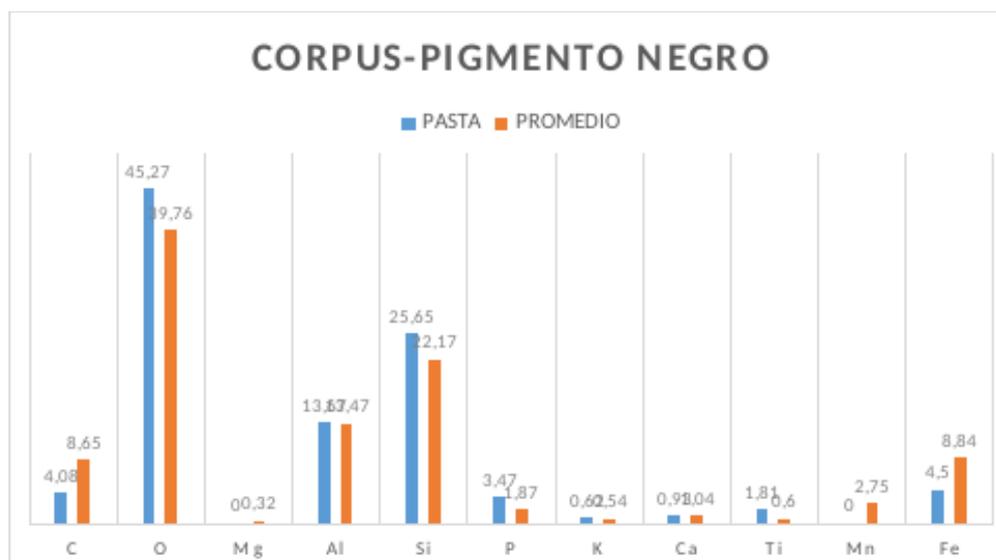


Figura 11. Se compara el promedio de los análisis realizados sobre el pigmento negro de la pieza 3 con el análisis de la pasta sin pigmento del sitio Corpus.

Por otra parte, en el sitio Caxambu do Sul se realizaron dos estudios de MEB-EDX sobre la pieza 1, la cual posee líneas de color amarillado. En los resultados presentados (tabla 7 y figura 12) se observa lo siguiente:

- Niveles elevados de carbono y manganeso.

- Presencia de sodio, azufre y cinc, cabe destacar que ninguno de estos elementos ha sido detectado en otros análisis de este sitio.

Los niveles elevados de carbono y manganeso, al igual que en el sitio Corpus, sugieren el empleo de residuos carbonáceos de origen orgánico o el mineral denominado pirolusita (MnO_2) para la elaboración de este pigmento. Por otra parte, la presencia de valores bajos de sodio, azufre y cinc aún no han sido vinculados con un mineral relacionado con este tipo de pigmento.

CAXAMBU DO SUL			
PIGMENTO NEGRO	Pieza 1		
ELEMENTOS QUÍMICOS	PROMEDIO	A	B
Carbono	27,53	2,6	52,45
Oxígeno	28,19	37,76	18,62
Sodio	0,15	-	0,3
Magnesio	0,48	0,75	0,21
Aluminio	13,78	12,02	15,53
Silicio	22,78	15,44	30,12
Fósforo	0,34	0,68	-
Potasio	0,60	0,7	0,5
Calcio	0,93	1,08	0,77
Titanio	0,92	0,64	1,2
Manganeso	11,03	22,06	-
Hierro	3,11	5,36	0,86
Azufre	0,63	0,28	0,97
Cinc	0,31	0,62	-

Tabla 7. Resultados de los dos análisis MEB-EDAX realizados sobre el pigmento negro de la pieza 1 del sitio Caxambu do Sul. En la primera columna se presenta un promedio de los valores obtenidos para cada elemento químico.

