UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUEOLOGÍA

TESIS

CARACTERIZACIÓN MEDIANTE FRXP DE MUESTRAS DE CERÁMICA DEL PERIODO INTERMEDIO TARDÍO Y HORIZONTE TARDÍO DEL SITIO ARQUEOLÓGICO CHOQUEPUKIO (TEMPORADAS 2002 - 2003), DISTRITO DE LUCRE – CUSCO

PRESENTADO POR:
Br. SANDRA PIERINA VILLENA SULLI

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADA EN ARQUEOLOGÍA

ASESOR:
Mgt. JOSE LUIS TOVAR CAYO

CUSCO – PERÚ

2026

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el **Asesor** Mgt. José Luis Tovar Cayo quien aplica el software de detección de similitud al trabajo de investigación/tesistitulada: CARACTERIZACIÓN MEDIANTE FRXP DE MUESTRAS DE CERÁMICA DEL PERIODO INTERMEDIO TARDIO Y HORIZONTE TARDIO DEL SITIO ARQUEOLÓGICO CHOQUEPUKIO (TEMPORADAS 2002-2003), DISTRITO DE WCRE - CUSCO

Presentado por: Sandra Pierina Villena Sulli DNI N° 70571872 ;
presentado por: ..... DNI N°: .....
Para optar el título Profesional/Grado Académico de Licenciada en Arqueología

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6° del ***Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC*** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 4 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 05 de OCTUBRE de 2026

.....
Firma

Post firma Mgt. José Luis Tovar Cayo
Nro. de DNI 23892103
ORCID del Asesor 0000-0001-8023-9430

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** 27259:626366542

Escaneado con CamScanner

Sandra Pierina Villena Sulli

Caracterizacion mediante FRXp de muestras de ceramica del periodo Intermedio Tardio y Horizonte Tardio del sitio arqueol...

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::27259:626366542

Fecha de entrega
18 sep 2026, 2:59 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
18 sep 2026, 3:54 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
Caracterizacion mediante FRXp de muestras de ceramica del periodo Intermedio Temprano y Ho....pdf

Tamaño del archivo
12.0 MB

259 páginas

67.763 palabras

313.034 caracteres

4% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

3% Fuentes de Internet
1% Publicaciones
2% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan el contenido en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que revise la alerta y la revise.

Dedicatoria

A mis padres, Wilbert y Lourdes, y a mi hermana Lula, por su amor incondicional, apoyo constante y por ser siempre mi inspiración.

Agradecimientos

Al M. José Luis Tovar, mi asesor, por su orientación académica, comentarios y apoyo durante todo este proceso, cuyos aportes fueron fundamentales para la culminación de este trabajo. A la Dra. Celina Luizar y al Lic. Marco Zamalloa por su permanente disposición y asesoría en el Laboratorio "LEOnoD", donde se realizó este estudio.

A Jean Paul Latorre Farfán, por su apoyo incondicional, paciencia, dedicación y valioso acompañamiento en el desarrollo del análisis estadístico de esta tesis, así como por su disposición para compartir sus conocimientos y enseñanzas a lo largo del proceso.

A Alejandro Ortiz, por su constante ayuda en cada etapa de la tesis y por los valiosos intercambios de ideas que enriquecieron este trabajo.

Agradezco también al Dr. Erick Yábar y a la Blga. María Aparicio, quienes me facilitaron el acceso al estereoscopio del "Laboratorio de Entomología e Investigación".

Al Dr. Nicolás Cáceres, por su apoyo inicial en el desarrollo de este estudio. Reconozco los valiosos comentarios y revisiones del Dr. Nino del Solar, del Qco. Wilber Huahuasoncco y del Mgtr. Javier Sandoval.

Asimismo, extiendo mi agradecimiento a los especialistas de la Dirección General de Museos, a los arqueólogos Yanet Villacorta y José Cruz del Gabinete de Elementos Muestrales y Colecciones de la Dirección Desconcentrada de Cultura del Cusco, por las gestiones y coordinaciones que hicieron posible este trabajo.

Finalmente, agradezco al señor Gonzalo Rodríguez, natural de la comunidad de Raqchi, por compartir conmigo sus conocimientos sobre los pigmentos usados en la elaboración de cerámica.

Índice

Resumen ……xiii

Introducción 16

Capítulo I 18

1. Planteamiento del Problema 18

1.1. Formulación del Problema General 18

1.1.1. Problema General. 19

1.1.2. Problemas Específicos. 20

1.2. Justificación de la Investigación 20

1.3. Objetivos de la Investigación 21

1.3.1. Objetivo General 21

1.3.2. Objetivos Específicos. 21

Capítulo II 22

2. Marco Teórico 22

2.1. Bases Teóricas 22

2.1.1. Fundamentos de la Investigación Arqueométrica 22

2.1.2. Caracterización de Cerámica. 24

2.1.3. La Tecnología Cerámica. 26

2.1.4. Fundamentos de la Fluorescencia de Rayos X y su Aplicación en Arqueología. 28

2.2. Marco Referencial 29

2.2.1. Aplicación de Fluorescencia de Rayos X en el Estudio Arqueométrico de Pigmentos en Cerámica. 29

2.3. Marco Conceptual 33

2.3.1. Periodo Intermedio Tardío y Horizonte Tardío. 33

2.3.2. Pigmento en Cerámica. 34

2.3.3. Análisis Estadístico. 35

2.3.4. Análisis de Componentes Principales. 36

2.3.5. Análisis de Clúster Jerárquico. 37

2.4. Antecedentes Empíricos de la Investigación 38

2.4.1. Estilo Cerámico Lucre. 39

2.4.2. Estilo Cerámico Killke. 43

2.4.3. Estilo Cerámico Inca 47

2.4.4. Estudios de Pigmentos en la Cerámica Lucre, Killke e Inca. 50

2.5. Planteamiento de Hipótesis 51

2.5.1. Hipótesis General. 51

2.5.2. Hipótesis Especificas. 51

Capítulo III 53

3. Metodología de la Investigación 53

3.1. Ámbito de Estudio: Localización Política y Geográfica 53

3.1.1. Topónimos Variantes. 53

3.2. Tipo y Nivel de la Investigación 56

3.3. Enfoque de la Investigación 56

3.4. Tamaño de la Muestra.....57

3.4.1. Técnicas de Selección de la Muestra.....57

3.4.2. Tratamiento de las Muestras.....58

3.5. Técnicas de Recolección de la Información.....66

3.5.1. Aplicación de Fluorescencia de Rayos X Portátil. 66

3.6. Técnicas de Interpretación de la Información.....71

3.6.1. Metodología Estadística. 72

Capítulo IV..... 75

4. Resultados.....75

4.1. Elementos Químicos Identificados mediante Fluorescencia de Rayos X Portátil en la Pasta Matriz y en los Pigmentos de las Muestras Cerámicas Lucre, Killke e Inca 75

4.1.1. Composición Elemental de la Cerámica Lucre. 77

4.1.2. Composición Elemental de la Cerámica Killke.....82

4.1.3. Composición Elemental de la Cerámica Inca.....88

4.2. Agrupación de los Estilos Cerámicos Lucre, Killke e Inca a partir de la Concentración de los Elementos Químicos de la Pasta Matriz y Pigmentos mediante Análisis de Componentes Principales.....94

4.2.1. Análisis de Componentes Principales de la Pasta Matriz.....94

4.2.2. Análisis de Componentes Principales del Pigmento Blanco. 98

4.2.3. Análisis de Componentes Principales del Pigmento Negro. 102

4.2.4. Análisis de Componentes Principales del Pigmento Rojo.....105

4.3. Similitudes y Diferencias en la Composición Química de la Pasta Matriz y los Pigmentos de los Estilos Cerámicos Lucre, Killke e Inca mediante Análisis de Clúster Jerárquico 109

4.3.1. Análisis de Clúster Jerárquico y Análisis de Clúster Jerárquico sobre Componentes Principales en la Pasta Matriz. 110

4.3.2. Análisis de Clúster Jerárquico y Análisis de Clúster Jerárquico sobre Componentes Principales en el Pigmento Blanco. 112

4.3.3. Análisis de Clúster Jerárquico y Análisis de Clúster Jerárquico sobre Componentes Principales en el Pigmento Negro. 114

4.3.4. Análisis de Clúster Jerárquico y Análisis de Clúster Jerárquico sobre Componentes Principales en el Pigmento Rojo. 116

5. Discusión 117

5.1. Elementos Químicos Identificados mediante Fluorescencia de Rayos X portátil en la Pasta Matriz y los Pigmentos en Muestras de los Estilos Cerámicos Lucre, Killke e Inca ... 117

5.1.1. De la Pasta Matriz. 118

5.1.2. Del Pigmento Blanco. 121

5.1.3. Del Pigmento Negro. 124

5.1.4. Del Pigmento Rojo 126

5.2. Agrupación de los Estilos Cerámicos Lucre, Killke e Inca a partir de la Concentración de los Elementos Químicos de la Pasta Matriz y Pigmentos 128

5.2.1. Agrupación de la Pasta Matriz 129

5.2.2. Agrupación del Pigmento Blanco. 131

5.2.3. Agrupación del Pigmento Negro. 132

5.2.4. Agrupación del Pigmento Rojo. 134

5.3. Similitudes y Diferencias en la Composición Química de la Pasta Matriz y los Pigmentos de los Estilos Cerámicos Lucre, Killke e Inca. 135

5.3.1. Similitud Composicional de la Pasta Matriz. 136

5.3.2. Similitud Composicional del Pigmento Blanco.....138

5.3.3. Similitud Composicional del Pigmento Negro. 140

5.3.4. Similitud Composicional del Pigmento Rojo. 141

6. Conclusiones 145

7. Recomendaciones 150

Bibliografía 151

Apéndice A. Referencias Contextuales de las Unidades de Excavación: Temporadas 2002 y 2003..... 165

Apéndice B. Perfiles de Fragmentos Analizados..... 168

Apéndice C. Imágenes Captadas con Microscopio Dino-lite para las Muestras Lucre, Killke e Inca..... 171

Apéndice D. Imágenes Tomadas con Estereoscopio de los Pigmentos Blanco, Negro y Rojo de las Muestras Lucre, Killke e Inca..... 174

Apéndice E. Gráficos de “Nubes” o *Rainclouds* 183

Apéndice F. Tabla de Valores de los Elementos Químicos Identificados en la Pasta Matriz y en los Pigmentos Blanco, Negro y Rojo..... 195

Apéndice G. Aplicación del Paquete o *Package* Nbclust..... 240

Apéndice H. Autorización del Proyecto de Investigación..... 252

Matriz de Consistencia..... 258

Figuras

Figura 1. Motivo decorativo denominado "llave" por Chatfield (2007), 2A) Fragmentos de cerámica de estilo Lucre procedentes de Choquepukio, analizados en el estudio de Cruz y Trujillo (2023), se categoriza en el mismo como “Motivo VI” (Tomado de: Cruz & Trujillo, 2023, Figuras. 212-215). 2B) Ilustraciones del motivo diagnostico “llave” en fragmentos encontrados en Minaspata (Tomado de: Hardy, 2019, Figura 6.20) 41

Figura 2. Colección de cerámica Lucre del Museo Inca del Cusco, nótese las diferentes dimensiones de los cántaros y jarra (Fotografía propia).....42

Figura 3. Vasijas cara-cuello Killke (Tomado de: Meyers, 2016, Fig. 5) 43

Figura 4. Vasijas "relacionado a Killke". (Tomado de: Bauer & Stanish, 1990, Figuras 15 y 17) 44

Figura 5. Cerámica Inca clásica de la colección del Museo Inca del Cusco. (Tomado de: Ixer et al., 2014). 46

Figura 6. Mapa de accesibilidad del Sitio Arqueológico Choquepukio. 53

Figura 7. Plano de planta del sitio arqueológico Choquepukio con la ubicación de las unidades 32A, 32, 36 y 7 correspondientes a la temporada de excavación del 2002-2003. Se resalta en color rojo las unidades de las cuales proceden las muestras de cerámica caracterizada (32, 36 y 7). Fuente: Elaborado a partir de McEwan, 2004.....54

Figura 8. Registro fotográfico, ubicación y asignación de los puntos de análisis en las muestras L1 a L7 correspondientes al estilo Lucre.....60

Figura 9. Registro fotográfico, ubicación y asignación de los puntos de análisis en las muestras L8 a L11 correspondientes al estilo Lucre.....61

Figura 10. Registro fotográfico, ubicación y asignación de los puntos de análisis en las muestras K1 a K5 correspondientes al estilo Killke 62

Figura 11. Registro fotográfico, ubicación y asignación de los puntos de análisis en las muestras K6 a K9 correspondientes al estilo Killke. 63

Figura 12. Registro fotográfico, ubicación y asignación de los puntos de análisis en las muestras I1 a I7 correspondientes al estilo Inca 64

Figura 13. Registro fotográfico, ubicación y asignación de los puntos de análisis en las muestras I8 a I10 correspondientes al estilo Inca 65

Figura 14. Elementos químicos identificables en cada "Beam" por el Modo "Soil" de la Fluorescencia de Rayos X portátil. Cada "Beam" analiza cierto elemento químico como se observa en la captura de pantalla: "Beam 1", "Beam 2" y "Beam 3" 67

Figura 15. Elementos químicos identificables en cada "Beam" por el Modo "GeoChem" de la Fluorescencia de Rayos X portátil. Cada "Beam" analiza cierto elemento químico como se observa en la captura de pantalla: "Beam 1" y "Beam 2" 68

Figura 16. A) Equipo de Fluorescencia de Rayos X portátil desmontado, B) Moneda de calibración para el equipo de Fluorescencia de Rayos X portátil, C) Cabina de seguridad para protección de radiación, D) Medición mediante Fluorescencia de Rayos X portátil a fragmentos con curvatura.....69

Figura 17. Ejemplo de exclusión del Mg en la pasta matriz por no presentar un pico de emisión en el espectro. Adicionalmente, se encuentra por debajo de 25 cps. 70

Figura 18. Gráficos de contribución de variables (elementos químicos) de la pasta matriz en el Componente principal 1 y 2 respectivamente 96

Figura 19. Gráfico de análisis de Componentes principales de la pasta matriz de las muestras Inca, Lucre y Killke. 95

Figura 20. Gráficos de la contribución de variables (elementos químicos) del pigmento blanco en el Componente principal 1 y 2 respectivamente.....98

Figura 21. Gráfico de análisis de Componentes principales del pigmento blanco de las muestras Lucre, Killke e Inca. 99

Figura 22. Gráficos de contribución de variables (elementos químicos) del pigmento negro en el Componente principal 1 y 2 respectivamente. 101

Figura 23. Gráfico de análisis de Componentes principales del pigmento negro de las muestras Lucre, Killke e Inca. 102

Figura 24. Gráficos de contribución de variables (elementos químicos) del pigmento rojo en el Componente principal 1 y 2 respectivamente 107

Figura 25. Gráfico del análisis de Componentes principales del pigmento rojo de las muestras Lucre, Killke e Inca. 106

Figura 26. Dendrograma de pasta matriz de los estilos Lucre, Killke e Inca. 108

Figura 27. Análisis de Clúster jerárquico sobre Componentes principales de la pasta matriz 109

Figura 28. Dendrograma del pigmento blanco de los estilos Lucre, Killke e Inca.....110

Figura 29. Análisis de Clúster jerárquico sobre Componentes principales del pigmento blanco.....111

Figura 30. Dendrograma del pigmento negro de los estilos Lucre, Killke e Inca. 112

Figura 31. Análisis de Clúster jerárquico sobre Componentes principales del pigmento negro. 113

Figura 32. Dendrograma del pigmento rojo de los estilos Lucre, Killke e Inca.....114

Figura 33. Análisis de Clúster jerárquico sobre Componentes principales del pigmento rojo. 115

Figura 34 . Coladas volcánicas de andesita que pertenecen a la Formación Rumicolca (Tipón, Arccay, Huaccoto, Huancachahuana, Oropesa, Huancarani, Huambutio 1 y 2,

Cerapata y Rumicolca). Se observa en el mapa la provincia de Anta, la cuenca del Cusco, y la cuenca de Lucre (de izquierda a derecha), Fuente: plataforma GEOCATMIN 120

Tablas

Tabla 1. Procedencia contextual de las muestras. 599

Tabla 2. Clasificación de elementos mayoritarios, intermedios y traza según su concentración 722

Tabla 3. Elementos químicos identificados en la Pasta matriz de los fragmentos cerámicos (n=11) de estilo Lucre.....788

Tabla 4. Elementos químicos identificados en el pigmento blanco de los fragmentos cerámicos (n=9) de estilo Lucre.....799

Tabla 5. Elementos químicos identificados en el pigmento negro de los fragmentos cerámicos (n=8) de estilo Lucre.....8080

Tabla 6. Elementos químicos identificados en el pigmento rojo de los fragmentos cerámicos (n=10) de estilo Lucre.....822

Tabla 7. Elementos químicos identificados en la Pasta matriz de los fragmentos cerámicos (n=8) de estilo Killke 82

Tabla 8. Elementos químicos identificados en el pigmento blanco de los fragmentos cerámicos (n=7) de estilo Killke.....855

Tabla 9. Elementos químicos identificados en el pigmento negro de los fragmentos cerámicos (n=8) de estilo Killke.....866

Tabla 10. Elementos químicos identificados en el pigmento rojo de los fragmentos cerámicos (n=4) de estilo Killke 877

Tabla 11. Elementos químicos identificados en la Pasta matriz de los fragmentos cerámicos (n=10) de estilo Inca 899

Tabla 12. Elementos químicos identificados en el pigmento blanco de los fragmentos cerámicos (n=9) de estilo Inca 900

Tabla 13. Elementos químicos identificados en el pigmento negro de los fragmentos cerámicos (n=10) de estilo Inca 922

Tabla 14. Elementos químicos identificados en el pigmento rojo de los fragmentos cerámicos (n=9) de estilo Inca 933

Tabla 15. Varianza explicada de la pasta matriz 955

Tabla 16. Varianza explicada del pigmento blanco 999

Tabla 17. Varianza explicada del pigmento negro 1022

Tabla 18. Varianza explicada del pigmento rojo 1066

Resumen

El análisis arqueométrico de materiales cerámicos procedentes del sitio arqueológico Choquepukio, notable por su singular registro y asociación con los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca, permitió caracterizar químicamente los pigmentos (blanco, negro y rojo) utilizados en la decoración y, de manera complementaria, la pasta matriz. Este estudio tuvo como propósito identificar patrones tecnológicos que contribuyan a comprender la continuidad o variación en la producción alfarera entre periodos cronológicos. La muestra corresponde a 30 fragmentos cerámicos (11 Lucre, 10 Inca y 9 Killke) de la Temporada de excavación 2002-2003. La data se obtuvo mediante Fluorescencia de Rayos X portátil, y se analizaron con estadística descriptiva, análisis de componentes principales y clúster jerárquico. Los resultados evidenciaron agrupaciones compositivas entre los tres estilos, asociadas a la similitud en las "recetas" de pigmentos y al uso de andesita como mordiente en la pasta. Estos hallazgos aportan evidencia sobre la persistencia de una tradición de fuentes de aprovisionamiento disponibles y técnicas que perduraron durante siglos entre alfareros de las fases estilísticas del Periodo Intermedio Tardío y el Horizonte Tardío. Asimismo, se matizan las posturas arqueológicas basadas en narrativas cronísticas que enfatizan episodios de conflicto en la cuenca de Lucre para dichos periodos. En su lugar, se sugiere un proceso de interacción y continuidad, donde Choquepukio se posiciona como un nodo clave para discutir la narrativa oficial.

Palabras clave: *Choquepukio, Fluorescencia de rayos X portátil, Pasta matriz, Pigmento.*

Abstract

Archaeometric analysis of ceramic materials from the Choquepukio archaeological site, notable for its unique record and association with the Lucre, Killke, and Inca ceramic styles, allowed for the chemical characterization of the pigments (white, black, and red) used in the decoration and, complementarily, the base paste. This study aimed to identify technological patterns that contribute to understanding the continuity or variation in pottery production across chronological periods. The sample consists of 30 ceramic fragments (11 Lucre, 10 Inca, and 9 Killke) from the 2002-2003 excavation season. Data were obtained using portable X-ray fluorescence and analyzed with descriptive statistics, principal component analysis, and hierarchical clustering. The results revealed compositional groupings among the three styles, associated with the similarity in the pigment "recipes" and the use of andesite as a mordant in the paste. These findings provided evidence of the persistence of a tradition of available supply sources and techniques that endured for centuries among potters of the Late Intermediate Period and Late Horizon stylistic phases. They also nuanced archaeological perspectives based on chronicles that emphasize episodes of conflict in the Lucre Basin during these periods. Instead, they suggest a process of interaction and continuity, with Choquepukio positioned as a key node for challenging the established narrative.

Keywords: *Choquepukio, Portable X-ray fluorescence, Matrix paste, Pigment.*

Introducción

El Sitio arqueológico Choquepukio ubicado en la cuenca de Lucre, Cusco, posee una importante secuencia ocupacional, reflejado en el registro de distintos estilos de cerámica. A partir de este contexto, la tesis propone la caracterización química de pigmentos (blanco, negro y rojo) y, de manera complementaria, de la pasta matriz en muestras de cerámica de los estilos Lucre, Killke e Inca, con el fin de comprender continuidades tecnológicas vinculadas a su producción.

Para alcanzar tal objetivo, se llevaron a cabo los siguientes procedimientos metodológicos. En primer lugar, se empleó un equipo de Fluorescencia de Rayos X portátil para identificar los elementos químicos presentes en la pasta matriz y en los pigmentos de un total de 30 fragmentos cerámicos seleccionados. Posteriormente, la data obtenida se procesó a través de un análisis estadístico descriptivo, seguido por un Análisis de Componentes Principales y un Análisis de Clúster Jerárquico, lo que permitió explorar agrupaciones compositivas y establecer similitudes y diferencias químicas entre las muestras de los estilos cerámicos estudiados.

El interés de esta investigación radica en que los estilos cerámicos de los periodos Intermedio Tardío y Horizonte Tardío, conservan un gran potencial para abordar y debatir el continuo proceso sociocultural sucedido tras el colapso Wari. Si bien se cuentan con importantes estudios sistemáticos previos centrados en morfología, iconografía y materias primas de la pasta, resulta necesario profundizar en la dimensión química de la cerámica lo cual permite contribuir a interpretaciones en torno a dichas dinámicas.

En este marco, el estudio pretende ampliar el *corpus* científico existente, integrando evidencia composicional química que complemente las aproximaciones estilísticas, tipológicas y petrográficas.

Los resultados obtenidos contribuyen a una comprensión en desarrollo, al mostrar cómo la "receta" de pigmentos y pasta matriz informan dinámicas sociales y fenómenos de interacción entre alfareros. Ofrece, además, una base analítica replicable para futuras investigaciones.

La tesis se desarrolla y estructura en IV Capítulos:

Capítulo I: presenta el Planteamiento del Problema, Formulación del Problema General y Especifico, Justificación de la Investigación y Objetivos de la Investigación.

Capítulo II: desarrolla el Marco Teórico, Referencial y Conceptual, así como los Antecedentes Empíricos, con énfasis en los estudios previos de los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca, seguido de las investigaciones realizadas propiamente en pigmentos y Planteamiento de Hipótesis.

Capitulo III: describe la Metodología empleada, incluyendo el Ámbito de Estudio, Localización Política y Geográfica del Sitio Arqueológico de Choquepukio, así como el Tipo y Nivel de Investigación. Tamaño, Técnica y Tratamiento de la Muestra.

Capitulo IV: expone los Resultados obtenidos, mediante el uso de estadística descriptiva, el análisis de Componentes Principales, y el análisis de Clúster Jerárquico. Este capítulo incluye también la Discusión de los resultados en relación con los objetivos propuestos, Conclusiones y Recomendaciones.

Finalmente, el documento presenta Bibliografía, Apéndices y la Matriz de Consistencia.

Capítulo I

1. Planteamiento del Problema

1.1. Formulación del Problema General

A finales del Horizonte Medio, surgieron dos importantes sociedades productoras de los estilos cerámicos Killke y Lucre. El estilo Killke se extendió principalmente en la cuenca del Cusco, mientras que el estilo Lucre se desarrolló en la cuenca homónima, situada al sureste de la ciudad. Al margen de la distancia territorial, se evidencia cierto nexo, especialmente hacia el sureste en el área de Oropesa - Andahuaylillas, donde Bauer, Aráoz y Hardy (2022, p. 161) reportaron cuarenta sitios arqueológicos del Periodo Intermedio Tardío, muchos de los cuales contenían conjuntamente cerámicas Lucre y Killke.

Actualmente, ambos estilos cerámicos ocupan un protagonismo en los modelos que explican la introducción favorable de la estandarizada cerámica Inca, puesto que se sostiene que sus atributos cerámicos constituyen reestructuraciones de tradiciones anteriores (Yamamoto et al., 2013, p. 75). En efecto, los estudios petrográficos realizados por Ixer y Lunt (1991), Chatfield, (1998) e Ixer y colegas (2014), han permitido reconocer la genealogía de la cerámica Inca, deduciendo que asimiló la tecnología benéfica de una “receta” de pasta del estilo Lucre y motivos decorativos del estilo Killke. Sin embargo, esta relación aún no se ha esclarecido de manera integral, particularmente en lo referido a la tecnología de los pigmentos empleados en los motivos decorativos. Su preparación constituyó una especialización tecnológica complementaria (Jones, 2004, p. 334), y es importante, porque la cerámica inca conservó el empleo de los tres colores principales utilizados durante el Periodo Intermedio Tardío, blanco, negro y rojo.