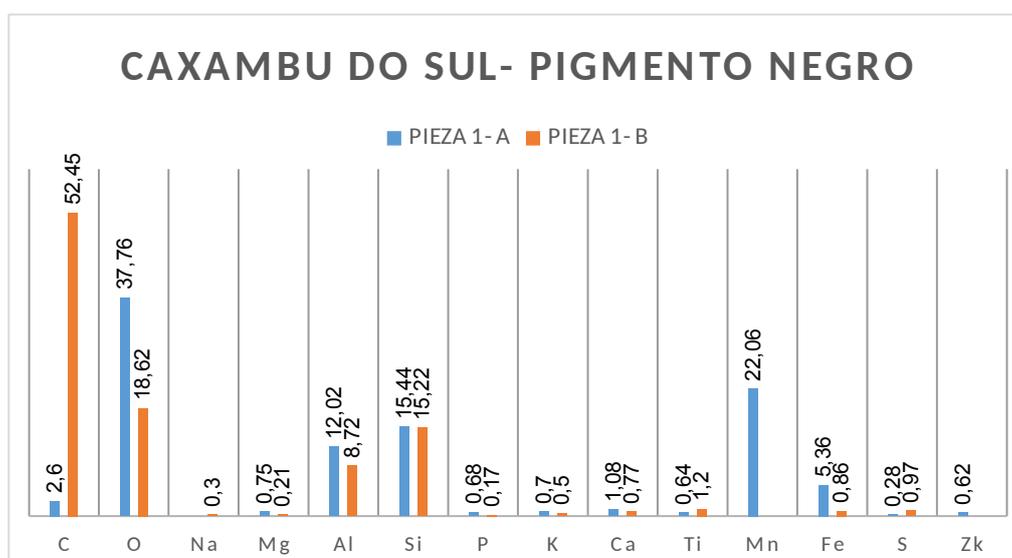


Figura 12. Se presentan los resultados obtenidos en los dos análisis sobre el pigmento negro realizados sobre la pieza 1 del sitio Caxambu do Sul.

Discusión y Conclusiones

Los análisis físico-químicos MEB-EDX han permitido sugerir las posibles materias primas elegidas y empleadas por los ceramistas guaraníes en el pasado. Los estudios arqueométricos realizados en la cerámica guaraní han sido muchos y variados, como ya hemos mencionado, pero aquellos relacionados con la elaboración de pigmentos son menos frecuentes. En Brasil destacamos los trabajos de Fernando Ozorio de Almeida (2008) y Fernando Espinosa Quiñones *et al.* (2003). En el primer caso se ha aplicado la técnica de espectrometría de rayos X sobre tiestos del Complejo Tupí de Amazonía central, ubicado en el norte de Brasil, y, en el segundo, se utilizó la técnica de fluorescencia de rayos X sobre piezas recolectadas en superficie en el sitio guaraní Santa Dalmacia, ubicado en el estado de Paraná al sur de Brasil. En relación al pigmento de color rojo, Almeida analiza 4 fragmentos cerámicos que reflejan niveles de hierro que superan el 50% de la composición analizada. Por su parte, Quiñones *et al.* (2003) analiza 11 fragmentos en total y observa que, si bien las pastas poseen niveles de hierro altos, aquellos fragmentos que presentan pigmentos de color rojo reflejan valores más elevados de este elemento. En ambos trabajos se concluye que la hematita (Fe_2O_3) debió ser la materia prima empleada para la conformación de esta mezcla pigmentaria ya que posee una alta disponibilidad y accesibilidad que lo hace uno de los minerales más comúnmente utilizados. Por otra parte, en los análisis aplicados sobre el pigmento de color negro se han encontrado, en ambos trabajos, valores elevados de manganeso. Para la confección de esta mezcla pigmentaria, Almeida (2008) sugiere el empleo de pirolusita (MnO_2), En cambio, en el trabajo de Quiñones *et al.* (2003), se analizan dos tipos de pigmento: uno de color negro y otro de color negro amarronado. Si bien no se especifican las posibles materias primas analizadas sí se concluye, a través de análisis específicos, que fueron empleados diferentes minerales. Por último, en relación al pigmento blanco, Almeida (2008) analiza 4 fragmentos y observa niveles elevados de aluminio y sílice, valores bajos de calcio, titanio y potasio y no se detecta la presencia de fósforo. En base a estos resultados, el autor plantea el uso de caolinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) que constituye un óxido de aluminio (Almeida, 2008). En cambio, Quiñones *et al.* (2003) obtienen valores elevados de potasio, aunque no plantean las posibles materias primas empleadas.