Contrariamente a los estudios petrográficos mencionados, el análisis de pigmentos se ha desarrollado de manera aislada, es decir, por periodos, se consignan las publicaciones de

Lunt (1987), Avendaño y colegas, (2015), Luízar y colegas, (2019). Ello limita la comprensión de interacciones tecnológicas en el tratamiento de los pigmentos entre estilos cerámicos de los periodos cronológicos a tratar.

Partiendo de esta premisa, es atendible llevar a cabo un análisis conjunto composicional de pigmentos de los estilos Lucre y Killke e Inca mediante Fluorescencia de Rayos X portátil (FRXp), de muestras contextualizadas provenientes del Sitio Arqueológico Choquepukio. Se resalta que, aunque el interés principal radica en el análisis de los pigmentos, resulta indispensable considerar también la pasta matriz, debido a que, la profundidad de lectura del instrumento analítico puede registrar información proveniente del soporte cerámico (López & Olivera, 2007; Olivera, 2008; Palamarczuk, 2018; Bolivar et al., 2021). Incorporar el estudio de la pasta permite complementar la caracterización y a la vez, distinguir con mayor precisión los elementos que corresponden específicamente a los pigmentos.

La capacidad interpretativa del análisis permitió no solo esclarecer la interacción tecnológica entre Lucre, Killke e Inca, sino también, el alcance social entre alfareros (de tradición y cultura), asociado al aprovisionamiento de la materia prima como: la circulación de conocimientos y develar radios de actividad vinculándolo a ciertos ejes geográficos.

Lo expuesto conduce a formular la problemática general:

1.1.1. Problema General.

¿Cuáles son las características químicas identificadas mediante Fluorescencia de Rayos X portátil en las muestras de cerámica del Periodo Intermedio Tardío y Horizonte Tardío del sitio arqueológico Choquepukio (Temporadas 2002-2003), distrito de Lucre – Cusco?

1.1.2. Problemas Específicos.

a) ¿Cuáles son los elementos químicos identificados mediante Fluorescencia de Rayos X portátil en la pasta matriz y en los pigmentos (blanco, negro y rojo) de las muestras cerámicas Lucre, Killke e Inca?

b) A través del Análisis de Componentes Principales, ¿Cómo se agrupan los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca a partir de la concentración de los elementos químicos de la pasta matriz y pigmentos (blanco, negro y rojo)?

c) Por medio del Análisis de Clúster Jerárquico, ¿Cuáles son las similitudes o diferencias en la composición química de la pasta matriz y de los pigmentos (blanco, negro y rojo) de los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca del Sitio Arqueológico Choquepukio?

1.2. Justificación de la Investigación

El empleo diferentes clases de datos y la búsqueda de su congruencia permite introducirnos en el significado de los hallazgos arqueológicos. La recolección integral y complementariedad de las características de la cerámica permite analizar objetivamente la resolución de diferentes investigaciones.

La importancia del estudio de la cerámica radica en que su análisis supera los límites descriptivos de forma, decoración y aspectos crono tipológicos, puesto que el investigador se enfrenta a un objeto de manufactura compleja. Su producción conlleva conocimientos técnicos más que solamente estéticos o artísticos, materializados en una tecnología especializada que en esencia configura las normas de cada cultura, tradiciones establecidas y producciones sociales en sí mismas, relativamente homogénea y estable en el tiempo, aunque sujeta a procesos de cambio.

La investigación planteada mantiene el objetivo de ser un aporte complementario para el *corpus* científico obtenido a la fecha, y como antecedente para estudios posteriores en la Cuenca de Lucre e inclusive a nivel regional.

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General.

Caracterizar mediante Fluorescencia de Rayos X portátil muestras de cerámica del Periodo Intermedio Tardío y Horizonte Tardío del sitio arqueológico Choquepukio (Temporadas 2002-2003), distrito de Lucre – Cusco

1.3.2. Objetivos Específicos.

a) Identificar mediante Fluorescencia de Rayos X portátil los elementos químicos en la pasta matriz y en los pigmentos (blanco, negro y rojo) de las muestras de cerámica Lucre, Killke e Inca.
b) Determinar a través del Análisis de Componentes Principales, la agrupación de los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca a partir de la concentración de los elementos químicos de la pasta matriz y pigmentos (blanco, negro y rojo).
c) Determinar por medio del Análisis de Clúster Jerárquico, las similitudes o diferencias en la composición química de la pasta matriz y los pigmentos (blanco, negro y rojo) de los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca del Sitio Arqueológico Choquepukio.

Capítulo II

2. Marco Teórico

2.1. Bases Teóricas

En este apartado se desarrollan los fundamentos conceptuales y teóricos que sustenta la investigación. Para su exposición se abordaron tres niveles: primero se realiza la revisión del marco general de la Arqueometría, segundo, se abordan los principios de la caracterización en cerámica, y tercero, se plantea la teoría de la tecnología cerámica.

2.1.1. Fundamentos de la Investigación Arqueométrica.

Los primeros trabajos sobre caracterización fueron desarrollados por especialistas de las Ciencias Experimentales. La aplicación de estos métodos en el ámbito arqueológico dio origen a una nueva disciplina conocida como Arqueometría entendida por García (1997) como "una especie de hibrido, o si se quiere, de puente entre la arqueología y las ciencias experimentales" (p. 23). Su desarrollo ha estado -y continúa estando- condicionado a la evolución tecnológica y a la colaboración interdisciplinaria, lo cual amplía constantemente sus aplicaciones y retos teóricos (véase Martinón-Torres & Killick, 2013).

2.1.1.1. Origen y Definición de la Arqueometría.

El término Arqueometría se consolidó en 1958 a partir de la fundación de la revista *Archaeometry* por el *Research Laboratory for Archaeology and the History of Art* de la Universidad de Oxford (Leute, 1987; Tite, 1991), su enfoque restringió al análisis físico-químico de materiales arqueológicos, lo que generó críticas por excluir otras disciplinas. Aitken (1961) lo definió como "mediciones hechas en material arqueológico", mientras que Rice (1987) la consideró "el segmento de la ciencia arqueológica que aplica los métodos de la química y la física al análisis de artefactos, características y sitios arqueológicos" (p. 472).

En la década de 1970, influenciada por la arqueología procesual norteamericana, surgió el concepto de *Archaeological Science o Science-based Archaeology* (arqueología científica o Arqueología de base científica), con un alcance más amplio que integraba ciencias naturales, biológicas, paleoambientales, geográficas y matemáticas (Montero et al., 2007; Chapoulie et al., 2022). Sin embargo, ha tenido mayor arraigo el término de Arqueometría en su acepción más amplia (Montero et al., 2007).

Contemporáneamente, la Arqueometría se concibe como una disciplina arqueológica interdisciplinaria (Del Solar Velarde, 2017), fundamentada en el uso de técnicas analíticas de las ciencias experimentales para favorecer el estudio e interpretación de materiales, datos y contextos (Liritzis et al., 2020)

2.1.1.2. Aplicaciones y Campos de Estudio en Arqueometría.

El desarrollo de la Arqueometría implica, como se dijo, una colaboración interdisciplinaria y abarca diversas áreas de aplicación: datación, análisis físico, análisis químico, estudios paleoambientales, prospección geofísica y teledetección, así como métodos matemáticos/estadísticos (Tite, 1991). Aunque, en la actualidad, las aplicaciones estadísticas quedan integradas como recursos para la interpretación de los datos generados en los distintos campos de estudio (Montero et al., 2007).

El presente estudio se inscribe en el análisis químico, apoyado con el uso de la técnica de Fluorescencia de Rayos X portátil, disponible en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Sin embargo, existe una amplia gama de instrumentos, entre los que se incluyen Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente y ablación láser (LA-ICP-MS), Microscopía Electrónica de Barrido con Espectroscopía de Energía Dispersiva (SEM-EDS), Difracción de Rayos X (DRX), Emisión de Rayos X inducida por partículas (PIXE), entre otras.

Tras presentar el marco general de la Arqueometría, resulta pertinente abordar consideraciones sobre la caracterización de cerámica.

2.1.2. Caracterización de Cerámica.

2.1.2.1. Concepto y Objetivos de la Caracterización.

La caracterización se encuentra vinculada a los estudios arqueométricos. Rice (1987) en su libro "*Pottery analysis: a Sourcebook*" (Análisis de cerámica: un libro de consulta), refiere que la caracterización es "la descripción cualitativa y cuantitativa de la composición y estructura de una cerámica … ya sean enteros o en fragmentos" (p. 309). De acuerdo a Hench y Gould (1971), numerosas características de una cerámica pueden ser el foco de estudios de caracterización, incluida la composición mineralógica, la composición química, la microestructura y los rasgos superficiales.

Los resultados de los análisis de caracterización se expresan en unidades de medida, por lo que se puede emplear una variedad de manipulaciones estadísticas, no solo con el fin de sistematizar la data, sino de su interpretación. Se aplican desde operaciones relativamente sencillas hasta sofisticadas técnicas multivariadas (Rice, 1987).

Los procedimientos de caracterización facilitan la comparación de materiales cerámicos arqueológicos. En este sentido, ofrece un potencial significativo para la evaluación de hipótesis sobre similitudes, diferencias, patrones o cambios en conjuntos de datos cerámicos grandes y complejos (ibíd.).

Para el estudio desarrollado, la caracterización química no solo aporta información composicional, sino que constituye una vía para explorar las dinámicas tecnológicas impregnadas en la producción cerámica.

2.1.2.2. Consideraciones en el Análisis Químico de Cerámica.

Los procedimientos de caracterización química generalmente se analizan en términos de elementos químicos mayoritarios, intermedios y traza, según sea el rango de concentración de “partes por millón (ppm)”. Sin embargo, estos valores no deben entenderse como un fin en sí mismos. Según los autores Rice (1987), Bishop, Rands y Holley (1982), enfatizan que los resultados analíticos exigen la construcción de un marco teórico generado desde la propia disciplina arqueológica, donde se integre la información composicional y cultural en la interpretación de los materiales.

En la misma línea, Jones (2004), sostiene que el análisis debe orientarse hacia una simetría interpretativa, donde la descripción material se vincule con las dimensiones sociales de los artefactos. Como indica el autor:

> “El énfasis debe recaer en un análisis simétrico que se centre no solo en la descripción y caracterización de las propiedades materiales de los artefactos (el ámbito tradicional de la arqueometría), sino también en cómo dichas propiedades influyen en la vida social de las personas (el interés tradicional de la arqueología teórica).” (Jones, 2004, p. 335).

Asimismo, Hench (1971) advierte que "La toma de datos por sí sola no es una caracterización válida, independientemente de cuán sofisticada sea la técnica; la correlación de los datos con las propiedades y el comportamiento es esencial para que la caracterización sea significativa" (p. 4).

En consecuencia, la transición de lo tecnológico a lo cultural es una responsabilidad de investigación básica en el análisis de materiales cerámicos (Rice, 1987). Las mediciones técnicas, en el caso de la composición química de la cerámica, deben vincularse con

inferencias sobre el comportamiento humano involucrado en su producción, y este es el objetivo "tecnológico" de los análisis de la cultura material (Thompson, 1958).

2.1.3. La Tecnología Cerámica.

La mayoría de los estudios de caracterización química y física, de la cerámica arqueológica se desarrollan en el marco de lo que se conoce como tecnología cerámica (Rice, 1987). No obstante, el modo en que se define la tecnología y se identifican los elementos claves del comportamiento tecnológico, depende en gran medida de las metas de investigación (Kuhn, 1995).

En la década de 1980, el investigador de la escuela francesa Pierre Lemonier se interesó en estudiar los efectos de las tecnologías en las sociedades. En esta perspectiva, la tecnología cerámica se considera como un fenómeno social en sí mismo, ya que refleja prácticas, conocimientos y decisiones colectivas inscritas en contextos culturales específicos (Lemonnier, 1992).

Entonces, la producción alfarera, involucra una red de elecciones técnicas reproducidas por los alfareros de un grupo y mantenidas a lo largo del tiempo. Dichas elecciones constituyen representaciones sociales compartidas, que se materializan en la cerámica y pueden analizarse a través de la tecnología cerámica. (Lemonnier, 1992; Stark, 1999).

La persistencia de una determinada tecnología durante el tiempo, da lugar a la idea de estilo tecnológico, que vendría a ser el resultado del conjunto de elecciones que los alfareros realizan durante el proceso de producción de cerámica (Gosselain, 1998; Stark, 1998;1999). Estas prácticas se transmiten de generación en generación, conformando las denominadas tradiciones tecnológicas (Stark, 1999; Gosselain, 2008).

En este sentido, Hankey (1983) ha indicado que, generalmente los alfareros siguen una "receta" específica determinada por experimentación, en la selección de las materias primas. En esencia, una serie de producción de cerámica genera grupos composicionales definidos, que pueden ser identificados mediante análisis arqueométricos. Al ser las "recetas" parte de una tradición tecnológica (Gosselain, 1992; Ghezzi, 2011), la composición básica de la cerámica (pasta matriz o pigmentos) tiende a perdurar en el tiempo. Así, cuando se logra medir un número suficiente de elementos mediante métodos químicos, el patrón composicional resultante puede ser tan característico como una huella digital, y probablemente, único en el mundo (Mommsen, 2001).

Las decisiones técnicas no se toman de manera aleatoria, sino que son producto de procesos de aprendizaje en los que se incorporan hábitos y se expresan en las formas materiales (Frère, 2014). No obstante, la transmisión de conocimientos técnicos o prácticas productivas pueden también experimentar pérdidas o transformaciones de determinadas características a lo largo del tiempo (Gosselain, 2008).

Sobre la base de lo anteriormente indicado, la tecnología cerámica permite rastrear la continuidad de prácticas técnicas entre alfareros del Periodo Intermedio Tardío y el Horizonte Tardío, reflejadas en las muestras de cerámica del sitio arqueológico Choquepukio. Consecuentemente, la caracterización química de la pasta matriz y los pigmentos, permite identificar los patrones composicionales de las "recetas" tecnológicas de los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca. Bajo esta perspectiva, los datos cuantitativos obtenidos – concebidos no como un fin en sí mismos, sino como medios de interpretación – se procesarán a través de análisis estadísticos multivariados para reconocer la persistencia o transformación de las tradiciones tecnológicas, y con ello, los procesos de transmisión del conocimiento técnico entre alfareros.

2.1.4. Fundamentos de la Fluorescencia de Rayos X y su Aplicación en Arqueología.

El análisis por Fluorescencia de rayos X o FRX, consiste en irradiar una parte de la superficie de la muestra de cerámica con un haz de rayos X primarios o fotones gamma de energía suficiente como para extraer un electrón interno de los átomos en estudio provocando la inestabilidad instantánea de los mismos para emitir sus rayos X secundarios (Olivera & Greenwich, 2008). El resultado, de precisión relativamente alta, es un gráfico que muestra la intensidad de los rayos X secundarios en función de la energía o la longitud de onda característico de cada elemento químico (es decir, múltiples picos en su espectro) (Rice, 1987), donde es factible su identificación y asimismo, medir la concentración de los elementos presentes en la muestra (Brouwer, 2003).

Respecto al rango elemental que la técnica analítica puede identificar, son los que están por encima del número atómico 12, los cuales se analizan disponiendo las fuentes de excitación adecuadas; los elementos con números atómicos inferiores a Z=13 no se pueden determinar en equipos convencionales de Fluorescencia de Rayos X, debido a que sus emisiones son de tan baja energía que se ven absorbidas rápidamente en su camino hasta el detector (Ruiz, 2010). Es útil para elementos que no son analizables mediante análisis de activación de neutrones, como el magnesio y el titanio, y para elementos como el potasio y el calcio puede ser más preciso (Bishop et al., 1982).

Para ciertas aplicaciones, el ancho del haz puede ser una desventaja (debido a que el haz puede analizar un área de 1 cm de diámetro), ya que no representa un análisis puntual como lo hacen otros métodos (ej., microsonda), además puede decolorar ligeramente la superficie de la muestra, aunque esto suele desaparecer al poco tiempo (Rice, 1987). Otras limitaciones deben ser consideradas: (1) el espesor de la muestra puede afectar la precisión para ciertos elementos, (2) La Fluorescencia de Rayos X no puede diferenciar capas de

pintura delgadas superpuestas, (3) la presencia de capas de corrosión proporciona resultados engañosos, (4) la planitud de la muestra, ya que el efecto de la rugosidad de la superficie generalmente introduce un espacio de aire adicional entre la muestra y el analizador de Fluorescencia de Rayos X, (5) por último, los procedimientos de calibración son los parámetros más críticos a tomar en cuenta del equipo de Fluorescencia de Rayos X portátil.

No obstante, entre las ventajas se encuentran: (1) la modalidad no destructiva y no invasiva, (2) la portabilidad, (3) el rápido procesamiento, (4) la precisión relativamente alta y validez académica en la comunidad Arqueométrica, siempre y cuando su aplicación y uso sean correctos (Liritzis & Zacharias, 2010).

En arqueología, la técnica de Fluorescencia de Rayos X se aplica a prácticamente todos los tipos de materiales del registro arqueológico, como metales, cerámica, vidrio, lítica, piedras preciosas y semipreciosas, osamenta, dientes, cabello, manuscritos, pigmentos, pinturas, estucos o morteros y textiles. A partir de la identificación de los elementos químicos presentes, es posible desarrollar estudios de composición, tecnología de manufactura, procedencia o intercambio de materias primas, paleodieta, análisis de palimpsestos e incluso investigaciones relacionadas con procesos de deterioro, conservación y restauración (Ruvalcaba Sil, 2018).

2.2. Marco Referencial

2.2.1. Aplicación de Fluorescencia de Rayos X en el Estudio Arqueométrico de Pigmentos en Cerámica.

La obtención de datos mediante el análisis de Fluorescencia de Rayos X se ha consolidado como uno de los métodos más utilizados en el ámbito arqueológico. En el estudio de pigmentos y pastas matrices, la literatura especializada es particularmente extensa. A partir de ello, en este apartado se revisó investigaciones relevantes que aplicaron la técnica

de Fluorescencia de Rayos X con la finalidad de caracterizar la composición química de pigmentos y pastas matrices. En dichos estudios, también surgen, interpretaciones sobre los cambios tecnológicos y las dinámicas de producción a lo largo del tiempo.

En el marco internacional, Palamarczuk (2018) en *Caracterización de pigmentos mediante técnicas no destructivas en alfarerías San José del Valle de Yocavil, noroeste Argentino*, combinó Difracción de Rayos X y Fluorescencia de Rayos X, en el análisis de cinco fragmentos cerámicos procedentes de diferentes contextos arqueológicos. Primero se aplicó Fluorescencia de Rayos X para identificar los elementos presentes en pigmentos y pastas, información que luego permitió determinar las fases cristalinas mediante Difracción de Rayos X. El autor destaca el valor metodológico de considerar la profundidad de análisis del Fluorescencia de Rayos X, pues proporciona información tanto del pigmento como de la pasta. Este estudio constituye el primer resultado sobre la composición elemental y cristalográfica de pigmentos de la alfarería San José.

En el contexto nacional, el estudio de López y Olivera (2007) sobre *Caracterización de pigmentos aplicados en material arqueológico de la Cultura Chincha por Fluorescencia de rayos X y Microscopia electrónica de transmisión*. Analizaron los pigmentos rojo, negro, blanco y marrón de cuatro muestras representativas de la cultura Chincha, aplicando Fluorescencia de Rayos X portátil en la cara externa que contiene los pigmentos y en la cara interna que corresponde a la pasta. Complementariamente, realizan Microscopia electrónica de transmisión. A partir de los resultados se observa que la cara interna mantiene una composición elemental de arcilla, y en la cara externa se identifica cinabrio asociado al pigmento rojo, materiales de aspecto orgánico en los pigmentos negro y blanco y en el caso del pigmento marrón oscuro, también se observó materia orgánica y oxido férrico.

En una segunda publicación de Olivera (2008) titulado *Análisis de pigmentos en cerámicos pre-colombinos por Fluorescencia de Rayos X mediante métodos no destructivos*, analiza la composición química de la pasta y el usual pigmento blanco de los diferentes periodos de la cerámica Nazca, así como cerámica contemporánea de la zona, aunque no especifica el número de muestras, el análisis tuvo la finalidad de evaluar las similitudes y diferencias de los espectros obtenidos por Fluorescencia de Rayos X. Los resultados evidencian que la composición elemental de la pasta es diferente en cada periodo de la Cultura Nazca y que el calcio y manganeso en esta cerámica arqueológica se diferencia de la cerámica contemporánea por la presencia de plomo.

D. Kriss et al. (2018) presentan el análisis *A material and technical study of Paracas painted ceramics* (Un estudio material y técnico de la cerámica pintada de Paracas), donde se aplica Fluorescencia de Rayos X e instrumentos complementarios en catorce cerámicos provenientes de dos museos, con el propósito de estudiar la secuencia de la cerámica Paracas, los cambios en la tecnología de la pintura a lo largo del tiempo, variaciones diacrónicas y regionales. Sus resultados muestran que existen variaciones diacrónicas y regionales en los pigmentos, indicando dinámicas de intercambio social y económico que reflejan la disponibilidad y elección de materiales.

El análisis de pigmentos, frecuentemente es efectuado en combinación con otros equipos analíticos. Por ejemplo, el estudio de Del Solar Velarde et al. (2019), sobre las pinturas oscuras (rojo, marrón, marrón oscuro y negro) presentes en cerámicas Mochica y Cajamarca, basado en cuarenta y nueve muestras procedentes del sitio arqueológico San José de Moro. Los autores emplearon Fluorescencia de Rayos X portátil y Espectroscopía Raman, además de un análisis comparativo con investigaciones previas. Sus resultados evidencian el uso de manganeso, lo que sugiere procesos de interacción regional y macroregional, asociados al aprovechamiento de canteras locales de Cajamarca y a contextos de intercambio

social en los que se registran vasijas híbridas mochica-huari. Se concluye que durante el periodo Mochica Tardío se importaron cerámicas policromas Huari y Cajamarca, lo cual refleja un flujo de tecnologías y materias primas entre artesanos vecinos y contemporáneos.

Por su parte, Stockton-Juarez (2019), en su tesis *Pots, people, and pilgrimage: Elemental analysis of surface pigments on Nasca polychrome vessels from the Nasca drainage* (Ollas, gente, y peregrinación: Análisis elemental de pigmentos superficiales en vasijas policromadas de la cuenca de Nasca), analizó mediante Fluorescencia de Rayos X veintisiete vasijas policromas Nazca intactas del sitio de Cahuachi, complementando con análisis de componentes principales. Su objetivo fue evaluar si las variaciones químicas de los pigmentos correspondían a cambios en las fases iconográficas, es decir, realizar inferencias sobre la homogeneidad o heterogeneidad de las técnicas de producción en fases estilísticas muy diferentes. Los resultados muestran que, pese a la diversidad química entre pigmentos, no se observan diferencias significativas entre fases estilísticas, lo que indica la persistencia de una tradición tecnológica estable en la producción cerámica Nazca.

Una publicación reciente de Johnson y colegas (2025), *Ceramic production and exchange in the Chavín heartland: an archaeometric study from Canchas Uckro (1100 − 800 BCE), Ancash, Peru* (Producción e intercambio cerámico en el corazón de Chavín: un estudio arqueométrico de Canchas Uckro (1100 − 800 a.C.), Ancash, Perú), presenta un análisis arqueométrico de cincuenta y seis muestras cerámicas del estilo Canchas Uckro, mediante petrografía de sección delgada y Fluorescencia de rayos X portátil. Los hallazgos demuestran que la producción cerámica de Canchas Uckro fue independiente de la de Chavín de Huántar, y que sus habitantes participaron en redes sociales y económicas distintas.

En el ámbito regional, Bolívar et al. (2021) realizaron un *Análisis multielemental de secciones delgadas e interpretaciones preliminares en fragmentos de cerámica de*

Markaconga-Acomayo Cusco. Mediante Fluorescencia de Rayos X analizan la composición química de la pasta, pigmentos y engobes de seis muestras de los estilos Pukara, Qeya, Tiwanaku, Wari y estilos locales (Marcavalle y Chanapata). En los resultados se identifican momentos de manufactura y/o transferencia cromática y confluencias con entidades tempranas de la cuenca norte del Lago Titicaca hacia el Cuzco durante el Intermedio Temprano.

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Periodo Intermedio Tardío y Horizonte Tardío.

El Periodo Intermedio Tardío, con fecha aproximada de 1000 a 1450 d.C (McEwan et al., 2005), inicia tras el abandono de la mayoría de los centros regionales Wari, lo que evidencia el colapso de la red política y económica panregional Wari (Hardy, 2019). Este proceso dio lugar a una reorganización de las poblaciones locales y de los patrones de asentamiento en la región del Cusco (Bauer & Covey, 2002). Durante este periodo se establecieron numerosos asentamientos, algunos ubicados en crestas elevadas, lo que sugiere posibles estrategias defensivas y economías agropastoriles, mientras que otros centros alcanzaron mayor complejidad y extensión. Entre estos destacan Choquepukio y Minaspata en la cuenca de Lucre, donde se desarrollaron asentamientos extensos con arquitectura pública monumental (Bauer & Covey, 2002; McEwan et al., 2005).

Este periodo en la región del Cusco, se asocia con los estilos cerámicos Lucre y Killke. El estilo Lucre se registra principalmente con la cuenca homónima y el estilo Killke presenta una amplia distribución en la cuenca del Cusco, ambos estilos reflejan procesos locales de producción que anteceden a la cerámica del Horizonte Tardío (Bauer, 1999; McEwan et al., 2002).

El Horizonte Tardío (1400 - 1532 d. C.) corresponde al periodo de consolidación y expansión del gobierno Inca, caracterizado por manifestaciones materiales distintivas, como la cerámica estandarizada, la mampostería poligonal, la reorganización del territorio y de los sistemas productivos. Estas expresiones materiales fueron concebidas con un claro contenido político del gobierno Inca (Hardy, 2019).

En el marco de la presente investigación, los estudios estilísticos, tipológicos, tecnológicos y arqueométricos de los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca se desarrolla con mayor detalle en el apartado 2.4 Antecedentes empíricos de la investigación.

2.3.2. Pigmento en Cerámica.

Diversos autores emplean el término pigmento para referirse a las sustancias o a la mezcla de sustancias que en su conjunto modifican el color de las superficies cerámicas, y que puede ser aplicado antes o después de la cochura de las piezas (Ottalagano et al., 2015), reservando el término colorante para hacer alusión a los elementos de los cuales se deriva el color del pigmento (Rye, 1981).

También se utiliza la denominación de cobertura o engobe, que implica en algunas variantes técnicas el agregado de algún material colorante al fluido arcilloso que lo conforma (Shepard, 1963; Rye, 1981) en cuyo caso la línea de separación entre engobes y pigmento precocción se vuelve sutil (Ottalagano et al., 2015).

Este trabajo enfatizó el análisis en las mezclas pigmentarias utilizadas en la decoración cerámica, ya sea mediante su aplicación localizada o con el propósito de cubrir uniformemente toda su superficie.

El pigmento es, por su parte, un aspecto especializado de la tecnología de producción (Jones, 2004). Análogamente a la especialización de la pasta, generalmente se sigue una “receta” específica, en la selección de las materias primas, que tiende a perdurar en el tiempo.

2.3.3. Análisis Estadístico.

Este tipo de análisis permite conocer comportamientos generales de un conjunto de datos. Como procedimiento previo a la exploración a través de la estadística multivariable, se realiza una primera aproximación a la composición química del conjunto cerámico mediante técnicas estadísticas más simples (Tsantini, 2007), lo que ayuda a comenzar el análisis con cierta información previa.

Para alcanzar los objetivos de la investigación, de entre los diferentes tipos de estadísticos desarrollados, se utilizaron: la estadística descriptiva y análisis multivariado.

Estadística descriptiva. Es el análisis estadístico de los datos tomados en las muestras, para calcular valores que resumen la distribución de datos del conjunto de muestras; estos valores se conocen como estadísticos, descriptores, estadígrafos, entre otros (Mitacc, 1996). Entre los diferentes tipos, generalmente es suficiente reportar (1) alguna medida de "tendencia central", o sea algún valor central, promedio o típico, y (2) alguna medida "de dispersión" que hable de cuán similares o diferentes son los datos entre sí, o bien cuánto se distancian o dispersan los datos alrededor del centro de la distribución (Latorre, 2013).

Los valores obtenidos a través de Fluorescencia de Rayos X portátil son datos multivariantes, por lo que, diferentes tratamientos estadísticos son necesarios para interpretarlos (Baxter, 1994; Shennan, 1997).

Análisis multivariado. Se refiere a un conjunto de técnicas estadísticas que permiten analizar simultáneamente múltiples medidas o características de cada uno de los individuos o muestras objeto de investigación (Legendre & Legendre, 1998; Hair et al., 1999).

Los rasgos característicos son la consideración de un conjunto de "*n"* muestras o individuos, de los cuales se observan valores de "*p"* variables. Una variable, en estadística es

lo que se observa o mide sobre las muestras, en este caso son los elementos químicos. Para cada individuo puede tomar un valor diferente, de ahí su nombre (Rodas, 2002). En la investigación se desarrollaron dos análisis: Análisis de Componentes principales y Análisis de clúster jerárquico en componentes principales

2.3.4. Análisis de Componentes Principales.

Es una técnica que permite examinar las relaciones existentes entre múltiples variables (Baxter, 1994; Shennan, 1997). Su propósito principal es reducir el conjunto de datos originales manteniendo la variabilidad inherente del sistema, a fin de identificar patrones o relaciones subyacentes que no son evidentes al observar las variables independientemente (Sandoval, 2019). Esta técnica se ha aplicado al estudio de diversos materiales arqueológicos, como obsidiana, vidrio o metales, y resulta especialmente útil para agrupar datos composicionales proporcionados por técnicas como la Fluorescencia de Rayos X portátil.

El proceso estadístico del análisis de Componentes principales radica en la idea de que un conjunto de variables que muestran correlación, responden probablemente a una misma causa subyacente; por tanto, es posible representar este conjunto por una sola variable sin alterar de forma significativa la estructura de relaciones entre variables del conjunto de data original (Drennan, 2009). Las nuevas variables generadas a partir del análisis son referidas como Componentes principales (Shennan, 1997).

El análisis de Componentes principales proporciona una representación gráfica usualmente conocida como "*biplot"*. La distribución y/o relación de los individuos se evalúa mediante la observación de la separación o superposición de los grupos formados en el *biplot* de los Componentes principales (Carlson, 2017; Drennan, 2009).

El análisis muestra ser exitoso cuando los Componentes principales explican la mayor parte de la variabilidad contenida en las variables originales. El primer Componente representa la mayor proporción de varianza total en el conjunto de datos, el segundo Componente no está correlacionado con el primer Componente y representa la máxima variación no explicada por el primer Componente. De igual forma, el tercer y cuarto Componente, siguen ese principio de independencia (Sandoval, 2019).

La identificación de agrupamientos diferenciados en los gráficos resultantes del análisis de Componentes principales se interpreta como indicio del uso de distintas fuentes de materias prima, diferentes yacimientos de arcilla en caso de la pasta matriz o de minerales en el caso de los pigmentos. En cambio, si los grupos presentan superposición, ello infiere un origen común de fuentes o el uso de una misma "receta" de producción.

2.3.5. Análisis de Clúster Jerárquico.

El análisis de Clúster jerárquico, también llamado análisis de Conglomerados es una técnica ampliamente utilizada dentro del análisis multivariado exploratorio en arqueología (Carlson, 2017; Drennan, 2009). Además complementa eficazmente al análisis de Componentes principales, ya que permite una clasificación más estructurada (Hall, 2017).

El resultado es una representación basada en un árbol de los individuos, que se conoce como dendrograma, cuyo objetivo es identificar grupos (es decir, clústeres) de objetos similares entre sí. A partir de estos primeros agrupamientos, se van integrando progresivamente nuevos individuos o grupos, basándose en niveles decrecientes de similitud, hasta que finalmente quedan todos unidos en único grupo (Shennan, 1992). Este proceso se realiza sin considerar la categoría del estilo cerámico, por ello se trata de un análisis "ciego" que permite extraer relaciones compositivas entre los individuos (Lantes-Suárez et al., 2016).

El enfoque de análisis de Clúster jerárquico sobre Componentes principales (HCPC, por sus siglas en inglés *Hierarchical Clustering on Principal Components*) permite integrar las dos técnicas estadísticas (STHDA, s.f.). Esta combinación permite una representación más clara, y visualmente comprensible de los datos analizados.

Una vez delimitados los conceptos centrales, se revisan los antecedentes empíricos relacionados con los estilos cerámicos estudiados y con la aplicación de Fluorescencia de Rayos X en el análisis de pigmentos arqueológicos.

2.4. Antecedentes Empíricos de la Investigación

El sitio arqueológico Choquepukio conserva una arquitectura monumental del Periodo Intermedio Tardío en la región del Cusco, su edificación comenzó poco después de que la construcción del sitio Wari de Pikillaqta cesara alrededor de 1000 d.C. Durante este periodo, Choquepukio fue la sede de una entidad política compleja asociado al material cerámico abundante de estilo Lucre, asimismo se registró coligado contextualmente cerámica del estilo Killke, pero en menor cantidad. La morfología de las vasijas corresponde a cerámica de servicio destinadas a festines. Un episodio de quema que abarcó estructuras de las áreas A y B, marcó estratigráficamente el fin de la ocupación del Periodo Intermedio Tardío en Choquepukio (McEwan et al., 2005).

Posteriormente, en el Horizonte Tardío los Incas reocuparon el sitio, siguiendo un programa ritual que consistió en rellenar un pozo central en el patio de la estructura B1 (y probablemente de la misma manera en la estructura B2) con abundantes vasijas rotas de estilo Killke y Lucre (ibíd.), es preciso comentar al respecto que, el insertar y combinar materiales antiguos significativos o “ancestros” marca al lugar como especial y sagrado (véase Kosiba, 2019), aunque el carácter sacro del lugar se distingue arqueológicamente por diversas evidencias desde el Periodo Intermedio Temprano (Gibaja, 1998).

Conforme a lo antedicho, y en el marco de intensivas temporadas de excavación, Choquepukio contiene elementos culturales de interés para múltiples estudios. Algunos de los cuales se enfocaron en esclarecer un origen y desarrollo del gobierno Inca, a través de un modelo de sucesión administrativo, político, económico, entre otros. En particular, el análisis del material cerámico generó mayores luces, por ejemplo, Ixer y Lunt (1991), Chatfield (1998) y Ixer, Lunt, Sillar y Thompson (2014). De esta manera, la investigación pretende abordar particularmente el sitio arqueológico Choquepukio como un hito en la investigación para una complementaría categoría de información en la cerámica, por contener precisamente colecciones principales de los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca, y porque su ubicación fue favorable para la producción de la misma, como lo evidencia el descubrimiento de talleres en contextos del establecimiento Inca (Gibaja, 1995; 1996; 1998; 1999).

Es pertinente realizar una división en este apartado para exponer el registro arqueológico de los estilos Lucre, Killke e Inca. Luego, presentamos los estudios efectuados, específicamente en los pigmentos de los tres estilos cerámicos, para establecer el eje del estudio.

2.4.1. Estilo Cerámico Lucre.

El estilo cerámico Lucre, fue registrado en excavaciones en la actual ciudad del Cusco en asociación con cerámica Killke (véase Covey, 2003; Farrington, 2013). Pero, los mayores hallazgos se realizaron hacia el sureste dentro de la cuenca de Lucre, por lo que lleva el nombre, en los sitios arqueológicos Choquepukio y Minaspata. Su distribución llega hasta Raqchi en San Pedro de Cacha (McEwan et al., 2002).

2.4.1.1. Estudios Estilísticos.

El estilo cerámico Lucre fue descrito por primera vez por Chávez Ballón, quien lo asoció con cerámica Wari a partir de sus excavaciones en Batan Urqo (Rowe, 1956), por lo

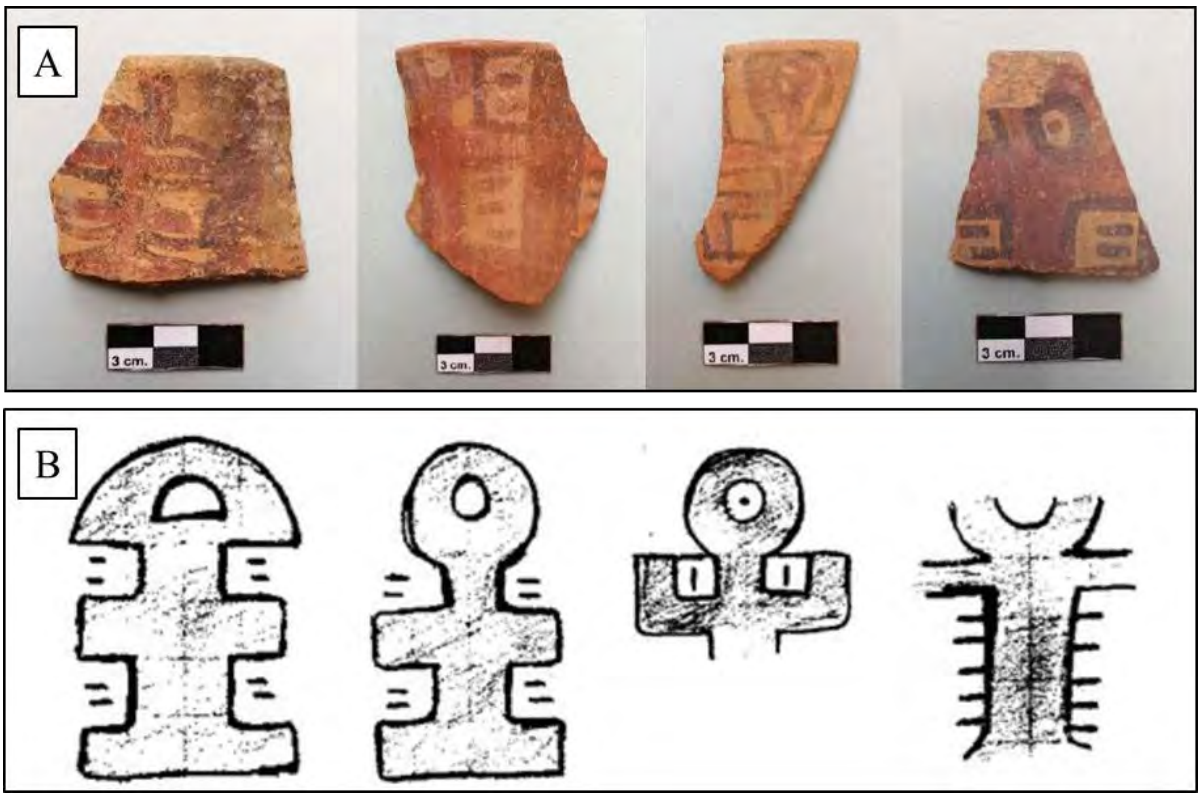
que hasta el siglo XIX el estilo cerámico Lucre se clasificaba en el Horizonte Medio, y adicionalmente se dividió en dos variantes: Lucre B cercana a estilos Wari o más bien su imitación local y Lucre A similar al estilo Killke e Inca A descrito por Rowe (McEwan, 1984). Ambas proposiciones son aclaradas a la fecha y, esta última ha sido puesta en cuestionamiento, aspecto que se desarrolla en el párrafo siguiente.

Las excavaciones en Choquepukio demostraron que la cerámica Wari influyó en el desarrollo del estilo Lucre, pero no fueron contemporáneos excepto al final del Horizonte Medio (McEwan, comunicación personal, 2022). En cuanto a la propuesta de dividir el estilo Lucre en las variantes Lucre A y Lucre B, Lunt (1987) ya señalaba que ambas variantes le parecían idénticas. Posteriormente, Hardy (2019) sugiere: "considerarlos como un dispositivo heurístico útil en lugar de una firma tipología, se necesita mucha más investigación para determinar completamente el grado en que estas dos categorías son analíticamente confiables" (p. 414). Asimismo, McEwan, sostiene que no existe una línea divisoria clara entre ambas propuestas, puesto que se trataría de un mismo estilo que presenta una amplia variabilidad interna (comunicación personal, 2022).

En cuanto a su decoración, comprende diseños geométricos, lineales, de bandas, disposiciones de cuadriculas que suelen contener diferentes motivos al interior, rombos, guiones, representaciones de camélidos, entre otros (consúltese Cruz & Trujillo, 2023), Asimismo, se identifican motivos equivalentes a diseños Wari y aunque comparten cierto tipo de decoración con la cerámica Killke, difieren en ejecución y disposición (Chatfield, 2007; Hardy, 2019). El característico motivo diagnostico "llave" (Figura 1), está presente en vasos, jarras, cantaros y cantaros cara-cuello, consiste en un círculo abierto conectado a un tallo con múltiples barras transversales ejecutadas en rojo con un contorno negro (Chatfield, 2007, p. 260).

Figura 1.

Motivo decorativo denominado "llave" por Chatfield (2007), 2A) Fragmentos de cerámica de estilo Lucre procedentes de Choquepukio, analizados en el estudio de Cruz y Trujillo (2023), se categoriza en el mismo como "Motivo VI" (Tomado de: Cruz & Trujillo, 2023, Figuras. 212-215). 2B) Ilustraciones del motivo diagnostico "llave" en fragmentos encontrados en Minaspata (Tomado de: Hardy, 2019, Figura 6.20)



2.4.1.2. Estudios Tipológicos y Tecnológicos.

Cruz y Trujillo (2023) analizaron 965 fragmentos cerámicos Lucre del sitio arqueológico Choquepukio logrando reconocer 05 formas comunes (platos, cuencos, vasos, cántaros y jarras), 16 motivos decorativos frecuentes (banda roja, cuadrilátero con guiones en el interior, círculo con secciones en el interior, guiones paralelos, entre otros). Hardy (2019)

observa que los cantaros y jarras de cuello restringido del estilo Lucre, son mucho más comunes y de mayor tamaño que en periodos anteriores (Figura 2).

Figura 2.

Colección de cerámica Lucre del Museo Inca del Cusco, nótese las diferentes dimensiones de los cántaros y jarra (Fotografía propia)



La cerámica de estilo Lucre, tecnológicamente, se caracteriza por una pasta marrón, marrón claro, color ladrillo o gris (de acuerdo a la atmosfera de cocción), la superficie interior de las vasijas presenta huellas de engobado, alisado, escobillado, bruñido y pulido. En cuanto a la decoración emplearon pigmentos rojo, negro, marrón y blanco (Cruz & Trujillo, 2023).

2.4.1.3. Estudios de Caracterización Física y Química de la Pasta.

En relación al análisis físico, el estudio petrográfico por Ixer y Lunt (1991) de fragmentos de estilo Lucre sugiere que la mayoría fueron elaborados con andesita triturada añadida como mordiente, sus características forman un fuerte enlace con la arcilla lo que es particularmente beneficioso para la producción de grandes vasijas, además se postula que dicha tecnología es análoga a la estandarizada cerámica Inca del Cusco (Ixer et al., 2014).

Además, Cruz y Trujillo (2023, p.190) aportaron evidencia composicional química de la cerámica Lucre, identifican 05 variantes de grupos de pasta (A, B, C, D y E) mediante Fluorescencia de rayos X y Microscopia digital portátil.

2.4.2. Estilo Cerámico Killke.

Simultáneamente en el Periodo Intermedio Tardío en la cercana cuenca del Cusco fue dominante otro estilo cerámico nombrado Killke (Figura 3), epónimo al cerro Killke (Rowe, 1944). Por su extensa distribución y por estar presente en superficie o estratos junto a la arquitectura monumental Inca ha llamado la atención de varios estudios de forma, decoración y tecnología (Bauer & Stanish, 1990; Bauer, 1996, 1999; Chatfield, 2007, 2010; Dwyer, 1971; Ixer & Lunt, 1991; Kendall, 1985; Lunt, 1987; Rivera, 1971) de manera que es uno de los estilos mejor documentados.

2.4.2.1. Estudios Estilísticos.

Rowe realiza una serie de exploraciones y excavaciones a partir del año 1941, con el interés de identificar y describir una secuencia cerámica pre inca del valle del Cusco. En los cateos que realizó en un patio del Convento Santo Domingo, clasifica un nuevo estilo cerámico en el Periodo Intermedio Tardío que denomina inicialmente como “Canchón”. Posteriormente, en sus recolecciones superficiales encuentra que dicho estilo estaba ampliamente distribuido a lo largo de la cuenca del Cusco. Rowe, luego lo re-denomina como

"serie Killke" y postula que es un antecedente al estilo Incaico en forma y decoración. Además, Rowe desarrolla un estudio estilístico para la cerámica Killke, gracias a la recuperación de grandes cantidades del estilo en Sacsayhuaman, lo clasifica en: Killke llano,

Figura 3.

Vasijas cara-cuello Killke (Tomado de: Meyers, 2016, Fig. 5)



Killke crema, Killke negro sobre crema, Killke negro sobre blanco y Killke policromo (Rowe, 1944, p. 60-61).

En las excavaciones del área de Chinchero por Rivera (1971), se pretendía definir nuevos estilos cerámicos locales para el Periodo Intermedio Tardío, concluye que la serie Killke propuesto por Rowe era insuficiente por la existencia de variaciones temporales y regionales asociados al estilo. El estudio de Dwyer (1971), el cual desarrollamos más adelante, muestra un panorama similar de variación dentro del mismo estilo Killke.

Consecuentemente, por similitudes estilísticas, pero con atributos que diferían de la clasificación de Rowe (1971) se estableció el término "relacionado a Killke o *Killke-related*"

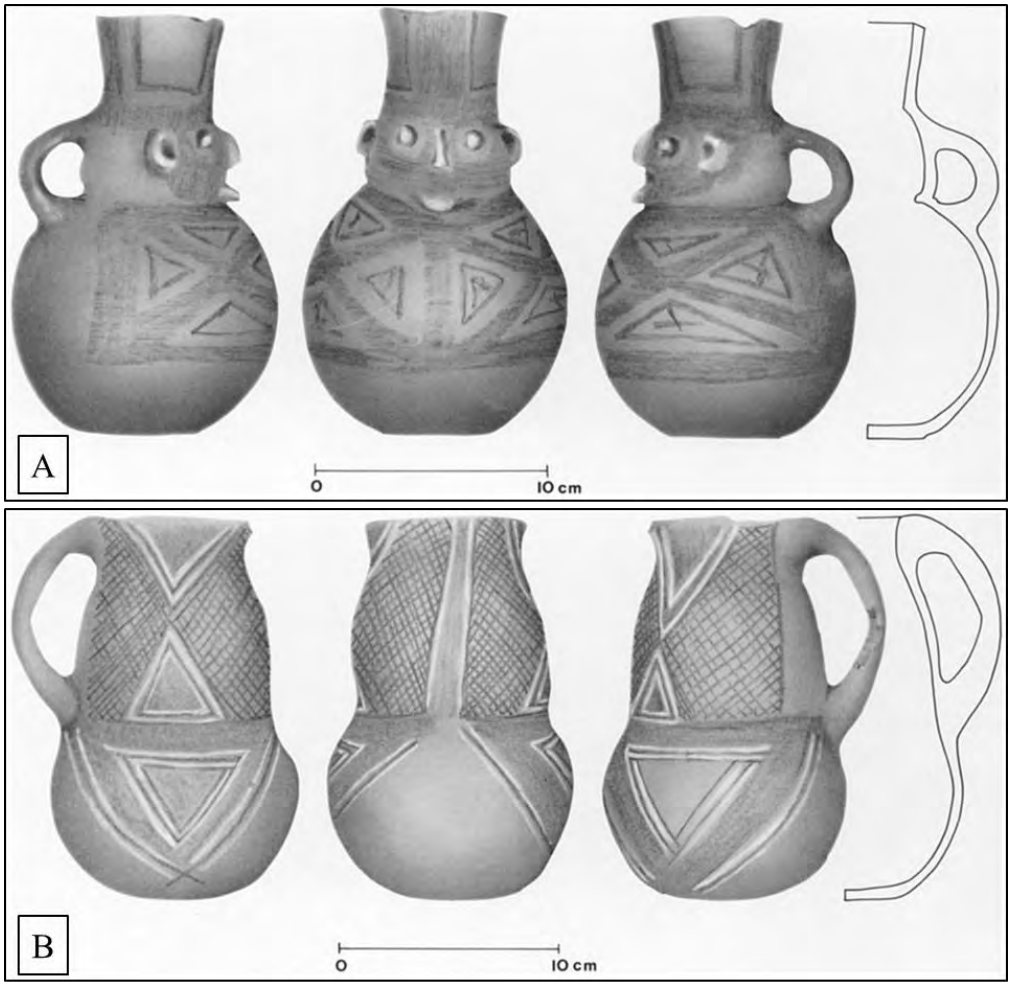
(Figura 4) (Bauer & Stanish, 1990). Es así que, cada variación, mantiene diferentes nombres, por ejemplo, en Araypallpa-Paruro el estilo Colcha, en la cuenca del Chongo el estilo Cuyo y otros en Ollantaytambo y Maras (véase Hardy, 2019). Bajo estas premisas, los atributos,

Figura 4.

Vasijas "relacionado a Killke". (Tomado de: Bauer & Stanish, 1990, Figuras 15 y 17)

distribución y cronología Killke aún siguen siendo debatidos. Por consiguiente, será necesario definirlo en nuestra propia área de estudio.

Las decoraciones son generalmente geométricas, incluye líneas en negro y rojo



(combinación común), franjas gruesas en rojo, triángulos entrecruzados, franjas de rombos,

triángulos anidados que alternan entre rojo y negro, filas colgantes de triángulos reticulados en los bordes, también figuras de camélidos, entre otros (Hardy, 2019).

2.4.2.2. Estudios Tipológicos y Tecnológicos.

En el estilo Killke también se utilizó tres pigmentos rojo, negro y blanco, sobre superficies con engobe crema y bruñido para obtener un brillo medio a débil. El pigmento negro es el color más utilizado, seguido del rojo, y el blanco, este último se presenta como engobe limitado a cuencos y vasos (Hardy, 2019). La pintura suele ser acuosa, lo que da como resultado un tono de color bajo a medio (Bauer, 1999). Mientras que el negro y el blanco son consistentes, el rojo varía de un morado oscuro a un rosa oscuro, dependiendo de las condiciones de aplicación y cocción, pero nunca hay dos tonos de rojo en una misma vasija (Dwyer, 1971).