Estos dos análisis sobre pigmentos en alfarería nos permiten comparar y discutir los resultados obtenidos de los sitios Corpus y Caxambu do Sul (tabla 8, figura 13). En el caso del pigmento de color rojo hemos observado que un elemento que presenta valores elevados en todas las muestras es el hierro. En Caxambu do Sul, se ha observado una gran variabilidad entre las muestras, aunque todas coinciden en este elemento. Por lo tanto, planteamos, al igual que los trabajos citados anteriormente, que la hematita (Fe_2O_3) es el mineral empleado para realizar esta mezcla pigmentaria, aunque no podría descartarse el empleo de ilmenita ($\text{Fe}^{2+}\text{Ti}^{4+}\text{O}_3$), ya que el titanio también se encuentra presente en todas las muestras. Por otra parte, en relación al pigmento de color negro, en Corpus se observaron valores elevados de carbono y, en menor medida, de manganeso, y en Caxambu do Sul, se refleja la situación inversa. Cabe destacar que las tonalidades entre las dos muestras analizadas son diferentes. En el caso de Corpus, el pigmento posee una coloración negra oscura y en el caso de Caxambu do Sul, es de un negro amarronado. Tomando en consideración que en Corpus los niveles de carbono son más elevados que los de manganeso, planteamos que posiblemente se haya usado carbón como materia prima. En cambio en Caxambu do Sul, se propone el uso de pirolusita (MnO_2), tal como ha sido planteado también por Almeida (2008) para sus muestras. Deberá abordarse en el futuro si las diferentes tonalidades son resultado del empleo de diferentes materias primas, tal como plantea Quiñones *et al.* (2003) en sus dos muestras. Por último, en relación al pigmento de color blanco no se observan, en las muestras de ambos sitios, elementos que se destaquen de los niveles presentes en las pastas. En el

caso de Corpus, se han observado niveles levemente elevados de fósforo, pero no se observan valores elevados de calcio que permitan vincularlo con la presencia de hidroxiapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$), un componente presente en los huesos. En estudios realizados con la técnica MEB-EDX sobre alfarería de la cuenca media e inferior del Paraná, se ha detectado este material para la confección de pigmento blanquecino pero los niveles de fósforo alcanzan valores del 15% y en el calcio, del 30% (Ottalagano *et al.*, 2015). Por lo tanto, planteamos tanto para Corpus como para Caxambu do Sul que la opción más acertada es el empleo de arcillas blancas tales como la caolinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$). Los niveles elevados de silicio y aluminio en los sitios analizados y en Cavallo Branco, presentado por Almeida (2008), apoyan esta propuesta.

SITIOS ARQUEOLÓGICOS	MATERIALES USADOS PARA ELABORAR PIGMENTOS		
	ROJO	BLANCO	NEGRO
CORPUS	HEMATITA	ARCILLAS BLANCAS	CARBÓN
CAXAMBU DO SUL	HEMATITA	ARCILLAS BLANCAS	PIROLUSITA
CAVALO BRANCO (Almeida 2008)	HEMATITA	ARCILLAS BLANCAS	PIROLUSITA
SANTA DALMACIA (Quiñones et al. 2003)	HEMATITA	?	?

Tabla 8. Comparación de las distintas materias primas planteadas para la confección de los pigmentos rojo, blanco y negro en los distintos sitios guaraníes.