La cerámica Killke presenta, por lo general, una cocción en condiciones oxidantes, motivo por el cual sus pastas exhiben tonalidades que van del rojo al naranja y se caracterizan por su consistencia dura. Las vasijas fueron elaboradas mediante la técnica de espiral y, en algunos casos, moldeadas, como ocurre con el tipo cara-gollete (Hardy, 2019). El estudio petrográfico desarrollado en el ítem 2.4.2.3 aportará información más precisa sobre la tecnología empleada en la elaboración de la pasta.

En excavaciones de Minaspata por Hardy (2019) se registra que los vasos, jarras y cantaros son menos frecuentes y tienden a ser de menor tamaño que los del estilo Lucre, sugiere que los tamaños de los vasos parecen ser destinados a grupos pequeños. Otras morfologías registradas son cuencos, tazones y platos.

Se debe señalar que existe evidencia de que la tecnología de elaboración y cocción del estilo cerámico Killke experimentó cambios después del Periodo Intermedio Tardío,

continuando durante el Horizonte Tardío e incluso adaptándose posteriormente al uso de hornos cerrados introducidos por los españoles (Chatfield, 2010).

2.4.2.3. Estudios de Caracterización Física de la Pasta.

Dwyer (1971) realizó un estudio microscópico de la pasta de la cerámica Killke en tres áreas: Cusco, Pisac y Lucre, donde dio por resultado una ligera variación o diferenciación tecnológica en la proporción y tipo de material de mordiente utilizado.

Por su parte, el análisis petrográfico desarrollado por Ixer et al. (2014) señala que la cerámica Killke se caracteriza por el uso de arcilla limpia con una gama limitada de rocas feldespáticas de grano medio, y cocida en condiciones oxidantes.

2.4.3. Estilo Cerámico Inca.

La cerámica Inca, también conocida como Inca Clásico, Inca Policromo o Inca Imperial (Figura 5), cuenta con una extensa literatura de estudios, sin embargo, el propósito de esta sección, no es presentar una discusión exhaustiva sino, definir las características principales del estilo Inca clásico y un recuento de las hipótesis generadas respecto a su posible antecesor.

Figura 5.

Cerámica Inca clásica de la colección del Museo Inca del Cusco. (Tomado de: Ixer et al., 2014).



2.4.3.1. Estudios Estilísticos.

Los primeros estudios sistemáticos de la cerámica Inca, fueron desarrollados a partir de materiales procedentes de Machupicchu por H. Bingham (1915) quien realizó una primera tipología y de Saqsayhuaman por Valcárcel (1935), aunque la clasificación taxonómica y tipológica de Rowe de 1944 es el que recibió mayor aceptación (Villacorta, 2021).

Los motivos decorativos de la cerámica Inca, son finos y precisos con una gran variedad: rombos, helechos, bandas ajedrezadas, triángulos con diseños internos o colgantes, tocapus, líneas (zigzagueantes, onduladas, simples, entre otros), representaciones (antropomorfas, zoomorfas, ornitomorfas, artrópodas, entre otros), trazos en forma de cruz, y otros motivos más. Los pigmentos frecuentemente utilizados son negro, rojo, blanco, y otros colores como crema, amarillo, marrón y naranja. (Villacorta, 2021).

2.4.3.2. Estudios Tipológicos y Tecnológicos.

La cerámica Inca es muy reconocible por su elevada calidad técnica, la pasta presenta una estrecha gama de colores de rojo anaranjado, casi siempre totalmente oxidados y generalmente limpios, contienen mica, granito y andesita triturada como mordiente (Lunt, 1987; Ixer & Lunt, 1991; Ixer, et al., 2014). Mayormente se aplicaron engobes de color rojo intenso, pero también se identificaron engobes de color beige, blanco y negro, luego las superficies fueron altamente bruñidas hasta alcanzar un acabado liso. Sobre su morfología son diversas: cántaros, vasijas, ollas, platos, escudillas, cuencos, vasos, utensilios, caleros, entre otros.

2.4.3.3. Discusiones sobre su Origen y Antecesores.

Sobre el antecesor de la cerámica Inca, los primeros estudios posicionaron durante mucho tiempo al estilo Killke como un “Inca temprano”, “Inca primitivo o protoinca” debido a sus relaciones estilísticas (motivos decorativos), estratigráficas y fechados relativos (Rowe,

1944; Dwyer, 1971; Alcina et al., 1976; Ravines, 2011; Bauer, 2002; entre otros). Sin embargo, esta interpretación llevó a suponer que la producción de la cerámica Killke se habría interrumpido al iniciar la producción de cerámica Inca.

Investigaciones posteriores matizaron esta interpretación. Un aporte significativo es el de Chatfield (2010), quien alude que la producción de la cerámica Killke no ceso, sino que continuo hasta el periodo colonial, adaptándose a los hornos cerrados usados para la época. Esta continuidad, no se observa en el caso de la cerámica Lucre, al menos en Choquepukio, donde las excavaciones de McEwan y sus colegas registraron un episodio de quema del material del techado que abarco las áreas A y B "… que marco estratigráficamente el final de la ocupación del Periodo Intermedio Tardío en Chokepukio (2005, p. 266)". Posteriormente fue reocupado por los Incas.

Por otro lado, una excepción fue la propuesta de Barreda, quien consideró al estilo Lucre como "Inca Tipo A" (Gonzales, 1984), sugiriendo una asociación más directa con la producción cerámica incaica. Esta interpretación fue contrastada mediante estudios de caracterización tecnológica.

2.4.3.4. Estudios de Caracterización Física de la Pasta.

Los estudios de Chatfield (1998) de cerámicas de estilo Inca, Lucre y Killke de Choquepukio la llevan a concluir que el estilo Lucre es tecnológicamente más similar a la cerámica Inca que al estilo Killke. Dicha propuesta fue reforzada por los análisis petrográficos de las mismas muestras y de cerámica procedente de Cusichaca realizados por Ixer y Lunt (1991) e Ixer y colegas (2014), quienes confirmaron la existencia de una genealogía tecnológica de la pasta, evidenciando continuidad entre los estilos de cerámica Lucre e Inca.

En definitiva, McEwan, Chatfield y Gibaja (2002) argumentan que la cerámica Inca consiste en motivos pintados con influencia Killke sobre cerámica influenciada por la tecnología cerámica Lucre.

Ahora bien, en la línea de la investigación de esta tesis, es necesario incluir los antecedentes de estudios realizados sobre pigmentos en la cerámica Lucre, Killke e Inca.

2.4.4. Estudios de Pigmentos en la Cerámica Lucre, Killke e Inca.

A la fecha se cuentan con tres estudios importantes sobre pigmentos en cerámica Lucre, Killke e Inca, los cuales exponemos.

En la tesis doctoral de Lunt (1987) *"Inca and pre-Inca pottery: pottery from Cusichaca, Department of Cuzco, Peru"*, llevó a cabo un análisis de pigmentos por Difracción de Rayos X y un Microscopio electrónico de barrido en la alfarería del Periodo Intermedio Tardío y Horizonte Tardío de Cusichaca, con el principal objetivo de identificar factores contribuyentes o afectantes para los pigmentos minerales, evalúa su consistencia dentro de ciertas categorías de alfarería analizando las variaciones de textura, uniformidad, densidad, presencia o ausencia de brillo, entre otros.

Avendaño y colegas (2015), en su publicación *Informe final procedencia de materia prima de los fragmentos de cerámica diagnósticos del sector de Muyukmarka – Saqsayhuamán, Cusco, Perú*, realizaron un análisis físico-químico de la composición de la pasta y de los pigmentos de la cerámica Inca y Killke procedentes de dicho sector, empleando Fluorescencia de Rayos X portátil y microscopía óptica. A partir de los elementos químicos identificados, los autores propusieron el posible origen —tanto orgánico como mineral— de los materiales utilizados, así como las potenciales fuentes de extracción.

Luízar y colegas (2019) realizaron un poster titulado *Comparación de la composición elemental de los pigmentos en cerámicas de las Culturas Killke y Lucre usando fluorescencia*

de rayos X. El objetivo principal, expresado en el título de la publicación, fue comparar la composición elemental de los pigmentos y de las pastas matrices de cerámicas del Periodo Intermedio Tardío. El análisis incluye, nueve muestras de cerámica del estilo Killke (entre muestras completas y fragmentos) y una vasija prácticamente completa del estilo Lucre provenientes del Museo del Colegio Inka Garcilaso de la Vega de la Ciudad del Cusco. En la conclusión se expone:

> El análisis elemental usando FRXp permite diferenciar la alfarería Lucre de la Killke, indicando que se ha usado materia prima de lugares y naturaleza diferente. Además, es posible diferenciar las piezas Killke entre sí, basados principalmente en el contenido de Pb, Rb, Zr, S y Sr (Luízar et al., 2019).

Este trabajo representa un primer e interesante análisis de pigmentos del Periodo Intermedio Tardío del Cusco, sin embargo, se debe advertir que, el estudio de material cultural descontextualizado podría conllevar limitaciones interpretativas.

2.5. Planteamiento de Hipótesis

2.5.1. Hipótesis General.

- Se postula que la aplicación de Fluorescencia de Rayos X portátil en las muestras de cerámica del Periodo Intermedio Tardío y Horizonte Tardío del sitio arqueológico Choquepukio (Temporadas 2002–2003), distrito de Lucre – Cusco, permitirá revelar los elementos químicos de la pasta matriz y de los pigmentos (blanco, negro y rojo).

2.5.2. Hipótesis Especificas.

- Se propone que los elementos químicos identificados mediante Fluorescencia de Rayos X portátil, en la pasta matriz y en los pigmentos (blanco, negro y rojo) de las

muestras cerámicas Lucre, Killke e Inca presentarán concentraciones diferenciadas, asociadas con las materias primas empleadas en cada estilo cerámico.

- Se considera que el Análisis de Componentes Principales revelará agrupamientos entre los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca, diferenciándose principalmente el estilo Killke de los estilos Lucre e Inca a partir de la concentración de los elementos químicos de la pasta matriz y de los pigmentos (blanco, negro y rojo).
- Se propone que el Análisis de Clúster Jerárquico evidenciará similitudes y diferencias en la composición química de la pasta matriz y de los pigmentos (blanco, negro y rojo) de los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca del sitio arqueológico Choquepukio.

Capítulo III

3. Metodología de la Investigación

3.1. Ámbito de Estudio: Localización Política y Geográfica

El sitio arqueológico Choquepukio, se localiza políticamente en el distrito de Lucre, provincia de Quispicanchi, departamento de Cusco, a una altitud de 3198 msnm. Hacia el sureste de Choquepukio se encuentra el humedal de Huacarpay y el sitio arqueológico Pikillaqta (Figura 6).

Choquepukio está emplazado sobre un domo volcánico que forma una colina, en el mismo sitio existe un manantial natural de agua caliente. A una corta distancia en dirección norte ocurre la unión o *tinkuy* de los ríos Huatanay y Vilcanota (McEwan et al., 2005).

Según sus componentes arquitectónicos Choquepukio se sectoriza en tres grandes áreas: A, B y C (íbid.). Las áreas de estudio, se aperturaron en la temporada de excavación del 2002-2003, bajo la dirección de los antropólogos Gordon Mc. Ewan y Arminda M. Gibaja. Las unidades excavadas se nombraron como 32A, 32, 36 y 7 (McEwan, 2004). En esta tesis nos enfocamos en los materiales cerámicos de las unidades de excavación 32, 36 y 7.

La unidad 32, se ubica en el Área A, en publicaciones posteriores toma el código de "A1" (ver McEwan et al., 2005). Las unidades 36 y 7 (al este de la unidad 32) se encuentran detrás de las grandes estructuras, entre el Área A y Área B (Figura 7).

3.1.1. Topónimos Variantes.

La ortografía con que se refirieron al sitio arqueológico varía: Choquepujyo (Gibaja, 1983), Choquepuquio (Kendall, 1985), Chokepukio (McEwan, 1987) y Choquepukio (McEwan, 1984; Gonzales & Hardy, 2016).

Figura 6.

Mapa de accesibilidad del Sitio Arqueológico Choquepukio.

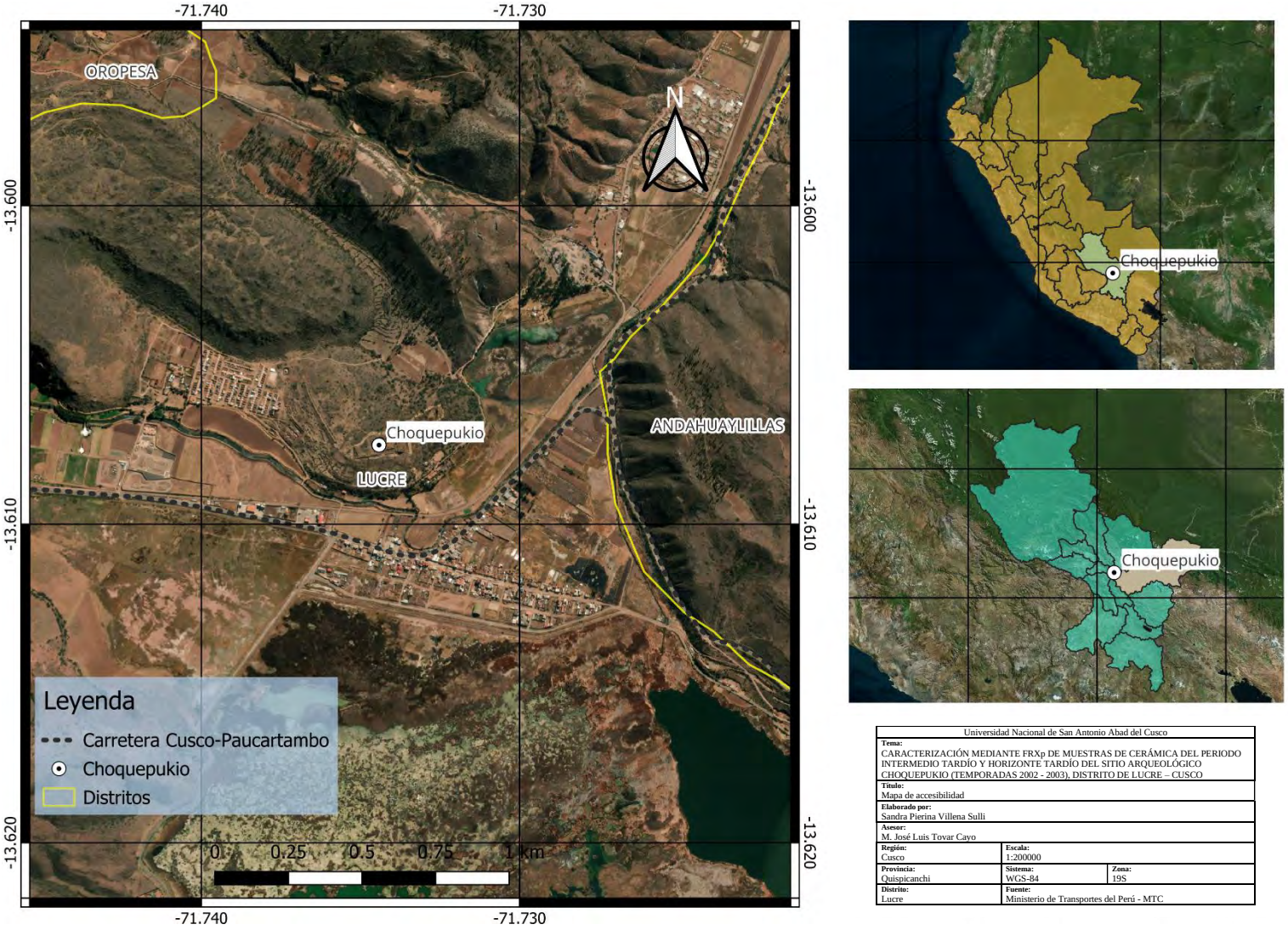
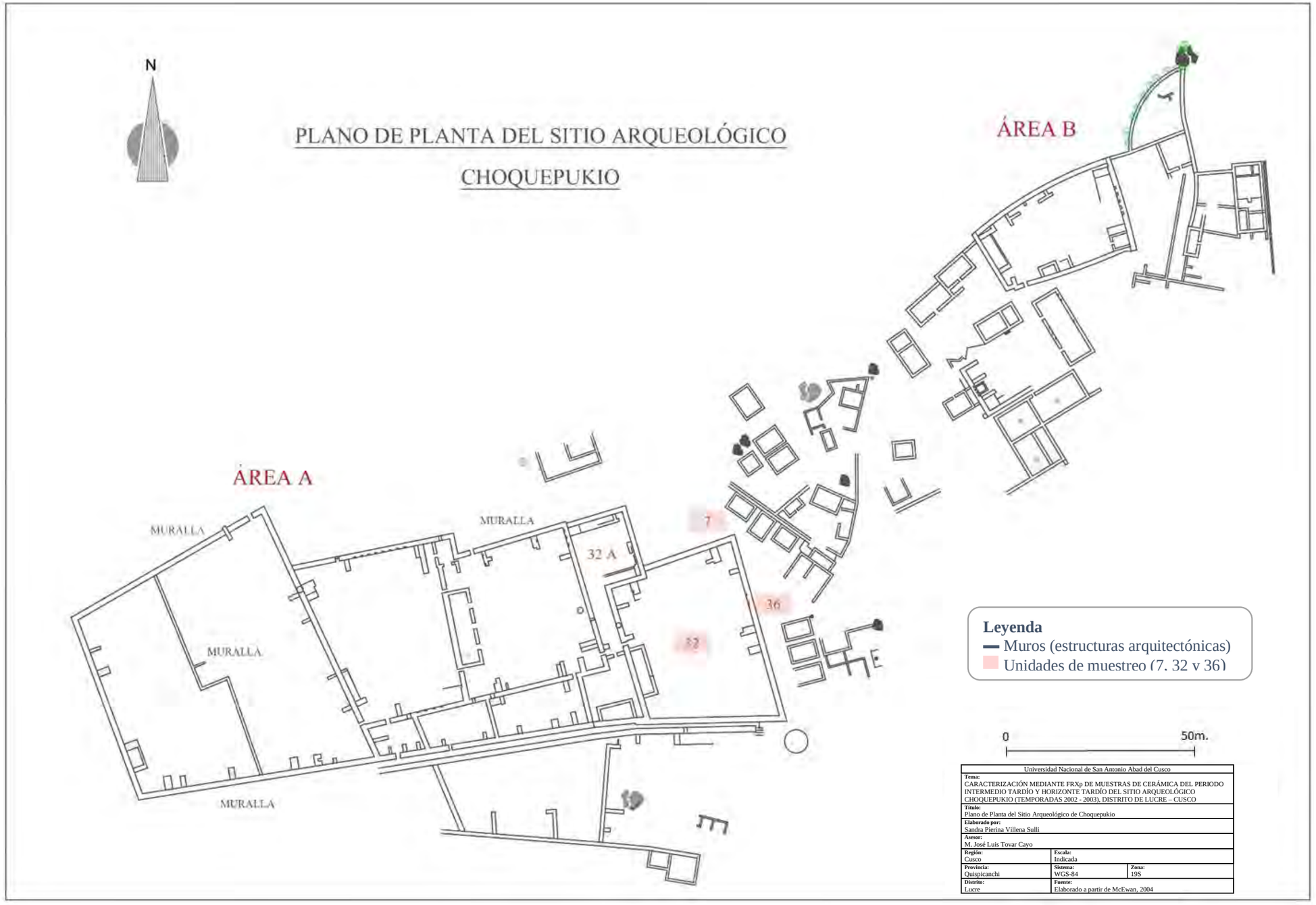


Figura 7.

Plano de planta del sitio arqueológico Choquepukio con la ubicación de las unidades 32A, 32, 36 y 7 correspondientes a la temporada de excavación del 2002-2003. Se resalta en color rojo las unidades de las cuales proceden las muestras de cerámica caracterizada (32, 36 y 7). Fuente: Elaborado a partir de McEwan, 2004.



3.2. Tipo y Nivel de la Investigación

La investigación se planteó con un alcance descriptivo y correlacional, tal como señalan Hernández y Mendoza (2018, p. 106), “los estudios descriptivos comúnmente son la base de las investigaciones correlacionales”. Bajo esta perspectiva, los estudios descriptivos tienen como propósito especificar propiedades o características de un fenómeno sujeto a análisis; es decir, permiten medir o recolectar datos sobre variables o componentes vinculados al objeto de estudio (ibíd.). En este sentido, inicialmente se pretendió registrar la información química sobre las muestras seleccionadas y se definieron las variables.

El estudio incorpora además un enfoque correlacional, en tanto se pretende identificar la relación o el grado de asociación entre dos o más categorías o variables en un contexto determinado. Para este fin, las variables se miden y se examina su relación en términos estadísticos (ibíd.). En este caso, se aplicó un análisis multivariado, de forma conjunta a la información obtenida de los pigmentos de los estilos cerámicos del Periodo Intermedio Tardío y Horizonte Tardío de unidades de excavación del sitio arqueológico Choquepukio.

En el curso de la tesis se ha decidido emplear el método analítico, conceptualmente, es un camino para llegar a un resultado mediante la descomposición de un fenómeno en sus elementos constitutivos, es decir, contempla un procedimiento que descompone un todo en sus elementos básicos (Lopera et al., 2010).

3.3. Enfoque de la Investigación

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, debido a que integra procedimientos cuantitativos y cualitativos. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), el enfoque mixto comprende la recolección, análisis e integración de datos cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión más amplia del fenómeno estudiado.

El componente cuantitativo corresponde a los datos obtenidos mediante Fluorescencia de Rayos X portátil (FRXp), a partir de la identificación de los elementos químicos presentes en la pasta matriz y los pigmentos de las muestras de cerámica. El componente cualitativo corresponde a la interpretación arqueológica de estos resultados, considerando las características tecnológicas de las muestras y el contexto arqueológico.

3.4. Tamaño de la Muestra

La población de la investigación fue el conjunto de fragmentos cerámicos de la temporada de excavación del 2002-2003 realizada en Choquepukio, que precedentemente fue catalogada por J. Cruz y R. Trujillo (2023). Cabe señalar que no se dispone de un total consolidado de fragmentos para los tres estilos en conjunto. No obstante, para el estilo Lucre se ha registrado un total de 9857 fragmentos (ibíd.), lo que evidencia la magnitud del conjunto analizado. La muestra de estudio se seleccionó de la Capa II de las unidades de excavación 32, 36 y 7, para estudiar material de una ocupación diacrónica.

El estudio conforma 30 muestras en total, de los cuales 11 son del estilo Lucre, 9 del estilo Killke y 10 son Inca.

3.4.1. Técnicas de Selección de la Muestra.

Se empleó un muestreo no probabilístico, en el cual la selección de la muestra no responde a una fórmula estadística, sino a criterios de accesibilidad y flexibilidad en función de los objetivos del estudio (Morveli, 2019). Para la selección de los fragmentos se consideraron cualidades a partir de una tipología fundamentada que involucra el análisis macroscópico de la pasta, manufactura, forma y decoración característica (Adams & Adams, 1991; Ghezzi, 2011). Se ponderó a seleccionar especímenes representativos de cada estilo, y fragmentos que representen una variedad de áreas en la vasija (bordes y cuerpo), considerando que sean lo más planos posibles para evitar ruidos en su lectura.

En líneas generales, cada uno de los fragmentos seleccionados, siguiendo a Ghezzi (2011), "está[n] bien conservado[s], tiene una composición y textura de la pasta, técnica de manufactura, y condiciones de cocción características, es diagnóstico de forma, está decorado con un estilo reconocible, y procede de un contexto arqueológico confiable (p. 11)".

3.4.2. Tratamiento de las Muestras.

La metodología diseñada concerniente al tratamiento de las muestras previo al análisis por Fluorescencia de Rayos X portátil implicó:

- Se inició con el dibujo arqueológico (ver Apéndice B. Perfiles de los fragmentos analizados).
- Limpieza manual: Para efecto de aminorar la contaminación del medio sedimentario sobre las muestras, la zona de lectura en los fragmentos de cerámica se limpió con una brocha de cerdas finas.
- Asignación de una codificación individual: La codificación procede de la inicial de la letra del estilo cerámico siendo: "L" para el estilo Lucre, "K" para el estilo Killke, "I" para el estilo Inca; seguido de un numero correlativo (1,2,3...) para cada grupo. También se añadió, para referencia, el número de inventario por "Bolsa" de la temporada de excavación.

  Según el punto de análisis del pigmento en el fragmento cerámico se colocó: "-N" =negro, "-B" =blanco, "-R" =rojo, en el caso de pigmento en el reverso del fragmento se añadió: "_r" =reverso. El punto de análisis de la pasta matriz se realizó al reverso de todas las muestras, donde no hubiera presencia de pigmentos o engobes, se codificó con las iniciales: "-PM" =pasta matriz.
- Registro fotográfico: Nos ayudó a señalar y registrar el punto de lectura del pigmento en el fragmento cerámico (Figuras 8-13).

- Procedencia contextual: Se esbozó una tabla que reúne las características contextuales de cada muestra (Tabla 1).

Tabla 1.

Procedencia contextual de las muestras.

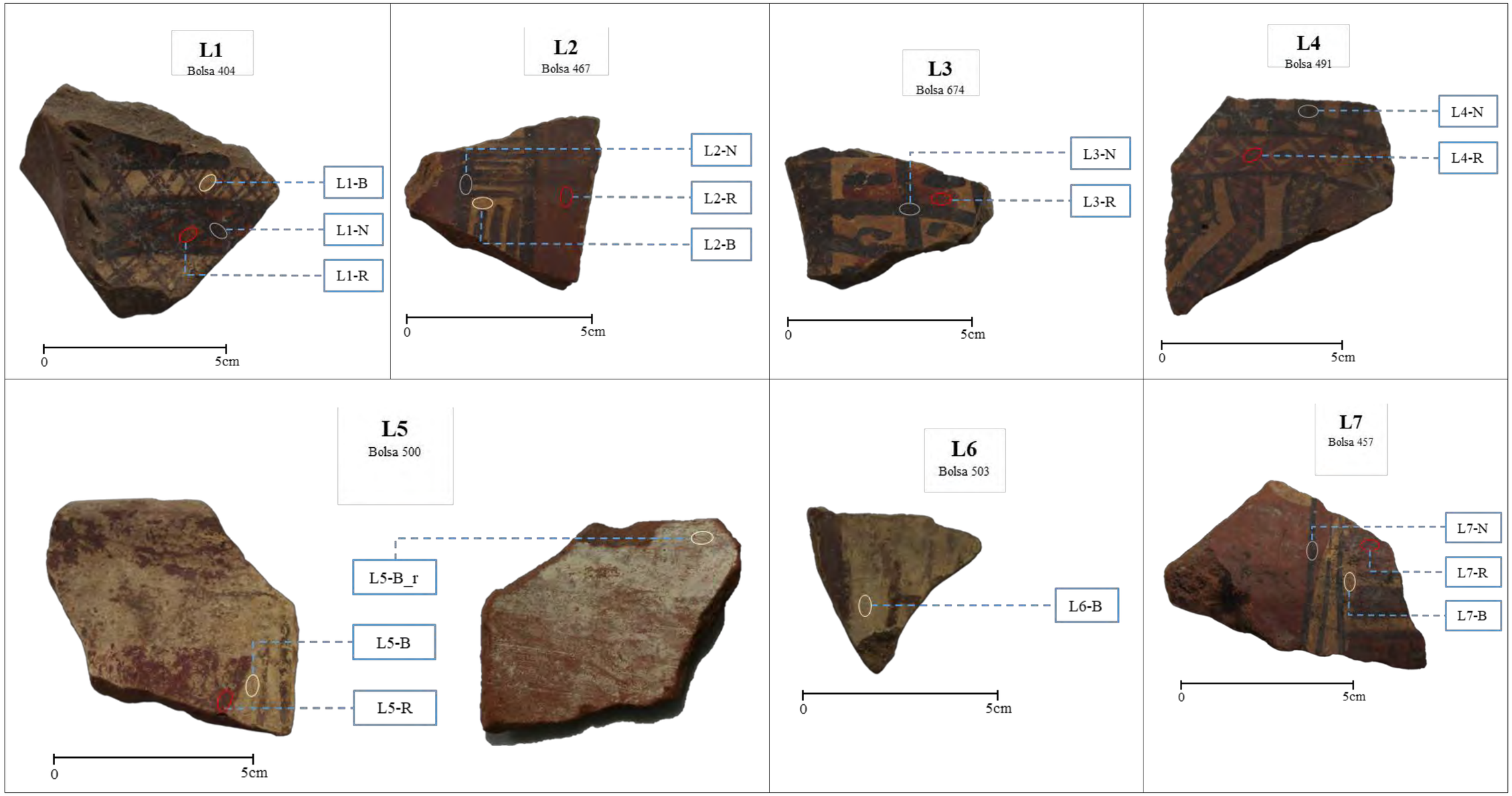
ÁREA	U.E	CAPA	MUESTRA		
			LUCRE	KILLKE	INCA
Entre A Y B	7	II	L1, L6, L7, L8, L9, L10, L11	K1, K2, K3, K7, K8	I1, I3, I4, I5, I6, I7, I8, I9, I10
	36	II	L5	K9	-
A	32	II	L2, L4, L3	K4, K5, K6	I2

Nota. Se utiliza la codificación mencionada en el ítem 3.3.2., "L" para el estilo Lucre, "K" para el estilo Killke, "I" para el estilo Inca.

Con lo mencionado se presenta cada muestra por estilo cerámico:

Figura 8.

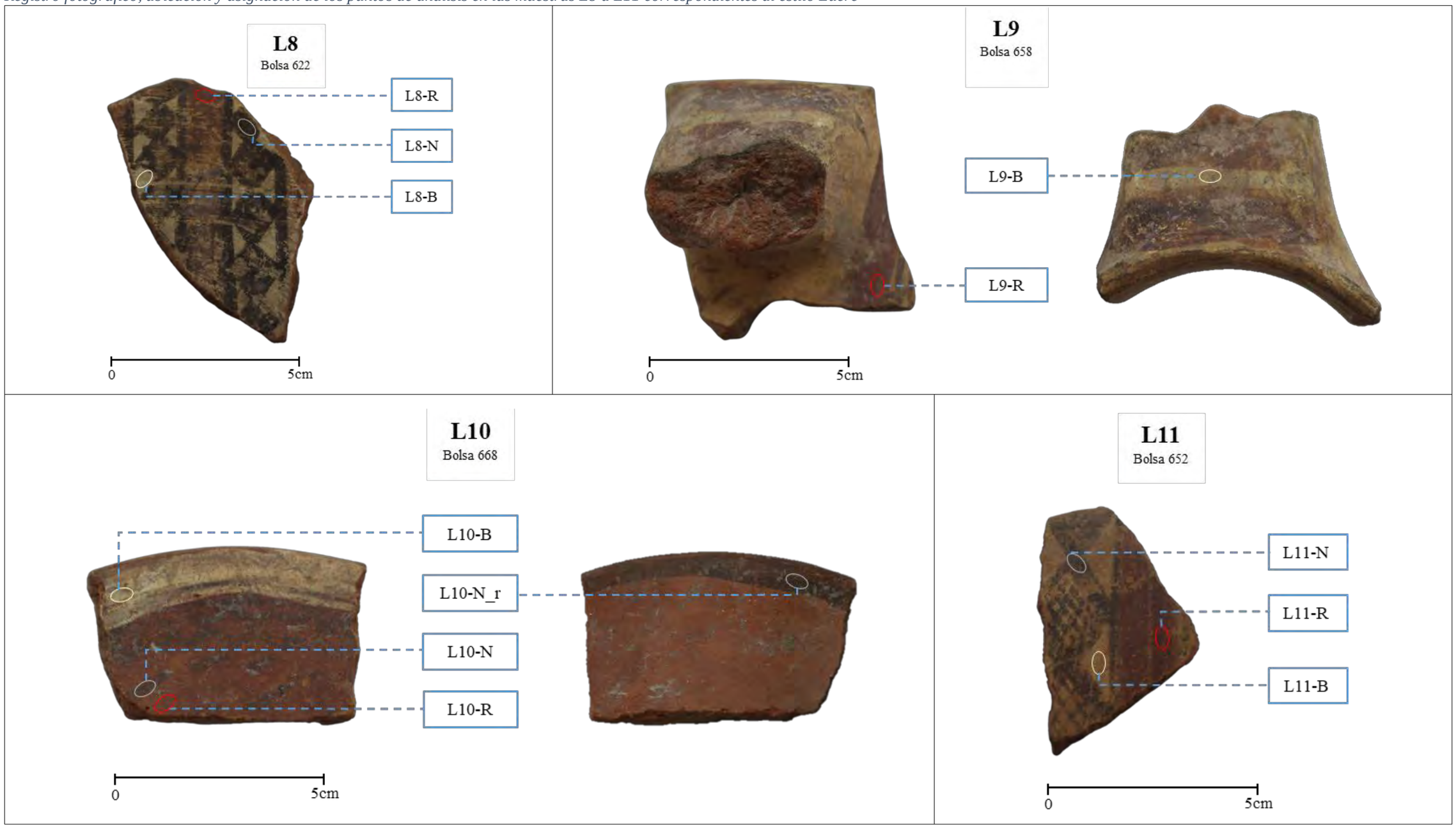
Registro fotográfico, ubicación y asignación de los puntos de análisis en las muestras L1 a L7 correspondientes al estilo Lucre



Nota. Muestras correspondientes al estilo cerámico Lucre, con la ubicación de los puntos de lectura mediante Fluorescencia de Rayos X portátil. Cada punto de análisis corresponde a un pigmento específico presente en los fragmentos cerámicos. La codificación utilizada indica el tipo de pigmento analizado según el punto de lectura: "-N" = negro, "-B" = blanco y "-R" = rojo; en los casos en que el pigmento se localiza en el reverso del fragmento, se añade el sufijo "_r", correspondiente a reverso.

Figura 9.

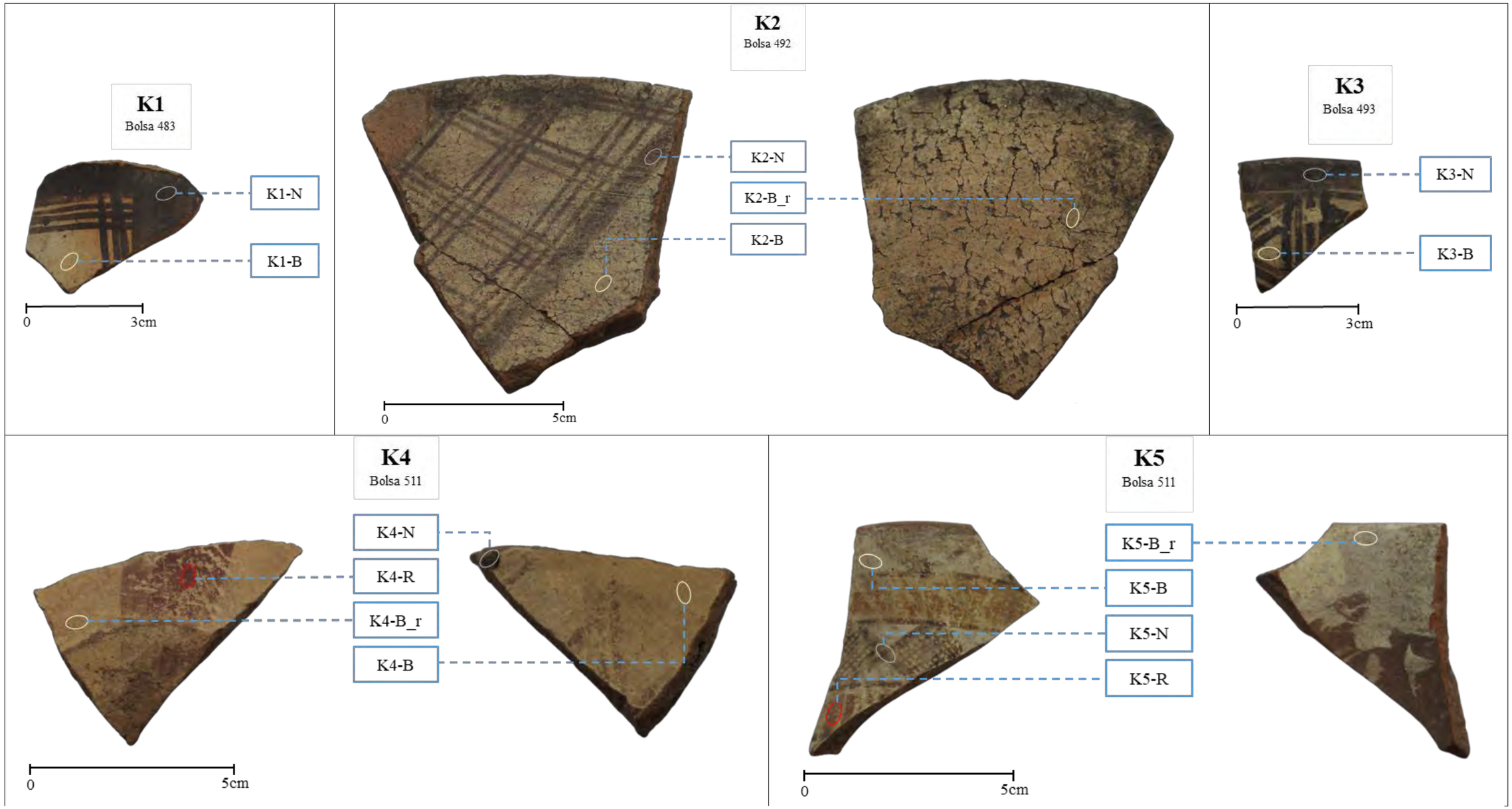
Registro fotográfico, ubicación y asignación de los puntos de análisis en las muestras L8 a L11 correspondientes al estilo Lucre



Nota. Muestras correspondientes al estilo cerámico Lucre, con la ubicación de los puntos de lectura mediante Fluorescencia de Rayos X portátil. Cada punto de análisis corresponde a un pigmento específico presente en los fragmentos cerámicos. La codificación utilizada indica el tipo de pigmento analizado según el punto de lectura: "-N" = negro, "-B" = blanco y "-R" = rojo; en los casos en que el pigmento se localiza en el reverso del fragmento, se añade el sufijo "_r", correspondiente a reverso.

Figura 10.

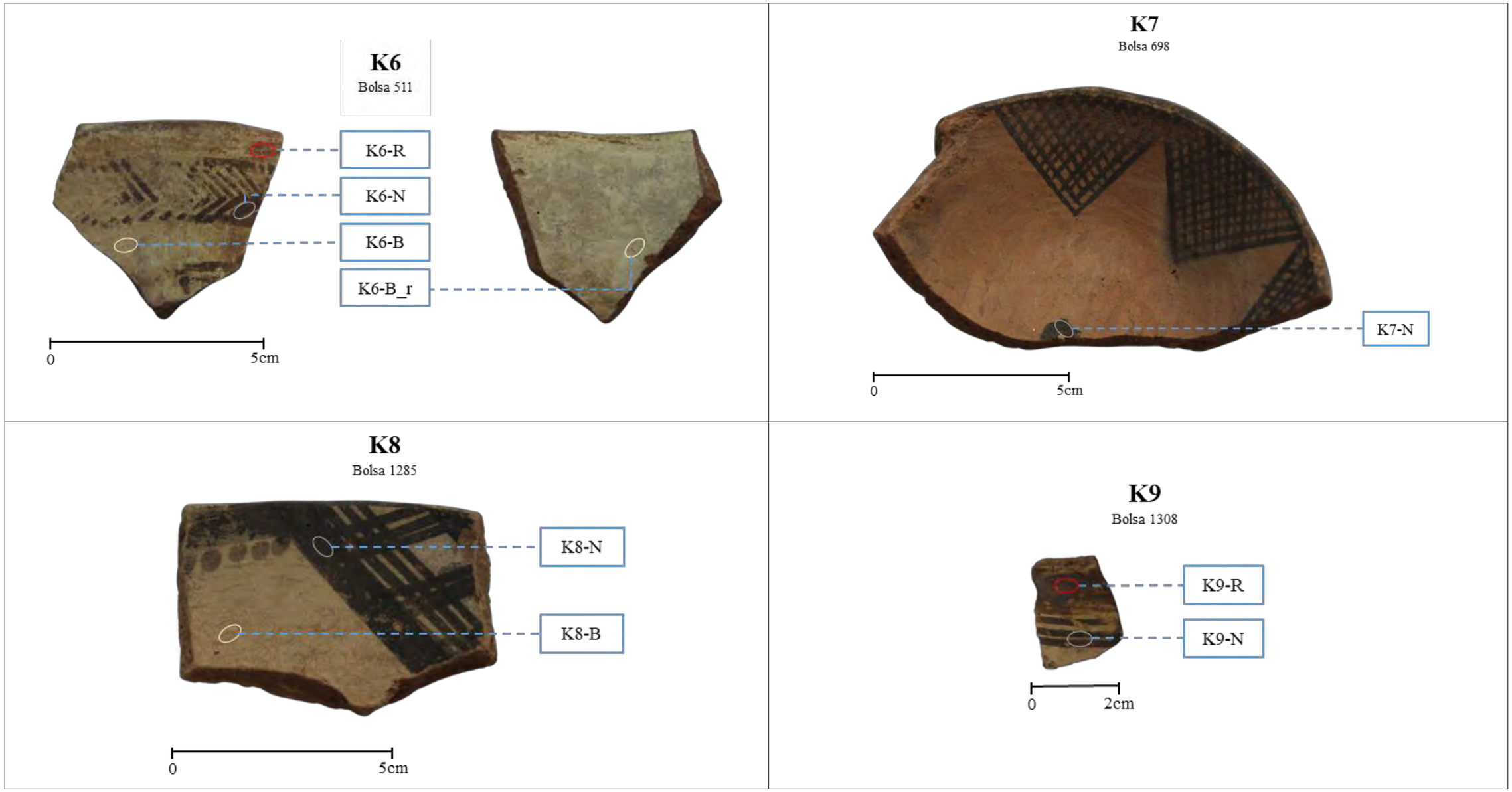
Registro fotográfico, ubicación y asignación de los puntos de análisis en las muestras K1 a K5 correspondientes al estilo Killke



Nota. Muestras correspondientes al estilo cerámico Killke, con la ubicación de los puntos de lectura mediante Fluorescencia de Rayos X portátil. Cada punto de análisis corresponde a un pigmento específico presente en los fragmentos cerámicos. La codificación utilizada indica el tipo de pigmento analizado según el punto de lectura: "-N" = negro, "-B" = blanco y "-R" = rojo; en los casos en que el pigmento se localiza en el reverso del fragmento, se añade el sufijo "_r", correspondiente a reverso.

Figura 11.

Registro fotográfico, ubicación y asignación de los puntos de análisis en las muestras K6 a K9 correspondientes al estilo Killke.



Nota. Muestras correspondientes al estilo cerámico Killke, con la ubicación de los puntos de lectura mediante Fluorescencia de Rayos X portátil. Cada punto de análisis corresponde a un pigmento específico presente en los fragmentos cerámicos. La codificación utilizada indica el tipo de pigmento analizado según el punto de lectura: "-N" = negro, "-B" = blanco y "-R" = rojo; en los casos en que el pigmento se localiza en el reverso del fragmento, se añade el sufijo "_r", correspondiente a reverso.

Figura 12.

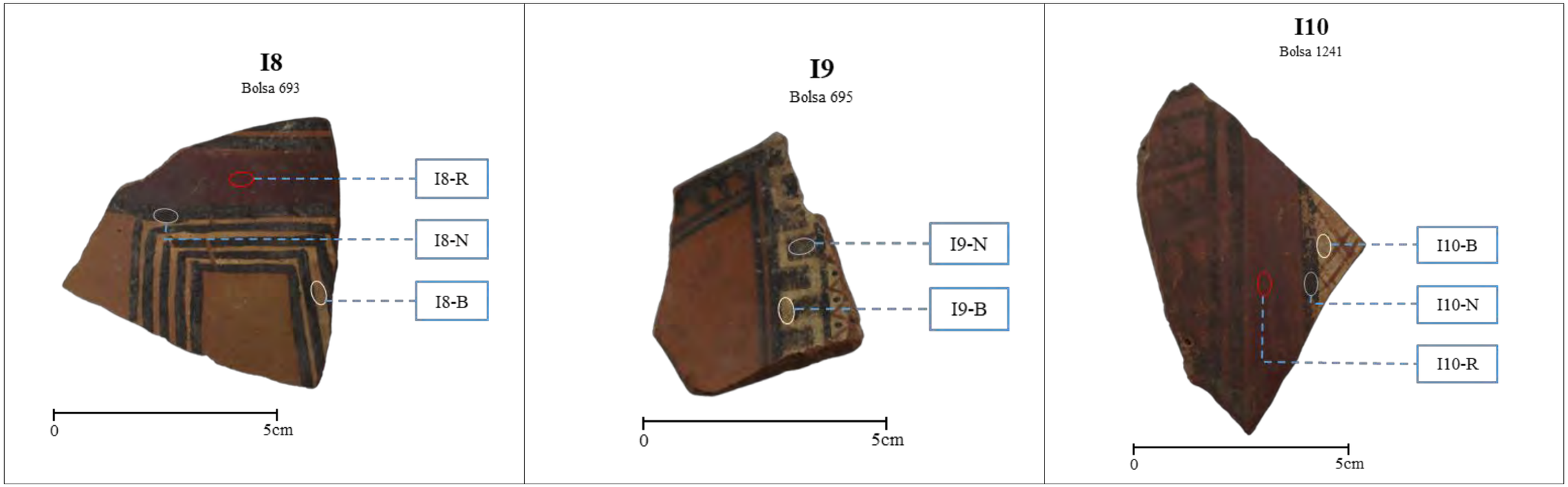
Registro fotográfico, ubicación y asignación de los puntos de análisis en las muestras I1 a I7 correspondientes al estilo Inca



Nota. Muestras correspondientes al estilo cerámico Inca, con la ubicación de los puntos de lectura mediante Fluorescencia de Rayos X portátil. Cada punto de análisis corresponde a un pigmento específico presente en los fragmentos cerámicos. La codificación utilizada indica el tipo de pigmento analizado según el punto de lectura: "-N" = negro, "-B" = blanco y "-R" = rojo; en los casos en que el pigmento se localiza en el reverso del fragmento, se añade el sufijo "_r", correspondiente a reverso.

Figura 13.

Registro fotográfico, ubicación y asignación de los puntos de análisis en las muestras I8 a I10 correspondientes al estilo Inca



Nota. Muestras correspondientes al estilo cerámico Inca, con la ubicación de los puntos de lectura mediante Fluorescencia de Rayos X portátil. Cada punto de análisis corresponde a un pigmento específico presente en los fragmentos cerámicos. La codificación utilizada indica el tipo de pigmento analizado según el punto de lectura: "-N" = negro, "-B" = blanco y "-R" = rojo; en los casos en que el pigmento se localiza en el reverso del fragmento, se añade el sufijo "_r", correspondiente a reverso.

La muestra seleccionada delimita los objetos de estudio de la investigación, constituidos por la pasta matriz y los pigmentos (blanco, negro y rojo) en fragmentos de cerámica de los estilos Lucre, Killke e Inca, procedentes de contextos arqueológicos controlados del sitio arqueológico Choquepukio. El proceso de selección, tratamiento y registro de las muestras garantizó condiciones adecuadas para el análisis químico.

A partir de esta base, el siguiente apartado presenta las técnicas de recolección de la información, centradas en la aplicación de la Fluorescencia de Rayos X portátil para la obtención de datos químicos de las muestras analizadas.

3.5. Técnicas de Recolección de la Información

En un primer proceso, la investigación implicó la revisión y discusión retro alimentada de literatura arqueológica y arqueométrica específica vinculada al tema (Del Solar Velarde, 2017). Con ello, se procedió a la aplicación del instrumento de Fluorescencia de Rayos X portátil, para la recolección de información composicional de las muestras.

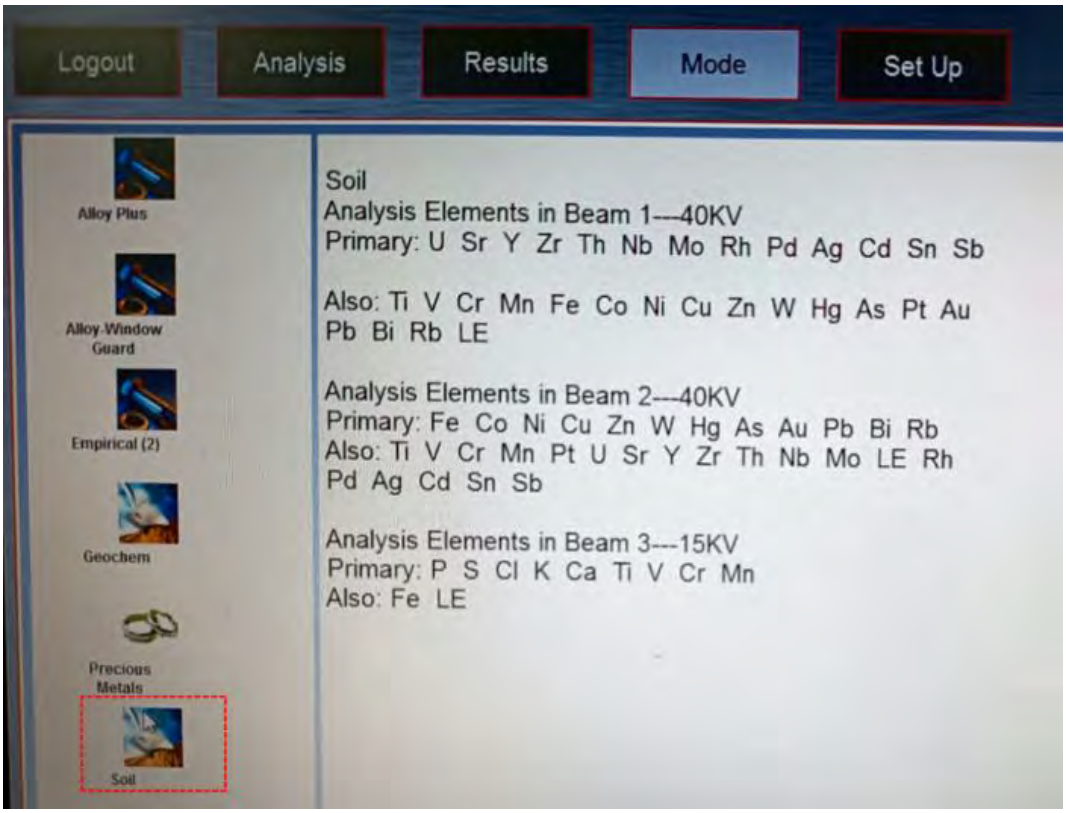
3.5.1. Aplicación de Fluorescencia de Rayos X Portátil.