Las elecciones de las materias primas empleadas para conformar mezclas pigmentarias aplicadas en la alfarería constituyen una vía relevante para analizar las diferentes esferas de circulación de la información que pudieron estar actuando dentro de la unidad arqueológica guaraní. En general los resultados obtenidos de los pigmentos de la alfarería de Corpus y Caxambu do Sul reflejan una alta homogeneidad. En el caso del pigmento negro, se ha planteado para Corpus la posibilidad del empleo de carbón, que se diferencia de los sitios Caxambu do Sul y Cavallo Branco, en los cuales se ha identificado el empleo de pirolusita. También en el sitio Santa Dalmacia es muy posible que se haya empleado el mismo material para alguna de las muestras, ya que los autores plantean un origen mineral compuesto por niveles elevados de manganeso (Quiñones *et al.*, 2003). En este sitio, por otra parte, se han observado niveles elevados de potasio en el pigmento blanco que se diferencia del resto del conjunto. Por lo tanto, si bien se observan algunas distinciones, la alfarería guaraní guarda una alta estandarización tanto en sus formas y decoración como en la preparación de los pigmentos. En el futuro, es necesario aumentar el número de análisis de muestras de pigmentos presentes en la alfarería guaraní, con la finalidad de comprender si las diferencias encontradas se deben a la disponibilidad de materiales presentes en cada ambiente o a la elección particular de grupos de artesanos de diferentes regiones.



Figura 13. Mapa con la ubicación de los sitios guaraníes de Corpus (provincia de Misiones, Argentina), Caxambu do Sul (Estado de Santa Catarina, Brasil), Santa Dalmacia (cercana a la ciudad de Cambé, Estado de Paraná, Brasil) y Cavalho Branco (cercana a la ciudad de Marabá, Estado de Pará, Brasil).

Agradecimientos

Al equipo del Laboratorio de Microscopía Electrónica (Gerencia de Materiales del Centro Atómico Constituyentes - CNEA), donde se han realizado los análisis MEB-EDX. A Daniel Loponte por su ayuda y comentarios sobre este trabajo. Finalmente, a todo el equipo del humedal, con el cual desarrollamos la tarea colectiva de investigar el pasado. Lo vertido en este trabajo es única responsabilidad de los autores.

Bibliografía

ACOSTA, A.; LOPONTE, D. & MUCCILOLO, L. 2010. Uso del espacio y subsistencia de grupos horticultores amazónicos en el humedal del Paraná inferior. *Arqueología Rosarina Hoy* (2):35-55.