El equipo de Fluorescencia de Rayos X portátil utilizado fue de marca Olympus, modelo Delta Premium DP -6000 (Figura 16A). El análisis de las 30 muestras se realizó eligiendo el modo de disparo conveniente en el software InnovX:

- Para los pigmentos, se utilizó el Modo *Soil*, que tiene tres rangos de energía o "*Beam*", en cada uno se detectan diferentes elementos químicos (Figura 14).

Figura 14.

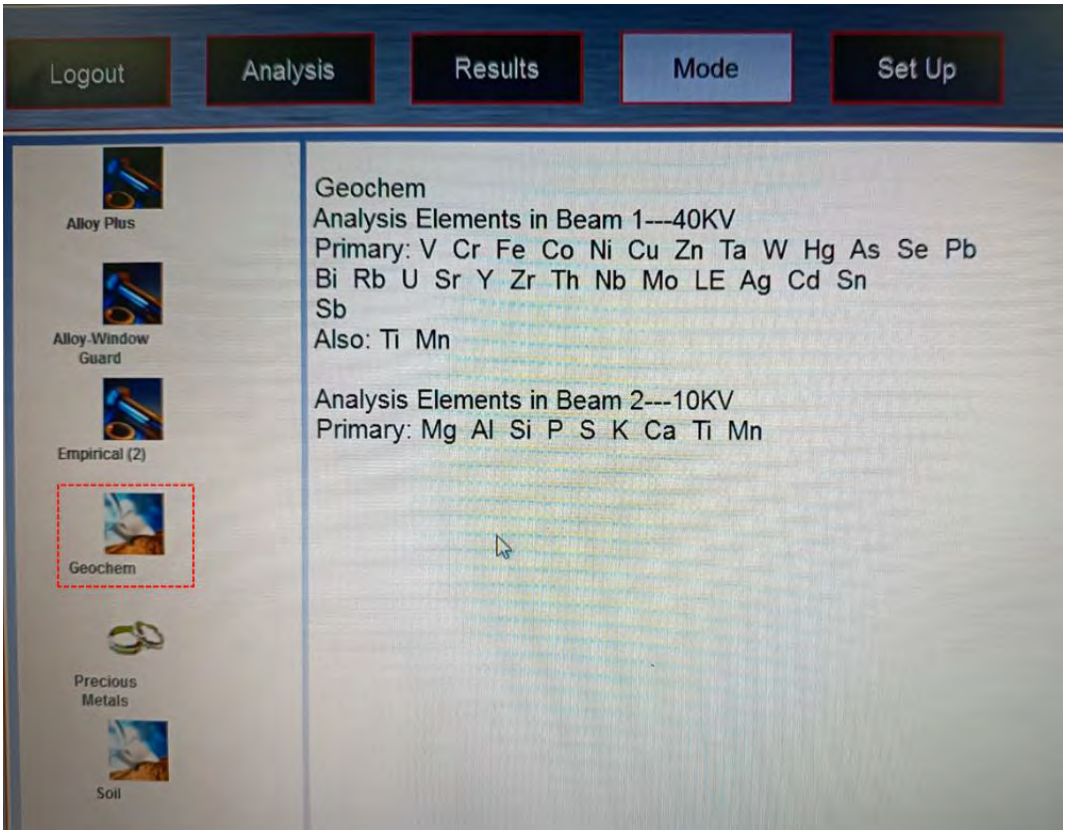
Elementos químicos identificables en cada "Beam" por el Modo "Soil" de la Fluorescencia de Rayos X portátil. Cada "Beam" analiza cierto elemento químico como se observa en la captura de pantalla: "Beam 1", "Beam 2" y "Beam 3"



- Para la pasta matriz se seleccionó el Modo *GeoChem*, que tiene dos "*Beam"*, utilizado frecuentemente en el análisis de suelos o arcillas (Figura 15).

Figura 15.

Elementos químicos identificables en cada "Beam" por el Modo "GeoChem" de la Fluorescencia de Rayos X portátil. Cada "Beam" analiza cierto elemento químico como se observa en la captura de pantalla: "Beam 1" y "Beam 2"

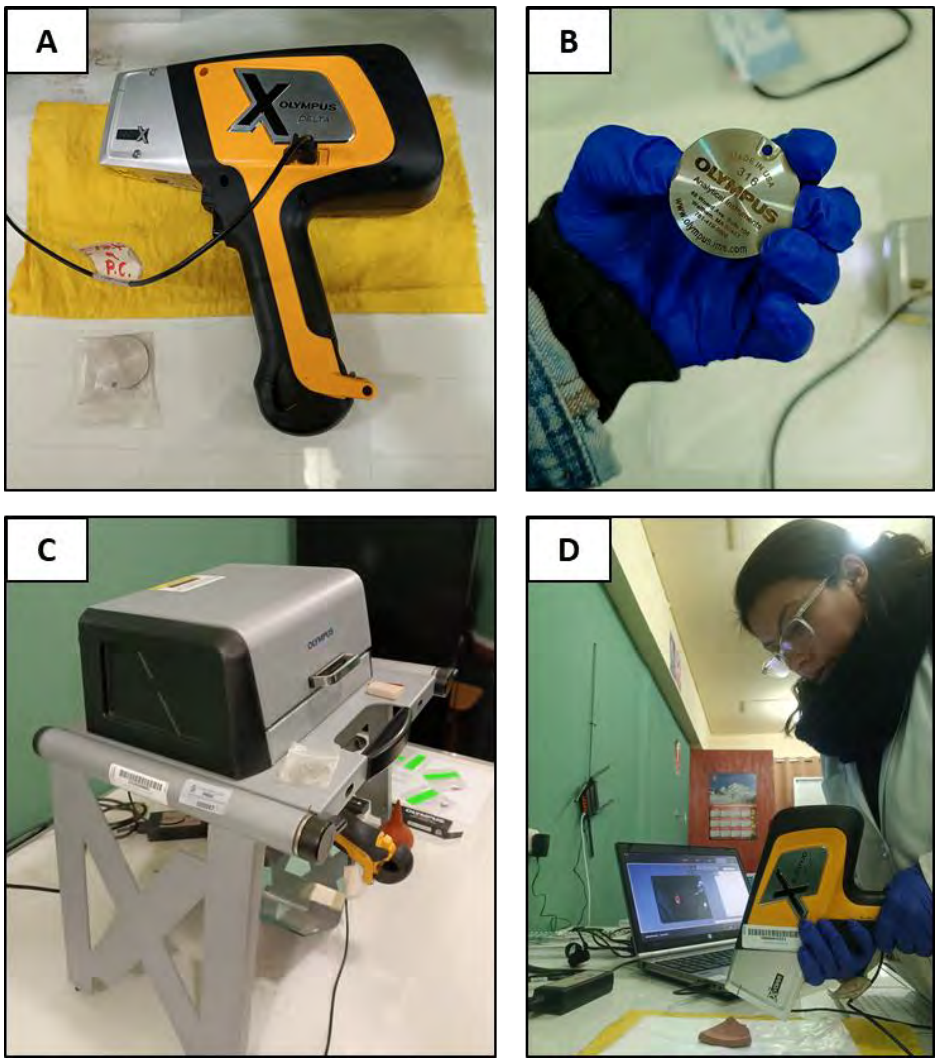


En ambos escenarios, se realizaron seis repeticiones en un mismo punto de medición. Asimismo, la duración promedio del análisis para cada punto fue de 15 minutos, teniendo en cuenta las "Condiciones de prueba" (*Test condition*) optimizadas y definidas por el equipo.

Como parte del protocolo metodológico, al inicio de cada jornada de análisis se llevó a cabo la calibración utilizando una moneda estándar de acero inoxidable incluida en el equipo de Fluorescencia de Rayos X portátil (Figura 16B). Además, cada fragmento de cerámica fue sometido a una cuidadosa limpieza del área destinada al análisis, utilizando un pincel de cerdas finas.

Figura 16.

A) Equipo de Fluorescencia de Rayos X portátil desmontado, B) Moneda de calibración para el equipo de Fluorescencia de Rayos X portátil, C) Cabina de seguridad para protección de radiación, D) Medición mediante Fluorescencia de Rayos X portátil a fragmentos con curvatura.



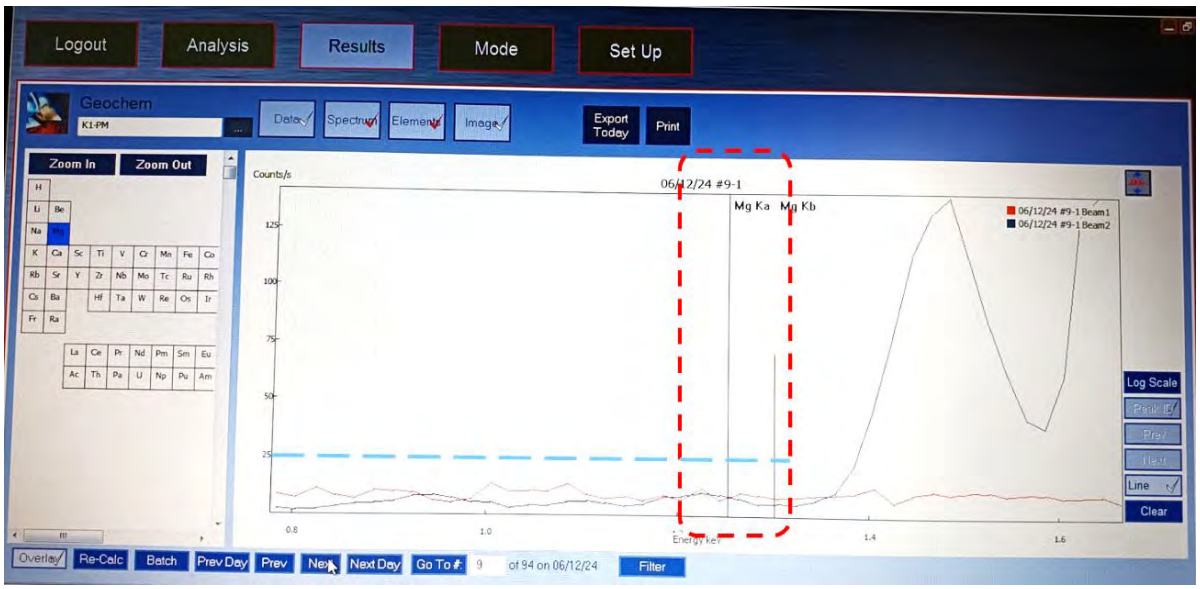
Las muestras que presentaron superficies planas/rectas fueron analizadas en la cabina de seguridad en la que se acopla el equipo de Fluorescencia de Rayos X portátil (Figura 16C). Y en el caso de las muestras con superficies cóncavas, se desmonto la pistola de la cabina, con el fin de adaptar las características físicas de las piezas y asegurar la correcta medición evitando vacíos que pudieran generar "ruido" en los espectros (Figura 16D).

Una vez finalizada la colecta de datos de todos los puntos de interés en los pigmentos y pasta matriz, se procedió a examinar los espectros y concentraciones para identificar o confirmar los elementos químicos presentes. Ello se realizó utilizando el archivo Excel exportado y los gráficos generados por el software InnovX. Para esto se aplicaron dos filtros en la data:

- Primero, En el archivo Excel, se descartaron los elementos químicos que generaban ruido, cuyo límite de detección no proporcionaba valores de concentración y se representa con las iniciales <LOD (*Limit of Detection*, en inglés), también se eliminó el cloro porque puede variar debido a procesos tafonómicos postdeposicionales (Stovel et al., 2013).
- Segundo, En los gráficos del software InnovX se excluyeron los elementos químicos que contenían cuentas por segundo “cps” inferiores a 25, y aquellas que no generaron picos de medición (Figura 17).

Figura 17.

Ejemplo de exclusión del Mg en la pasta matriz por no presentar un pico de emisión en el espectro. Adicionalmente, se encuentra por debajo de 25 cps.



Como resultado, se confirmó la presencia de 15 elementos químicos en los pigmentos: fósforo (P), azufre (S), potasio (K), calcio (Ca), titanio (Ti), vanadio (V), manganeso (Mn), hierro (Fe), zinc (Zn), arsénico (As), rubidio (Rb), estroncio (Sr), circonio (Zr), niobio (Nb) y plomo (Pb). En total se realizaron 80 disparos, con 6 repeticiones cada uno, en 3 "*Beams"*, lo que genero un total de 480 lecturas.

Se confirmó otros 15 elementos químicos en la pasta matriz: aluminio (Al), silicio (Si), fósforo (P), azufre (S), potasio (K), calcio (Ca), titanio (Ti), manganeso (Mn), hierro (Fe), zinc (Zn), rubidio (Rb), estroncio (Sr), itrio (Y), circonio (Zr) y niobio (Nb). Fueron 29 disparos realizados (un disparo por fragmento cerámico), excluyéndose una muestra (K6) ya que presentó engobe blanco en la totalidad de su superficie. De igual manera, se realizaron 6 repeticiones, pero en 2 "*Beams"* según el Modo *GeoChem,* generando en total 174 lecturas.

El software InnovX realiza una conversión según su calibración de cuentas por segundo "cps" a partes por millón "ppm" que fue la unidad de medida de concentración en cada elemento químico presente en la muestra analizada.

3.6. Técnicas de Interpretación de la Información

Secuencialmente se realizó la exploración de los datos semicuantitativos obtenidos por Fluorescencia de Rayos X portátil. Se utilizó estadística descriptiva y los análisis multivariados: Análisis de Componentes Principales (ACP) y Análisis de Clúster Jerárquico (ACJ). El procesamiento y análisis de los datos se realizaron utilizando el entorno de programación R (R Core Team, 2023) dentro de la interfaz RStudio (Posit Team, 2025) versión 2024.12.1.563. Asimismo, se utilizaron los paquetes o *package FactoMineR* (Lê et al., 2008) y *Factoextra* (Kassambara & Mundt, 2020) para los análisis multivariados. Se finaliza con la argumentación y discusión arqueológica a partir de la información obtenida.

3.6.1. Metodología Estadística.

3.6.1.1. Metodología de la Estadística Descriptiva.

En una vista general de la composición elemental, se agruparon los datos por estilo cerámico, y dentro de cada estilo su correspondiente data de pasta matriz y pigmentos. Para cada grupo estilístico se calculó: el promedio como medida de tendencia central, el coeficiente de variación (CV%) o desviación relativa, y valores extremos de concentración: máximo y mínimo como medidas de dispersión.

En una primera lectura, estos estadísticos permitieron conocer cuáles son los rangos de magnitud de concentración de los elementos químicos (Lantes-Suárez et al., 2016)

Las propiedades químicas de cada estilo cerámico se analizaron en términos de elementos mayoritarios, intermedios y minoritarios o traza, para clasificarlos se proponen rangos de concentración, según la unidad de medida utilizada "ppm" (Tabla 2).

Tabla 2.

Clasificación de elementos mayoritarios, intermedios y traza según su concentración

Elementos mayoritarios	10,000 ppm o más
Elementos intermedios	600 - 10,000 ppm
Elementos traza	menos de 600 ppm

3.6.1.2. Metodología del Análisis de Componentes Principales.

El análisis permitió la reducción de datos multivariados (múltiples variables) y mostró las dimensiones o componentes que mejor explicaron la variación de los datos o muestras. El total de la data de la pasta matriz y pigmentos previamente fueron estandarizados o normalizados para realizar el análisis utilizando la función *PCA()* del paquete *FactoMiner* en R. Para "ponderar las variables por igual, de modo que las diferencias en las escalas de

medición o la varianza no otorguen a algunas variables más influencia que a otras en el análisis" (Carlson, 2017, p.126).

A partir del Análisis de Componentes Principales se desarrollaron tres productos:

a) Tabla de valores propios, que mostró la proporción de varianza explicada por cada componente.
b) Contribución de variables, se calcularon y visualizaron los porcentajes de contribución de cada variable en las dos primeras dimensiones.
c) El *"biplot"* o gráfico del Análisis de Componentes Principales, permitió la visualización conjunta de individuos y variables, los dos primeros Componentes principales fueron suficientes para revelar un resultado significativo, es decir, se graficó un *biplot* del Componente principal 1 frente al Componente principal 2 para la pasta matriz, pigmento blanco, negro y rojo, agrupados gráficamente mediante elipses según el estilo cerámico.

3.6.1.3. Metodología del Análisis de Clúster Jerárquico.

Las muestras se agruparon en función de las variables, según su similaridad; es decir, las muestras que comparten valores o patrones composicionales similares formaron clústeres o grupos. Baxter y Jackson (2001) recomiendan que en el análisis arqueométrico la reducción de variables es inevitable, aunque comúnmente se considera que más variables aportan información esto en realidad puede oscurecer la percepción de patrones reales. Consúltese a Baxter y Freestone (2006), Michelaki y Hancock (2011). Por ello, para el Análisis de Clúster Jerárquico se decidió eliminar las variables con un coeficiente de variación mayor al 5%.

Un porcentaje alto del coeficiente de variación refleja mayor heterogeneidad de los valores obtenidos; y a menor coeficiente de variación, mayor homogeneidad en los valores de cada elemento químico (Molina et al., 2012). Ello se atribuye a los parámetros de evaluación

de calibración del equipo de Fluorescencia de Rayos X portátil, donde se menciona que el criterio de la repetibilidad es el coeficiente de variación, y debe ser menor al 5% para que un elemento químico sea aceptado (Salinas, 2017).

Para el análisis también se vio necesario utilizar únicamente el promedio de las seis lecturas obtenidas por cada muestra. Con las variables y data así reducidas, se determinaron los dos parámetros para el Análisis de Clúster Jerárquico: la medida de similaridad y el algoritmo para la agrupación de las muestras, Baxter (2014) recomienda en un Análisis de Clúster Jerárquico de data arqueológica, utilizar la distancia Euclidiana y el Método de enlace promedio (*average-link* en inglés), por que proporciona una representación más "honesta" de un conjunto de datos.

Para determinar el método de partición de grupos para el Análisis de Clúster Jerárquico, se empleó la función *NbClust()* que proporciona índices de 30 métodos diferentes, cada uno de los cuales determina el número óptimo de clústeres en un conjunto de datos (Charrad et al., 2014). De manera predeterminada, *Nbclust()* calcula 26 de los 30 índices (los otros cuatro son computacionalmente intensivos) (Sandoval, 2019).

Capítulo IV

4. Resultados

4.1. Elementos Químicos Identificados mediante Fluorescencia de Rayos X Portátil en la Pasta Matriz y en los Pigmentos de las Muestras Cerámicas Lucre, Killke e Inca

Se presenta las concentraciones promedio de elementos químicos identificados en la pasta matriz y los pigmentos blanco, negro y rojo de las muestras, para los tres estilos cerámicos: Lucre, Killke, e Inca.

En cada estilo cerámico expuesto se incluye información complementaria como: el coeficiente de variación (CV %) para cada elemento químico y la lectura máxima-mínima identificada. Además, para mayor detalle, se incorporaron gráficos de "nubes" o *Raincloud*s en el Apéndice E, y una tabla de valores de cada una de las muestras en el Apéndice F, los que serán mencionados pertinentemente.

Como se mencionó en la metodología, fueron 15 elementos químicos identificados en la pasta matriz y otros 15 en cada pigmento de los estilos Lucre, Killke e Inca. Cabe señalar que, los elementos identificados en la pasta matriz corresponden al Modo *Geochem*, mientras que, para los pigmentos el Modo *Soil*, por lo que, en ambos casos, no se trata de los mismos 15 elementos (ver ítem 3.4.1.).

A manera de preludio, se encontró que, en la pasta matriz el silicio (Si), aluminio (Al), hierro (Fe), potasio (K) y calcio (Ca), están presentes como elementos mayoritarios con concentraciones superiores a 10,000 ppm, su concentración varía según cada estilo. El azufre (S) es un elemento mayoritario en los estilos Lucre y Killke, mientras que, en la mayoría de las muestras incas se clasifica como elemento intermedio (600 a 10,000 ppm). Los siguientes elementos intermedios confluyentes en los tres estilos son titanio (Ti), fosforo (P), manganeso (Mn) y estroncio (Sr). Los elementos traza correspondieron a circonio (Zr), zinc (Zn),

rubidio (Rb), itrio (Y) y niobio (Nb). Cabe señalar que las concentraciones de todos estos elementos varían de acuerdo el estilo cerámico (ver Apéndice E. Gráficos de “Nubes” o *Rainclouds*).

Para el pigmento blanco, es el calcio (Ca) el elemento característico con altas concentraciones en cada estilo. Su concentración promedio fue mayor en Killke, seguida por Lucre y, finalmente, por Inca. Sucesivamente el hierro (Fe), potasio (K) y fósforo (P) son mayoritarios, solo el azufre (S) en el estilo Killke presenta una concentración promedio mayor a 10,000 ppm. En las muestras de estilo Lucre e Inca se clasifica como elemento intermedio. El titanio (Ti), manganeso (Mn) y estroncio (Sr), sí se presentan como elementos intermedios en los tres estilos, al igual que los elementos traza circonio (Zr), zinc (Zn), rubidio (Rb), vanadio (V), Plomo (Pb), arsénico (As) y niobio (Nb). En cada estilo cerámico, todos los elementos químicos tienen sus propias variaciones de concentración (ver Apéndice E. Gráficos de “Nubes” o *Rainclouds*).

El pigmento negro se caracterizó por la presencia de hierro (Fe), cuya concentración superó a su respectiva pasta matriz dentro de cada estilo, con un mayor valor promedio en las muestras incas después en Killke, y este a su vez mayor que Lucre. Los otros elementos mayoritarios fueron potasio (K), calcio (Ca), fósforo (P) y azufre (S) (>10,000 ppm), con una excepción en el estilo Lucre donde las muestras presentaron un promedio de azufre (S) en el rango de 600 a 10,000 ppm. Los elementos intermedios fueron manganeso (Mn), titanio (Ti) y estroncio (Sr). Los elementos minoritarios o traza circonio (Zr), zinc (Zn), vanadio (V), rubidio (Rb), plomo (Pb), arsénico (As) y niobio (Nb). En cada estilo cerámico, todos los elementos químicos tienen sus propias variaciones de concentración (ver Apéndice E. Gráficos de “Nubes” o *Rainclouds*).

Respecto al pigmento rojo también fue el hierro (Fe) el elemento característico, con una concentración mayor en Inca, seguida por Lucre y, por último, Killke. El potasio (K), calcio (Ca) y fósforo (P) se identificaron como elementos mayoritarios en los tres estilos y solo la concentración promedio del azufre (S) en las muestras Killke supera los 10,000 ppm. Seguidamente los elementos intermedios corresponden a azufre (S), titanio (Ti), manganeso (Mn) y estroncio (Sr) (el primer elemento únicamente en Lucre e Inca), mientras que la posición de elementos traza lo ocupa circonio (Zr), zinc (Zn), rubidio (Rb), vanadio (V), arsénico (As), plomo (Pb) y niobio (Nb), puntualizando de nuevo que cada elemento contiene sus variaciones dentro de cada estilo (ver Apéndice E. Gráficos de "Nubes" o *Rainclouds*).

A continuación, se realiza la descripción individual de la composición elemental y concentraciones promedio de la pasta matriz y pigmentos por cada estilo cerámico, con el propósito posterior de realizar un contraste entre la información composicional de la pasta y áreas pintadas de las muestras.

4.1.1. Composición Elemental de la Cerámica Lucre.

Se analizaron en total 11 fragmentos de estilo Lucre. La data obtenida de la pasta matriz abarca la totalidad de las muestras. El pigmento blanco estuvo presente en 09 muestras analizadas, el pigmento negro en 08, y el rojo en 10.

a. Pasta matriz

En la pasta matriz se identificaron 15 elementos químicos, ordenados de mayor a menor concentración, son: silicio (Si), aluminio (Al), hierro (Fe), potasio (K), calcio (Ca), azufre (S), titanio (Ti), fósforo (P), estroncio (Sr), manganeso (Mn), circonio (Zr), zinc (Zn), rubidio (Rb), itrio (Y) y niobio (Nb) (Tabla 3).

El silicio (Si) tiene mayor concentración en el valor promedio, seguido de aluminio (Al), hierro (Fe), potasio (K), calcio (Ca) y azufre (S). Los valores intermedios (600 - 10,000

ppm) corresponden a titanio (Ti), fósforo (P), estroncio (Sr) y manganeso (Mn). Los elementos traza, con concentraciones menores a 1,000 están representados por 05 elementos: circonio (Zr), zinc (Zn), rubidio (Rb), itrio (Y) y niobio (Nb), estos últimos 02 elementos itrio (Y) y niobio (Nb) tienen menores valores promedio (29.76 y 27.32, respectivamente), además también presentan un coeficiente de variación mayor a 10 %.

Tabla 3.