- ALMEIDA, F.O. 2008. O complexo Tupí da Amazônia Oriental. *Dissertação de mestrado inédita, Universidade de Sao Paulo*, São Paulo, Brasil.
- AMBROSETTI, J.B. [1897]. 2008. *Tercer viaje a Misiones por Juan Bautista Ambrosetti*. Buenos Aires. Editorial Albatros, Fundación de Historia Natural Félix Azara.
- ANGRIZANI, R. & CONSTENLA, D. 2010. Sobre yapepós, ñaembés y cambuchís: aproximaciones a la funcionalidad de vasijas cerámicas a partir de la determinación de ácidos grasos residuales en tiestos recuperados en contextos arqueológicos en el sur de Brasil. *Mamül Mapu: pasado y presente desde la arqueología pampeana 1*: 35-52.
- APPOLONI, C.R.; ESPINOZA QUIÑONES, F.R.; ARAGÃO, P.H.A.; DOS SANTOS, A.O.; DA SILVA, L.M.; BARBIERI, P.F.; DO NASCIMENTO FILHO, V.F. & COIMBRA, M.M. 2001. EDXRF study of Tupi-Guarani archaeological ceramics. *Radiation Physics and Chemistry* 61(3): 711-712.
- BALDINI, M.; CREMONTE, M.; BOTTO, I. & DÍAZ, M. 2005. De Felinos, Pastas y Pigmentos. La Cerámica de Choya 68 desde una Perspectiva Arqueométrica. En: *La Cultura de La Aguada y sus Expresiones Regionales*, editado por S.E. Martín y M.E. Gonaldi, pp. 87-105. EUDELAR, SECyT, Universidad Nacional de La Rioja, La Rioja.
- BONA, I.A.T.; SARKIS, J.E.S.; SALVADOR, V.L.R.; SOARES, A.L.R. & KLAMT, S. 2007. Análise arqueométrica de cerâmica Tupiguarani da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, usando fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF). *Revista Química Nova*, São Paulo 30: 785-790.
- BROCHADO, J.P. & MONTICELLI, G. 1994. Regras práticas na reconstrução gráfica das vasilhas de cerâmica Guarani a partir dos fragmentos. *Estudios Ibero-americanos* 20(2): 107-118.
- CARBONERA, M.; APPOLONI, C.R. & SANTOS, G. *Materiais pictóricos da cerâmica Guarani do Alto Rio Uruguai a partir de medidas de fluorescência de raios X*. En prensa.
- CAPDEPONT CAFFA, I. & BONOMO, M. 2012. Análisis petrográfico de material cerámico del Delta del Paraná. *Anales de Arqueología y Etnología* 65: 127-147.
- QUIÑONES, F.R.E.; APPOLONI, C.R.; DOS SANTOS, A.O.; DA SILVA, L.M.; BARBIERI, P.F.; ARAGAO, P.H. & COIMBRA, M. 2003. EDXRF study of Tupi-Guarani archaeological ceramics. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia* 13: 199-210.
- FARIA, D.L.A.; AFONSO, M.C. & EDWARDS, H.G.M. 2002. Espectroscopia Raman: uma nova luz no estudo de bens culturais. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia* 12: 249-267.
- FRÈRE, M.M.; GONZÁLEZ, M.I.; DI LELLO, C.; POLLA, G.; FREIRE, E.; HALAC, E.B.; REINOSO, M.; CUSTO, G. & ORTIZ, M. 2016. Empleo de colorantes en coberturas de fragmentos de alfarería del río Salado bonaerense. *Intersecciones en antropología* 17: 45-55.
- GARRATT-REED, A.J. & BELL, D.C. 2003. Energy-dispersive x-ray analysis in the electron microscope. *Oxford: BIOS Scientific Publishers* 1: 74-82.
- KELLER, H. 2010. Plantas colorantes utilizadas por los guaraníes de Misiones, Argentina. *Bonplandia* 19(1): 11-25.
- LA SALVIA, F. & BROCHADO, J.P. 1989. *Cerâmica guarani*, Porto Alegre, Posenato Arte & Cultura.
- LOPONTE, D. & ACOSTA, A. 2013. La construcción de la unidad arqueológica guaraní en el extremo meridional de su distribución geográfica. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano—Series Especiales*, 1(4): 193-235.
- LOPONTE, D. & CARBONERA, M. 2015. Arqueología Precolonial de Misiones. EN: *Reserva Natural Campo San Juan*, V. Bauni y M. Homberg (eds.), pp. 15-38.
- LOPONTE, D.; CARBONERA, M.; CORRIALE, M.J. & ACOSTA, A. 2016. Horticulturists and oxygen ecozones in the tropical and subtropical forests of Southeast South America. *Environmental Archaeology*, 22(3): 247-267.
- MOHR, M. 2015. *Cerâmica guaraní policrômica: um estudo de caso a partir da coleção Caxambu Do Sul*. Curso de Licenciatura em Historia. Universidad Federal da Fronteira Sul, Campus de Chapecó.
- NOELLI, F.S. 1999-2000. A ocupação humana na Região Sul do Brasil: Arqueologia, debates e perspectivas-1872-2000. *Revista USP*, 44: 218-269.
- OLIVEIRA, K. 2011. Um caso de “regionalismos culturais” por meio do estudo da cerâmica pintada Tupiguarani de Itapiranga (SC). In: CARBONERA, Mirian; SCHMITZ, Pedro Ignácio. (Orgs.). *Antes do Oeste Catarinense: arqueologia dos povos indígenas*. Chapecó: Editora Argos. p. 219-240.