Elementos químicos identificados en la Pasta matriz de los fragmentos cerámicos (n=11) de estilo Lucre

Estilo	Elemento	Promedio	CV(%)	Máximo	Mínimo
Lucre	Si	259,656.93	0.82	316,672.61	186,219.91
Lucre	Al	91,860.77	1.13	115,939.09	76,632.97
Lucre	Fe	59,047.75	1.04	66,818.31	44,573.51
Lucre	K	36,560.69	1.03	50,203.53	27,555.75
Lucre	Ca	24,482.53	1.77	44,741.93	7,489.90
Lucre	S	11,211.96	6.68	25,489.97	252.74
Lucre	Ti	6,149.70	5.14	8,180.81	5,168.16
Lucre	P	3,573.12	5.98	7,180.45	599.08
Lucre	Sr	955.66	1.56	1,242.41	671.33
Lucre	Mn	835.80	9.14	1,572.24	466.44
Lucre	Zr	269.74	3.10	322.96	198.40
Lucre	Zn	178.58	6.79	345.60	81.99
Lucre	Rb	140.24	3.36	170.60	102.47
Lucre	Y	29.76	11.20	39.94	21.23
Lucre	Nb	27.32	16.73	45.98	14.24

Nota. La unidad de medida es en "ppm". En la tabla se calculó el promedio como medida de tendencia central, el coeficiente de variación (CV%) o desviación relativa, y valores extremos de concentración: máximo y mínimo como medidas de dispersión (ver el ítem 3.6.1.)

b. Pigmento Blanco

En el análisis del pigmento blanco se identificaron los 15 elementos químicos, ordenados de mayor a menor concentración: calcio (Ca), potasio (K), hierro (Fe), fósforo (P), azufre (S), titanio (Ti), manganeso (Mn), estroncio (Sr), circonio (Zr), rubidio (Rb), zinc (Zn), vanadio (V), arsénico (As), plomo (Pb) y niobio (Nb) (Tabla 4). Siendo calcio (Ca),

potasio (K), hierro (Fe) y fósforo (P) los elementos mayoritarios con concentraciones superiores a 10,000 ppm, a excepción de fósforo (P), los primeros tres elementos (Ca, K y Fe) contienen un reducido coeficiente de variación.

Como elementos intermedios se identificó azufre (S), titanio (Ti), manganeso (Mn) y estroncio (Sr). Los elementos traza corresponden a circonio (Zr), rubidio (Rb), zinc (Zn), vanadio (V), arsénico (As), plomo (Pb) y niobio (Nb). Se observa que fósforo (P) y azufre (S) presentan un coeficiente de variación superior al 10%.

Tabla 4.

Elementos químicos identificados en el pigmento blanco de los fragmentos cerámicos (n=9) de estilo Lucre

Estilo	Pigmento	Elemento	Promedio	CV(%)	Máximo	Mínimo
Lucre	Blanco	Ca	70,977.67	0.63	147,411.0	20,674.0
Lucre	Blanco	K	51,330.87	0.79	74,794.0	29,240.0
Lucre	Blanco	Fe	48,343.65	0.53	72,375.0	33,273.0
Lucre	Blanco	P	14,516.32	14.34	23,049.0	8,062.0
Lucre	Blanco	S	5,883.80	10.12	28,003.0	567.0
Lucre	Blanco	Ti	4,579.77	0.89	5,585.0	3,348.0
Lucre	Blanco	Mn	1,509.50	1.30	3,050.0	528.0
Lucre	Blanco	Sr	837.63	1.27	1,147.0	587.0
Lucre	Blanco	Zr	325.70	1.85	392.0	239.0
Lucre	Blanco	Rb	133.39	1.49	156.7	113.1
Lucre	Blanco	Zn	132.03	2.53	287.0	73.0
Lucre	Blanco	V	122.85	2.89	194.0	80.0
Lucre	Blanco	As	31.42	6.83	117.0	10.6
Lucre	Blanco	Pb	27.46	6.51	57.0	13.9
Lucre	Blanco	Nb	21.64	4.55	32.7	14.1

Nota. La unidad de medida es en "ppm". En la tabla se calculó el promedio como medida de tendencia central, el coeficiente de variación (CV%) o desviación relativa, y valores extremos de concentración: máximo y mínimo como medidas de dispersión (ver el ítem 3.6.1.)

c. Pigmento Negro

Son 08 fragmentos de estilo Lucre que presentan decoración con pigmento negro. En ellos, se identificaron 15 elementos, que ordenados de mayor a menor concentración son:

hierro (Fe), potasio (K), calcio (Ca), fósforo (P), titanio (Ti), manganeso (Mn), azufre (S), estroncio (Sr), circonio (Zr), zinc (Zn), rubidio (Rb), vanadio (V), plomo (Pb), arsénico (As) y niobio (Nb) (Tabla 5).

Los elementos mayoritarios identificados son hierro (Fe), potasio (K) y calcio (Ca) (con un CV < 1%) y fósforo (P) (con un CV de 8.97 %), secuencialmente los elementos intermedios son titanio (Ti), manganeso (Mn), azufre (S) y estroncio (Sr). En el rango de elementos minoritarios se detectó circonio (Zr), zinc (Zn), rubidio (Rb), vanadio (V), plomo (Pb), arsénico (As) y niobio (Nb) (< 600 ppm). Es de notar que el coeficiente de variación de los 15 elementos identificados en el pigmento negro es menor al 10%.

Tabla 5.

Elementos químicos identificados en el pigmento negro de los fragmentos cerámicos (n=8) de estilo Lucre

Estilo	Pigmento	Elemento	Promedio	CV(%)	Máximo	Mínimo
Lucre	Negro	Fe	63,435.72	0.51	112,790.0	48,172.0
Lucre	Negro	K	44,639.35	0.61	63,593.0	27,723.0
Lucre	Negro	Ca	31,883.41	0.72	62,162.0	15,489.0
Lucre	Negro	P	15,034.48	8.97	25,083.0	8,752.0
Lucre	Negro	Ti	5,152.28	0.74	7,921.0	2,843.0
Lucre	Negro	Mn	4,006.31	0.73	9,020.0	1,469.0
Lucre	Negro	S	3,363.22	8.23	11,595.0	886.0
Lucre	Negro	Sr	904.61	0.97	1,211.0	664.0
Lucre	Negro	Zr	326.72	1.63	368.0	244.0
Lucre	Negro	Zn	153.91	2.51	298.0	91.0
Lucre	Negro	Rb	136.91	1.23	147.5	120.8
Lucre	Negro	V	132.52	3.31	182.0	50.0
Lucre	Negro	Pb	33.81	8.22	63.0	14.4
Lucre	Negro	As	23.02	6.05	42.0	9.3
Lucre	Negro	Nb	20.56	5.69	28.8	14.7

Nota. La unidad de medida es en “ppm”. En la tabla se calculó el promedio como medida de tendencia central, el coeficiente de variación (CV%) o desviación relativa, y valores extremos de concentración: máximo y mínimo como medidas de dispersión (ver el ítem 3.6.1.)

d. Pigmento Rojo

Los 15 elementos químicos identificados en el pigmento rojo de las 10 muestras del estilo Lucre en orden descendente de concentración son: hierro (Fe), potasio (K), calcio (Ca), fósforo (P), titanio (Ti), azufre (S), manganeso (Mn), estroncio (Sr), circonio (Zr), zinc (Zn), rubidio (Rb), vanadio (V), plomo (Pb), arsénico (As) y niobio (Nb) (Tabla 6). Se muestra como una constante en todos los fragmentos analizados los altos niveles (mayor a10,000 ppm) de hierro (Fe), potasio (K), calcio (Ca) y fósforo (P) que sugieren la fuente primaria de la coloración roja. Habría que acotar que el intervalo máximo del calcio (Ca) (máx.: 76,324.0 ppm) corresponde a la lectura del fragmento L9 (ver Apéndice F.2. Tabla de Valores), que presenta engobe blanco bajo el pigmento rojo.

El titanio (Ti), azufre (S), manganeso (Mn) y estroncio (Sr) se hallaron como elementos intermedios y, circonio (Zr), zinc (Zn), rubidio (Rb), vanadio (V), plomo (Pb), arsénico (As) y niobio (Nb) ocupan los niveles de elementos minoritarios. Se calculó un coeficiente de variación elevado en los elementos químicos de fósforo (P) y azufre (S).

Tabla 6.

Elementos químicos identificados en el pigmento rojo de los fragmentos cerámicos (n=10) de estilo Lucre

Estilo	Pigmento	Elemento	Promedio	CV(%)	Máximo	Mínimo
Lucre	Rojo	Fe	73,417.65	0.73	138,456.0	51,674.0
Lucre	Rojo	K	45,989.27	0.72	69,350.0	34,383.0
Lucre	Rojo	Ca	31,104.08	1.04	76,324.0	13,605.0
Lucre	Rojo	P	14,004.82	11.83	21,078.0	8,582.0
Lucre	Rojo	Ti	4,708.92	1.10	7,900.0	3,473.0
Lucre	Rojo	S	3,935.25	11.86	13,523.0	754.0
Lucre	Rojo	Mn	1,301.37	1.17	4,466.0	474.0
Lucre	Rojo	Sr	932.05	1.39	1,227.0	685.0
Lucre	Rojo	Zr	329.48	2.08	378.0	253.0
Lucre	Rojo	Zn	144.17	4.12	300.0	77.0
Lucre	Rojo	Rb	135.15	1.29	156.2	113.7
Lucre	Rojo	V	118.58	4.31	168.0	65.0
Lucre	Rojo	Pb	30.75	7.99	62.0	14.7
Lucre	Rojo	As	26.07	9.77	83.0	8.5
Lucre	Rojo	Nb	20.89	5.44	31.9	14.2

Nota. La unidad de medida es en "ppm". En la tabla se calculó el promedio como medida de tendencia central, el coeficiente de variación (CV%) o desviación relativa, y valores extremos de concentración: máximo y mínimo como medidas de dispersión (ver el ítem 3.6.1.)

4.1.2. Composición Elemental de la Cerámica Killke.

Se analizaron en total 09 fragmentos del estilo Killke. Para la pasta matriz se realizó el análisis en 08 fragmentos, debido a que una muestra (K6) presentó engobe blanco en la totalidad de su superficie. En cuanto a los pigmentos, el blanco estuvo presente en 07 muestras analizadas, el negro en 08, y el rojo en 04 muestras del estudio.

a. Pasta matriz

Se identificaron igualmente 15 elementos químicos en la pasta matriz, ordenados de mayor a menor concentración: silicio (Si), aluminio (Al), hierro (Fe), calcio (Ca), potasio (K), azufre (S), titanio (Ti), fósforo (P), manganeso (Mn), estroncio (Sr), circonio (Zr), zinc (Zn), rubidio (Rb), niobio (Nb) e itrio (Y) (Tabla 7). Al igual que el estilo Lucre, los elementos

mayoritarios (>10,000 ppm) corresponden a silicio (Si), aluminio (Al), hierro (Fe), calcio (Ca), potasio (K) y azufre (S).

Se observa que la pasta matriz Killke refleja una concentración significativamente alta de calcio (Ca) (máx.: 83,779.25 ppm) y S (máx.: 40,219.61 ppm), ambas lecturas corresponden a la muestra K8.

Los demás elementos presentes en la composición, clasificados como intermedios y traza, contienen concentraciones decrecientes no muy diferenciados a los otros dos estilos.

La mayoría de muestras presentaron poca variación (representado por CV%) a excepción de niobio (Nb) e itrio (Y) que presentaron un coeficiente de variación mayor al 10%.

Tabla 7.
Elementos químicos identificados en la Pasta matriz de los fragmentos cerámicos (n=8) de estilo Killke

Estilo	Elemento	Promedio	CV(%)	Máximo	Mínimo
Killke	Si	242,426.43	0.83	279,130.88	199,024.46
Killke	Al	89,478.25	1.38	102,441.43	70,696.34
Killke	Fe	54,701.08	0.95	62,527.01	48,363.43
Killke	Ca	46,049.69	1.16	83,779.25	19,610.04
Killke	K	36,821.35	1.03	67,339.44	26,966.98
Killke	S	16,608.61	1.76	40,219.61	2,110.82
Killke	Ti	5,317.71	6.66	7,432.06	3,496.07
Killke	P	2,651.55	5.33	6,691.88	888.42
Killke	Mn	833.31	7.92	1,382.83	588.31
Killke	Sr	700.92	1.85	975.54	441.37
Killke	Zr	205.97	2.41	284.12	136.14
Killke	Zn	150.81	7.58	290.80	36.28
Killke	Rb	115.38	3.22	171.02	43.16
Killke	Nb	27.71	15.54	44.69	15.89
Killke	Y	27.41	12.77	37.17	14.42

Nota. La unidad de medida es en “ppm”. En la tabla se calculó el promedio como medida de tendencia central, el coeficiente de variación (CV%) o desviación relativa, y valores extremos de concentración: máximo y mínimo como medidas de dispersión (ver el ítem 3.6.1.)

b. Pigmento Blanco

En la Tabla 8, se presenta los 15 elementos químicos identificados en el análisis, ordenados de mayor a menor, según sus valores promedio, se observaron como elementos mayoritarios el calcio (Ca), potasio (K), hierro (Fe), azufre (S) y fósforo (P).

El valor promedio del calcio (Ca) (máx.: 86,039.36364 ppm) y azufre (S) (máx.: 17,040.86364 ppm) del pigmento blanco del estilo Killke es mayor a diferencia de los otros dos estilos, las lecturas máximas corresponden a las muestras K6-B y K2-B_r respectivamente (ver Apéndice F.2. Tabla de Valores).

Seguidamente, el elemento químico de hierro (Fe) en el pigmento (promedio: 39,839.64) muestra una concentración inferior a la estimada en la pasta matriz (promedio: 54,701.08).

Los elementos titanio (Ti), manganeso (Mn) y estroncio (Sr) contienen un valor promedio intermedio, y los elementos traza identificados son circonio (Zr), zinc (Zn), rubidio (Rb), vanadio (V), arsénico (As), plomo (Pb) y niobio (Nb).

El elemento químico fósforo (P) fue el único que presentó una variación alta (CV = 17.54%) seguido de plomo (Pb), arsénico (As) y niobio (Nb), cuyos coeficientes de variación estuvieron en el rango de 5 – 7 %.

Tabla 8.

Elementos químicos identificados en el pigmento blanco de los fragmentos cerámicos (n=7) de estilo Killke

Estilo	Pigmento	Elemento	Promedio	CV(%)	Máximo	Mínimo
Killke	Blanco	Ca	86,039.36	0.62	130,580.0	50,421.0
Killke	Blanco	K	53,243.76	0.59	80,627.0	35,081.0
Killke	Blanco	Fe	39,839.64	0.49	50,454.0	33,809.0
Killke	Blanco	S	17,040.86	3.47	43,202.0	3,034.0
Killke	Blanco	P	11,829.62	17.54	20,023.0	5,876.0
Killke	Blanco	Ti	4,870.15	0.83	6,257.0	4,253.0
Killke	Blanco	Mn	1,046.12	1.01	4,470.0	463.0
Killke	Blanco	Sr	893.26	1.45	1,489.0	436.0
Killke	Blanco	Zr	319.27	1.71	471.0	194.0
Killke	Blanco	Zn	143.45	2.67	222.0	79.0
Killke	Blanco	Rb	131.90	1.47	166.6	75.2
Killke	Blanco	V	106.80	3.27	130.0	65.0
Killke	Blanco	As	41.48	6.66	87.0	9.1
Killke	Blanco	Pb	41.47	7.60	145.0	5.2
Killke	Blanco	Nb	24.50	5.68	33.0	14.1

Nota. La unidad de medida es en "ppm". En la tabla se calculó el promedio como medida de tendencia central, el coeficiente de variación (CV%) o desviación relativa, y valores extremos de concentración: máximo y mínimo como medidas de dispersión (ver el ítem 3.6.1.)

c. Pigmento Negro

En 08 fragmentos de estilo Killke con motivos decorativos elaborados con pigmento negro se identificaron 15 elementos químicos. Clasificados según su promedio de mayor a menor (Tabla 9). Según la data, se observa que, el hierro (Fe), calcio (Ca), potasio (K), fósforo (P) y azufre (S) son elementos mayoritarios del pigmento negro. A diferencia de los otros dos estilos (Lucre e Inca), el calcio (Ca) presenta un valor promedio más alto, y el azufre (S) tiene una concentración promedio inferior a la de la pasta matriz.

El titanio (Ti), manganeso (Mn) y estroncio (Sr) ocupan los niveles intermedios. Abordando el elemento químico del titanio (Ti), este se encuentra en mayor proporción en

comparación a los estilos Lucre e Inca, su lectura máxima es de 22,650 ppm y corresponde a la muestra K1. El Mn por su parte, sobrepasa los niveles de concentración de la pasta matriz.

Los elementos minoritarios corresponden a estroncio (Sr), circonio (Zr), vanadio (V), zinc (Zn), rubidio (Rb), plomo (Pb), arsénico (As) y niobio (Nb), entre los cuales, el plomo (Pb) presenta una varianza mayor al 10%, seguido de arsénico (As) (CV=9.41%), fósforo (P) (CV=8.94%) y niobio (Nb) (CV=5.34%).

Tabla 9.

Elementos químicos identificados en el pigmento negro de los fragmentos cerámicos (n=8) de estilo Killke

Estilo	Pigmento	Elemento	Promedio	CV(%)	Máximo	Mínimo
Killke	Negro	Fe	67,763.44	0.46	125,906.0	37,195.0
Killke	Negro	Ca	59,132.25	0.73	133,381.0	24,599.0
Killke	Negro	K	39,336.69	0.60	51,743.0	24,357.0
Killke	Negro	P	27,481.60	8.94	102,630.0	9,088.0
Killke	Negro	S	11,148.77	3.25	18,972.0	6,707.0
Killke	Negro	Ti	9,295.42	0.85	22,650.0	4,090.0
Killke	Negro	Mn	8,381.35	0.83	28,958.0	522.0
Killke	Negro	Sr	679.33	1.54	984.0	449.0
Killke	Negro	Zr	274.31	1.96	377.0	200.0
Killke	Negro	V	179.15	3.58	334.0	90.0
Killke	Negro	Zn	155.27	2.73	285.0	101.0
Killke	Negro	Rb	115.59	1.43	160.0	71.9
Killke	Negro	Pb	32.06	12.35	139.0	4.7
Killke	Negro	As	23.85	9.41	58.5	7.4
Killke	Negro	Nb	21.44	5.34	31.7	14.4

Nota. La unidad de medida es en “ppm”. En la tabla se calculó el promedio como medida de tendencia central, el coeficiente de variación (CV%) o desviación relativa, y valores extremos de concentración: máximo y mínimo como medidas de dispersión (ver el ítem 3.6.1.)

d. Pigmento Rojo

Se identificaron un total de 15 elementos químicos, dispuestos en orden decreciente en la Tabla 10. De acuerdo a su promedio de concentración: calcio (Ca), hierro (Fe), potasio

(K), fósforo (P) y azufre (S) se encuentran en los niveles de elementos mayoritarios. El notable incremento en el promedio de calcio (Ca) se debe a tres muestras: K6-R (128,743.0 ppm), K5-R (117,597.0 ppm) y K4-R (74,162.0 ppm) (ver Apéndice F.2. Tabla de Valores).

Los elementos intermedios identificados corresponden a titanio (Ti), manganeso (Mn) y estroncio (Sr) y los elementos traza a circonio (Zr), zinc (Zn), rubidio (Rb), vanadio (V), arsénico (As), niobio (Nb) y plomo (Pb). La mayoría de los elementos contienen un coeficiente de variación menor a 10%, con excepción del fósforo (P) (16.02%).

Tabla 10.

Elementos químicos identificados en el pigmento rojo de los fragmentos cerámicos (n=4) de estilo Killke

Estilo	Pigmento	Elemento	Promedio	CV(%)	Máximo	Mínimo
Killke	Rojo	Ca	87,260.33	0.79	128,743.0	30,944.0
Killke	Rojo	Fe	59,917.54	0.44	100,598.0	41,963.0
Killke	Rojo	K	39,479.54	0.96	51,117.0	23,373.0
Killke	Rojo	P	15,252.96	16.02	22,060.0	8,163.0
Killke	Rojo	S	14,850.79	3.09	20,711.0	8,318.0
Killke	Rojo	Ti	4,361.25	0.86	5,127.0	4,053.0
Killke	Rojo	Mn	1,303.25	1.10	2,985.0	577.0
Killke	Rojo	Sr	859.33	1.30	1,489.0	434.0
Killke	Rojo	Zr	330.83	2.29	411.0	247.0
Killke	Rojo	Zn	138.00	2.21	206.0	100.0
Killke	Rojo	Rb	128.01	1.18	143.1	107.5
Killke	Rojo	V	111.12	3.51	171.0	82.0
Killke	Rojo	As	36.07	6.57	60.5	11.0
Killke	Rojo	Nb	26.19	4.24	30.0	19.3
Killke	Rojo	Pb	22.38	9.40	39.2	13.5

Nota. La unidad de medida es en “ppm”. En la tabla se calculó el promedio como medida de tendencia central, el coeficiente de variación (CV%) o desviación relativa, y valores extremos de concentración: máximo y mínimo como medidas de dispersión (ver el ítem 3.6.1.)

4.1.3. Composición Elemental de la Cerámica Inca.

a. Pasta matriz

En las muestras de estilo Inca (n=10), se identificaron los siguientes 15 elementos químicos, ordenados según su concentración de mayor a menor: silicio (Si), aluminio (Al), hierro (Fe), potasio (K), calcio (Ca), azufre (S), titanio (Ti), fósforo (P), manganeso (Mn), estroncio (Sr), circonio (Zr), zinc (Zn), rubidio (Rb), itrio (Y) y niobio (Nb).

Como se indicó anteriormente, el silicio (Si), aluminio (Al), hierro (Fe), potasio (K) y calcio (Ca) están presentes como elementos mayoritarios con concentraciones superiores a 10,000 ppm en la pasta matriz.

Es de notar que el valor promedio y la máxima concentración del azufre (S) (máx.: 15,029.62 ppm), es considerablemente menor en contraste a los otros dos estilos cerámicos del Intermedio Tardío, por ello en las muestras de estilo Inca se encuentra como elemento intermedio junto con el titanio (Ti), fósforo (P), manganeso (Mn) y estroncio (Sr). El orden promedio de concentraciones traza resultantes es similar a la pasta matriz de las muestras del estilo cerámico Lucre.

En el conjunto de datos, la mayoría de muestras presentaron poca variación relativa, a excepción de niobio (Nb) que presentó un coeficiente de variación mayor al 10% (Tabla 11).

Tabla 11.

Elementos químicos identificados en la Pasta matriz de los fragmentos cerámicos (n=10) de estilo Inca

Estilo	Elemento	Promedio	CV(%)	Máximo	Mínimo
Inca	Si	259,691.67	0.80	299,272.75	214,634.31
Inca	Al	94,583.16	1.27	126,477.68	76,769.55
Inca	Fe	59,399.49	1.04	67,171.68	50,194.70
Inca	K	36,903.71	1.10	57,307.67	17,805.43
Inca	Ca	31,241.63	1.71	72,636.79	4,475.46
Inca	S	6,379.14	5.44	15,029.62	388.39
Inca	Ti	5,515.96	6.08	8,465.34	3,662.84
Inca	P	2,301.24	4.90	4,659.37	1,116.44
Inca	Mn	862.46	6.61	1,111.81	277.68
Inca	Sr	709.32	1.64	1,211.69	130.62
Inca	Zr	224.22	2.82	312.17	183.75
Inca	Zn	164.46	7.13	259.74	104.87
Inca	Rb	140.80	3.69	163.45	121.99
Inca	Y	30.11	8.99	45.40	19.71
Inca	Nb	27.30	14.93	53.80	14.33

Nota. La unidad de medida es en "ppm". En la tabla se calculó el promedio como medida de tendencia central, el coeficiente de variación (CV%) o desviación relativa, y valores extremos de concentración: máximo y mínimo como medidas de dispersión (ver el ítem 3.6.1.)

b. Pigmento Blanco

El pigmento blanco estuvo presente en 09 muestras, donde se identificaron 15 elementos químicos, ordenados por su concentración de mayor a menor: hierro (Fe), calcio (Ca), potasio (K), fósforo (P), azufre (S), titanio (Ti), manganeso (Mn), estroncio (Sr), circonio (Zr), rubidio (Rb), zinc (Zn), vanadio (V), plomo (Pb), arsénico (As) y niobio (Nb) (Tabla 12).

Cómo elemento mayoritario se observa al hierro (Fe) (promedio: 87,489.28; máx.: 266,033.0 ppm), con una concentración elevada en al menos 04 muestras I6-B, I8-B, I4-B, I7-B (ver Apéndice F.2. Tabla de Valores).

Consecutivamente se encuentra el calcio (Ca), potasio (K) y fósforo (P) como elementos mayoritarios, seguido de los intermedios y minoritarios mostrando valores promedios y un orden de concentraciones que difieren con el estilo Lucre y Killke.

Por lo general, las muestras presentaron variaciones menores al 5%, con excepción del fósforo (P) (13.05%) y azufre (S) (10.82%) que presentaron un coeficiente de variación mayor al 10% (Tabla 12).

Tabla 12.