- OTTALAGANO, F.; BOZZANO, P. & DOMÍNGUEZ, S. 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.
- OUTES, F.F. 1917. *El primer hallazgo arqueológico en la isla de Martín García...* Coni hermanos.
- OUTES, F.F. 1918. *Nuevos rastros de la cultura Guaraní en la cuenca del Paraná inferior*. Coni hermanos.
- PÉREZ, M. & MONTENEGRO, T. 2008. Análisis petrográfico del norte de la provincia de Buenos Aires. En: *Problemáticas de la Arqueología Contemporánea*, A. Austral y M. Tamagnini (eds.), pp. 565-573. Córdoba, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Río Cuarto.
- PÉREZ, M.; CAPPARELLI, I.; LOPONTE, D.; MONTENEGRO, T. & RUSSO, N. 2009. Estudo petrográfico da tecnologia cerâmica guarani no extremo sul de sua distribuição: rio Paraná inferior e estuário do Rio da Prata, Argentina. *Revista da Sociedade de Arqueologia Brasileira* 22(1): 65-82.
- PÉREZ, M.; ACOSTA, I.; NARANJO, G. & MALEC, L. 2013. Uso de la alfarería y conductas alimenticias en el humedal del Paraná inferior a través del análisis de ácidos grasos. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano - Series Especiales* 1(1): 26-45
- PÉREZ, M.; ACOSTA, I.; NARANJO, G. & MALEC, L. 2015. Experimentación y análisis de ácidos grasos. Un acercamiento a la funcionalidad de la cerámica arqueológica del humedal del Paraná inferior. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano - Series Especiales*, 2(4): 26-45.
- PROUS, A. 2005. A pintura em cerâmica Tupiguarani. *Ciência Hoje*, 36(213): 22-28.
- PROUS, A. 2011. Estudios sobre los portadores de la cerámica tupiguaraní en Brasil: proto-Tupí, proto-Guaraní y otros. En: *Arqueología Tupiguaraní*, D. Loponte y A. Acosta (eds.), pp. 23-109. Buenos Aires. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano.
- RIZZO, A. & SHIMKO, S. 2003. La tradición Tupi-guaraní misionera. *Actas del XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, pp. 115-128.
- SCHMITZ, P.I. 1991. Migrantes da Amazônia: a Tradição Tupiguarani. En: *Arqueologia Pré-Histórica do Rio Grande do Sul*, A.A. Kern (ed.), pp. 295-330. Porto Alegre. Mercado Aberto.
- SILVA, F.; APPOLONI, C.; QUIÑONES, F.; SANTOS, A.; DA SILVA, L.; BARBIERI, P. & NASCIMENTO FILHO, V. 2004. A arqueometria e a análise de artefatos cerâmicos: um estudo de fragmentos cerâmicos etnográficos e arqueológicos por fluorescência de Raios X (EDXRF) e transmissão Gama. *Revista de Arqueologia* 17: 41-61.
- SILVESTRE, R. 2014. A tecnologia lítica dos grupos horticultores no alto rio Paraná. O caso do sítio Corpus, Argentina. *Revista del Museu de Arqueologia e Etnologia* 24: 25-40.
- SOLÁ, P.; YACOBACCIO, H.D.; ROSENBUSCH, M., ALONSO, M.S., MAIER, M.S., VÁZQUEZ, C., & 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.
- VIGNATI, M.A., 1936. Arqueología de la isla Martín García. *Physis* 12(41): 70.
- YACOBACCIO, H.D.; CATÁ, M.P.; SOLÁ, P. & ALONSO, M.S. (2008). Estudio arqueológico y fisicoquímico de pinturas rupestres en Hornillos 2 (Puna de Jujuy). *Estudios atacameños* 36: 5-28.