Elementos químicos identificados en el pigmento blanco de los fragmentos cerámicos (n=9) de estilo Inca

Estilo	Pigmento	Elemento	Promedio	CV(%)	Máximo	Mínimo
Inca	Blanco	Fe	87,489.28	0.59	266,033.0	45,154.0
Inca	Blanco	Ca	43,020.48	1.08	114,182.0	18,418.0
Inca	Blanco	K	42,372.02	0.90	71,941.0	11,024.0
Inca	Blanco	P	15,993.48	13.05	27,327.0	9,794.0
Inca	Blanco	S	8,647.81	10.82	42,346.0	779.0
Inca	Blanco	Ti	4,238.02	1.22	5,237.0	2,829.0
Inca	Blanco	Mn	3,983.31	1.08	8,354.0	1,113.0
Inca	Blanco	Sr	715.17	1.04	1,107.0	152.0
Inca	Blanco	Zr	286.20	1.69	361.0	235.0
Inca	Blanco	V	138.50	2.75	286.0	79.0
Inca	Blanco	Rb	134.23	1.25	147.0	115.0
Inca	Blanco	Zn	128.44	2.51	176.0	97.0
Inca	Blanco	Pb	45.60	4.22	78.0	5.2
Inca	Blanco	As	34.89	5.71	87.0	13.2
Inca	Blanco	Nb	19.04	5.97	26.8	13.2

Nota. La unidad de medida es en “ppm”. En la tabla se calculó el promedio como medida de tendencia central, el coeficiente de variación (CV%) o desviación relativa, y valores extremos de concentración: máximo y mínimo como medidas de dispersión (ver el ítem 3.6.1.)

c. Pigmento Negro

Se identificaron 15 elementos químicos, en las 10 muestras analizadas con pigmento negro, clasificados de mayor a menor concentración: hierro (Fe), potasio (K), calcio (Ca),

fósforo (P), azufre (S), manganeso (Mn), titanio (Ti), estroncio (Sr), circonio (Zr), zinc (Zn), rubidio (Rb), vanadio (V), plomo (Pb), arsénico (As) y niobio (Nb) (Tabla 13).

El pigmento negro del estilo Inca contiene una elevada concentración promedio de hierro (Fe) (promedio: 120,075.97) en contraste con el pigmento negro Lucre (promedio: 63,435.72) y Killke (promedio: 67,763.44). Los elementos mayoritarios siguientes corresponden a potasio (K), calcio (Ca), fósforo (P) y azufre (S). Por su parte los elementos químicos de manganeso (Mn), titanio (Ti) y estroncio (Sr) ocupan los rangos intermedios. Se observó también que los elementos minoritarios de circonio (Zr), zinc (Zn), rubidio (Rb), vanadio (V), plomo (Pb), arsénico (As) y niobio (Nb), guardan un orden similar al pigmento negro del estilo Lucre, aunque por supuesto con sus propias variaciones.

El coeficiente de variación de los elementos químicos fósforo (P) (11.31%) y zinc (Zn) (11.65%) sobrepasan el 10%, indicando una mayor variación relativa en la lectura de estos elementos presentes en las 10 muestras. Fueron 8 elementos que presentaron valores de variación promedio menor al 5%, mientras que los cinco restantes tuvieron valores promedio entre 6 - 10 %.

Tabla 13.

Elementos químicos identificados en el pigmento negro de los fragmentos cerámicos (n=10) de estilo Inca

Estilo	Pigmento	Elemento	Promedio	CV(%)	Máximo	Mínimo
Inca	Negro	Fe	120,075.97	2.10	290,391.0	53,206.0
Inca	Negro	K	35,309.07	2.24	62,507.0	13,439.0
Inca	Negro	Ca	30,313.23	4.02	74,178.0	1,634.0
Inca	Negro	P	17,936.18	11.31	32,619.0	8,807.0
Inca	Negro	S	10,633.12	9.38	35,075.0	945.0
Inca	Negro	Mn	6,585.12	3.25	11,623.0	2,551.0
Inca	Negro	Ti	3,786.77	1.53	5,277.0	2,225.0
Inca	Negro	Sr	672.40	2.92	1,050.0	141.0
Inca	Negro	Zr	275.25	3.57	377.0	138.0
Inca	Negro	Zn	142.53	11.65	718.0	86.0
Inca	Negro	Rb	132.06	2.35	146.9	90.0
Inca	Negro	V	115.22	8.04	309.0	26.0
Inca	Negro	Pb	49.33	6.46	107.0	5.1
Inca	Negro	As	33.44	9.71	80.0	10.0
Inca	Negro	Nb	18.20	7.42	28.6	10.3

Nota. La unidad de medida es en "ppm". En la tabla se calculó el promedio como medida de tendencia central, el coeficiente de variación (CV%) o desviación relativa, y valores extremos de concentración: máximo y mínimo como medidas de dispersión (ver el ítem 3.6.1.)

d. Pigmento Rojo

En el pigmento rojo de las muestras del estilo Inca (n=9), también se identificaron los 15 elementos químicos, ordenados de mayor a menor: hierro (Fe), potasio (K), calcio (Ca), fósforo (P), azufre (S), titanio (Ti), manganeso (Mn), estroncio (Sr), circonio (Zr), rubidio (Rb), zinc (Zn), vanadio (V), arsénico (As), plomo (Pb) y niobio (Nb) (Tabla 14).

El análisis ha detectado niveles elevados de hierro (Fe) siendo el promedio de 117,279.80 a diferencia de Lucre (promedio: 73,417.65) y Killke (promedio: 59,917.54). Seguidamente en los rangos mayoritarios también se ubica el potasio (K), calcio (Ca) y fósforo (P), de los dos primeros elementos mencionados, se observó que su concentración en el pigmento rojo se encuentra por debajo de lo estimado en la pasta matriz. Los elementos

intermedios (S, Ti, Mn, Sr) y minoritarios (Zr, Rb, Zn, V, As, Pb, Nb) difieren en concentraciones promedio y orden, en comparación con los otros dos estilos.

Sobre el coeficiente de variación, son el fósforo (P) y azufre (S) los elementos con mayor variación promedio (>10%) en las lecturas de las muestras con decoración del pigmento rojo.

Tabla 14.

Elementos químicos identificados en el pigmento rojo de los fragmentos cerámicos (n=9) de estilo Inca

Estilo	Pigmento	Elemento	Promedio	CV(%)	Máximo	Mínimo
Inca	Rojo	Fe	117,279.80	0.78	202,702.0	51,042.0
Inca	Rojo	K	36,533.41	0.87	61,295.0	19,101.0
Inca	Rojo	Ca	23,779.36	7.66	73,281.0	456.0
Inca	Rojo	P	14,865.39	13.22	19,011.0	7,197.0
Inca	Rojo	S	5,457.19	10.09	25,405.0	808.0
Inca	Rojo	Ti	3,930.78	1.12	5,042.0	2,749.0
Inca	Rojo	Mn	1,132.13	2.04	2,404.0	440.0
Inca	Rojo	Sr	714.70	1.56	1,200.0	139.0
Inca	Rojo	Zr	284.96	1.50	380.0	222.0
Inca	Rojo	Rb	132.95	1.33	151.6	116.6
Inca	Rojo	Zn	127.48	2.50	179.0	89.0
Inca	Rojo	V	107.09	4.45	239.0	47.0
Inca	Rojo	As	54.65	6.42	200.0	15.2
Inca	Rojo	Pb	46.32	6.49	102.0	4.9
Inca	Rojo	Nb	19.11	5.96	30.0	12.2

Nota. La unidad de medida es en “ppm”. En la tabla se calculó el promedio como medida de tendencia central, el coeficiente de variación (CV%) o desviación relativa, y valores extremos de concentración: máximo y mínimo como medidas de dispersión (ver el ítem 3.6.1.)

4.2. Agrupación de los Estilos Cerámicos Lucre, Killke e Inca a partir de la Concentración de los Elementos Químicos de la Pasta Matriz y Pigmentos mediante Análisis de Componentes Principales

Se procedió a realizar el análisis multivariado de Componentes principales, con el cual se graficó y clasificó el conjunto de datos de la composición química de elementos detectados en la pasta matriz (Apéndice F.1. Tabla de valores de la pasta matriz) y pigmentos: blanco, negro, y rojo (Apéndice F.2. Tabla de valores de los pigmentos). El análisis minimizó las diferencias intragrupales (dentro de un mismo estilo cerámico) al tiempo que maximizó las diferencias intergrupales (entre estilos cerámicos) (Nostrom, 2014).

En general, se observa que, en el caso de la pasta matriz y del pigmento blanco, los primeros cinco Componentes principales presentan valores propios mayores a 1 y para el pigmento negro y rojo este criterio se extiende hasta el sexto Componente.

Respecto a los gráficos *biplot* del Análisis de Componentes Principales, se evidencia un traslape de elipses que representan cada estilo cerámico, esto sucede en la pasta matriz y pigmentos. Sin embargo, cada estilo cerámico tiene asociaciones propias con determinadas variables (elementos químicos) y direcciones dentro del espacio multivariado.

En los *biplots* se representan por dimensiones (Dim1 o Dim2) estos se refieren y son un análogo al Componente principal 1 y 2 respectivamente.

4.2.1. Análisis de Componentes Principales de la Pasta Matriz.

En el resultado del Análisis de Componentes Principales (Tabla 15), destacan los primeros cinco Componentes que explican alrededor del 77% de la variabilidad del conjunto total de datos, con valores propios mayores a 1. De manera particular el Componente 1 aporta 32.76%, el Componente 2 el 50.78% y el Componente tres el 60.85%, reteniendo en los tres primeros Componentes aproximadamente el 61% de la variación observada entre las

muestras, esto indica que el 60.85% de la dispersión de las lecturas de los fragmentos cerámicos de los distintos estilos está representado en estos tres primeros Componentes.

Tabla 15.

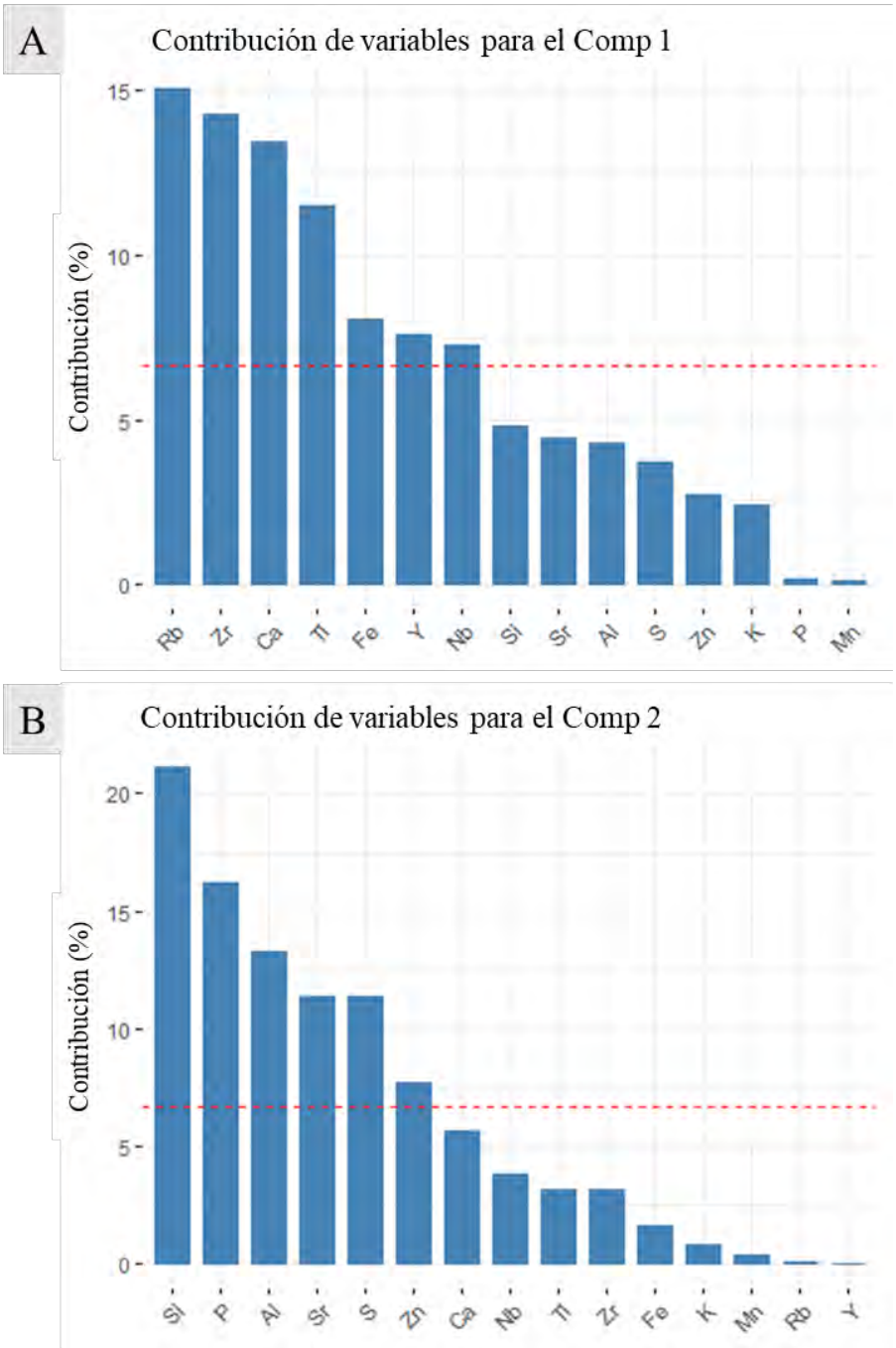
Varianza explicada de la pasta matriz

	Valor Propio	Porcentaje de varianza	Porcentaje Acumulado de Varianza
Comp 1	4.91	32.76	32.76
Comp 2	2.70	18.02	50.78
Comp 3	1.51	10.07	60.85
Comp 4	1.40	9.31	70.16
Comp 5	1.03	6.90	77.06
Comp 6	0.77	5.12	82.18
Comp 7	0.67	4.48	86.66
Comp 8	0.62	4.15	90.81
Comp 9	0.42	2.77	93.58
Comp 10	0.26	1.76	95.34
Comp 11	0.23	1.55	96.89
Comp 12	0.18	1.20	98.09
Comp 13	0.14	0.94	99.03
Comp 14	0.09	0.58	99.61
Comp 15	0.06	0.39	100.00

Se observó la calidad de representación de las variables en los dos primeros Componentes principales (Figura 18). En el Componente 1, las variables rubidio (Rb), circonio (Zr), calcio (Ca) y titanio (Ti) mostraron una buena contribución, superando el umbral del 10% de varianza explicada (Figura 18A). De manera complementaria, en el Componente 2, se identificaron las variables silicio (Si), fósforo (P), aluminio (Al), estroncio (Sr) y azufre (S) consideradas importantes para contribuir a este eje (Figura 18B).

Figura 18.

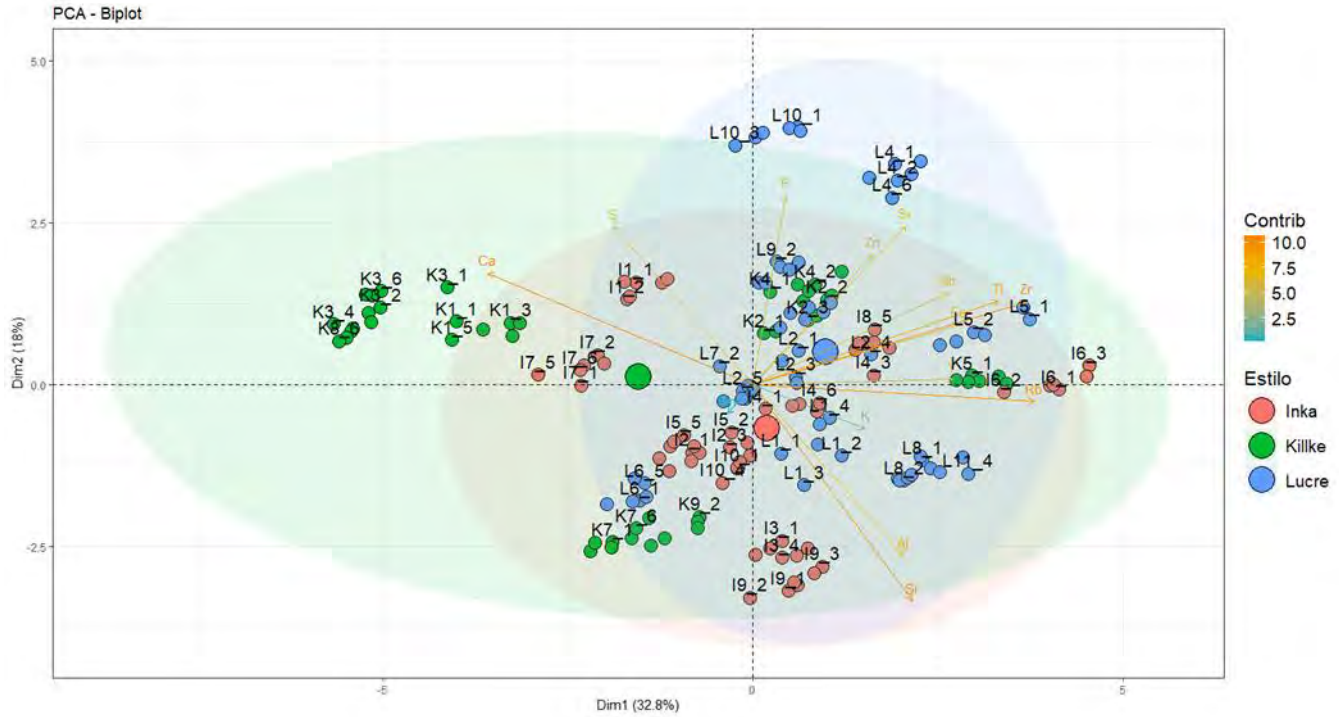
Gráficos de contribución de variables (elementos químicos) de la pasta matriz en el Componente principal 1 y 2 respectivamente



El porcentaje de la varianza explicada y la contribución de variables se representaron en el *biplot* del Análisis de Componentes Principales (Figura 19).

Figura 19.

Gráfico de análisis de Componentes principales de la pasta matriz de las muestras Inca, Lucre y Killke.



Nota: Hacia el lado derecho del gráfico, se muestra una barra de calor "Contrib", el cual indica una escala de contribución en el vector de cada variable.

El Análisis de Componentes Principales muestra un moderado agrupamiento central de los fragmentos cerámicos Inca, Lucre y Killke, sin embargo, cada grupo tiene un sentido de asociación. Por ejemplo, la agrupación de las muestras de estilo Inca está ligeramente localizadas hacia el lado derecho del gráfico (Componente 1 positivo), donde se observan asociaciones más fuertes con silicio (Si), rubidio (Rb) y aluminio (Al). Las muestras de estilo Killke tienden a agruparse hacia el lado izquierdo del gráfico (Componente 1 negativo) y ligeramente en la región superior, se asocian con los elementos calcio (Ca) y azufre (S), además las lecturas del estilo Killke tienen una mayor dispersión en el gráfico. Las muestras del estilo Lucre están distribuidas en la parte superior derecha, con una asociación de los elementos fósforo (P), estroncio (Sr) y circonio (Zr).

En el gráfico del análisis (Figura 19), las muestras K3, K8 y K1 se alejan a una distancia significativa en el lado superior izquierdo del gráfico, asociados al Componente 1 negativo. Estas tres muestras del estilo Killke se relacionan con el alto contenido de calcio (Ca) y menor contenido de rubidio (Rb). Así también, en el Componente 1 positivo la muestra I6 (del estilo Inca) se separa del centroide, ubicado en la región central-derecha del gráfico (Figura 19), se asocia con las variables rubidio (Rb) e itrio (Y). En la agrupación de la pasta matriz del estilo Lucre, las muestras L6 y L4, posicionados al extremo positivo del Componente 2, se observan lejos del resto de los individuos por la influencia de estroncio (Sr) y fósforo (P).

4.2.2. Análisis de Componentes Principales del Pigmento Blanco.

La Tabla 16 presenta los valores propios (*Eigenvalues*), los porcentajes de varianza explicada y el porcentaje acumulado de varianza para cada Componente principal del pigmento blanco. Los cinco primeros Componentes principales acumulan un porcentaje total de 71.93% con valores propios mayores a 1, a partir del sexto Componente principal, los valores propios son menores a 1, indicando una menor contribución en la estructura de los datos. La mayor parte de la información analizada se contiene en los tres primeros Componentes (Comp 1: 22.47 %, Comp 2: 18.19 %, Comp 3: 12.46 %), sumando 53.11 % de varianza explicada.

Tabla 16.

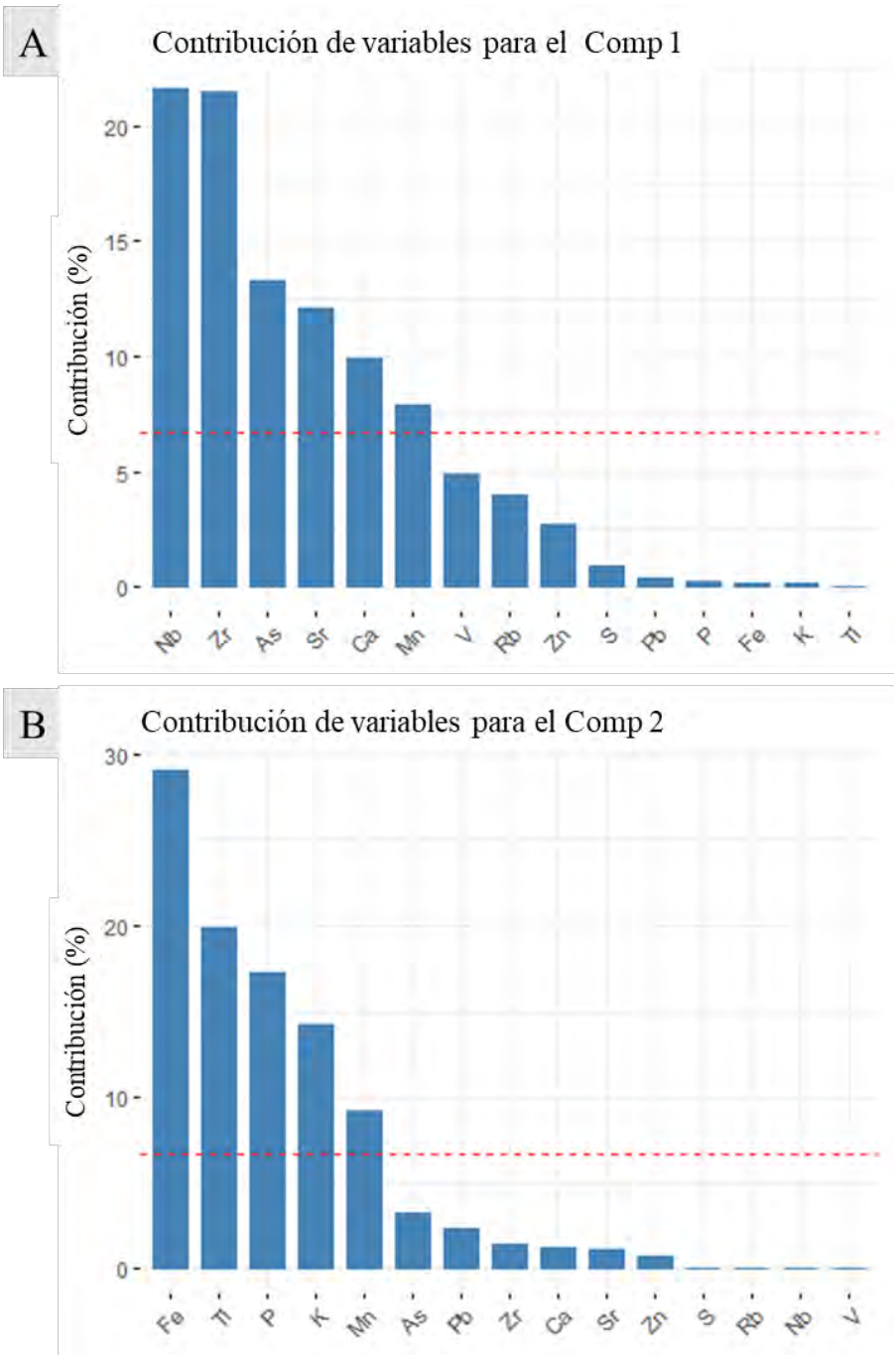
Varianza explicada del pigmento blanco

	Valor Propio	Porcentaje de varianza	Porcentaje Acumulado de Varianza
Comp 1	3.37	22.47	22.47
Comp 2	2.73	18.19	40.66
Comp 3	1.87	12.46	53.11
Comp 4	1.48	9.90	63.01
Comp 5	1.34	8.92	71.93
Comp 6	0.98	6.56	78.49
Comp 7	0.84	5.58	84.07
Comp 8	0.75	5.02	89.09
Comp 9	0.50	3.33	92.42
Comp 10	0.43	2.85	95.26
Comp 11	0.23	1.50	96.76
Comp 12	0.22	1.44	98.21
Comp 13	0.11	0.71	98.92
Comp 14	0.09	0.60	99.51
Comp 15	0.07	0.49	100.00

El Componente principal 1 está influenciado con una carga mayor de los elementos químicos niobio (Nb), circonio (Zr), arsénico (As), estroncio (Sr) y calcio (Ca), con una contribución de más del 10% en la explicación de varianza (Figura 20A). El Componente principal 2 refleja una representación mayor de hierro (Fe), titanio (Ti), fósforo (P) y potasio (K) (Figura 20B).

Figura 20.

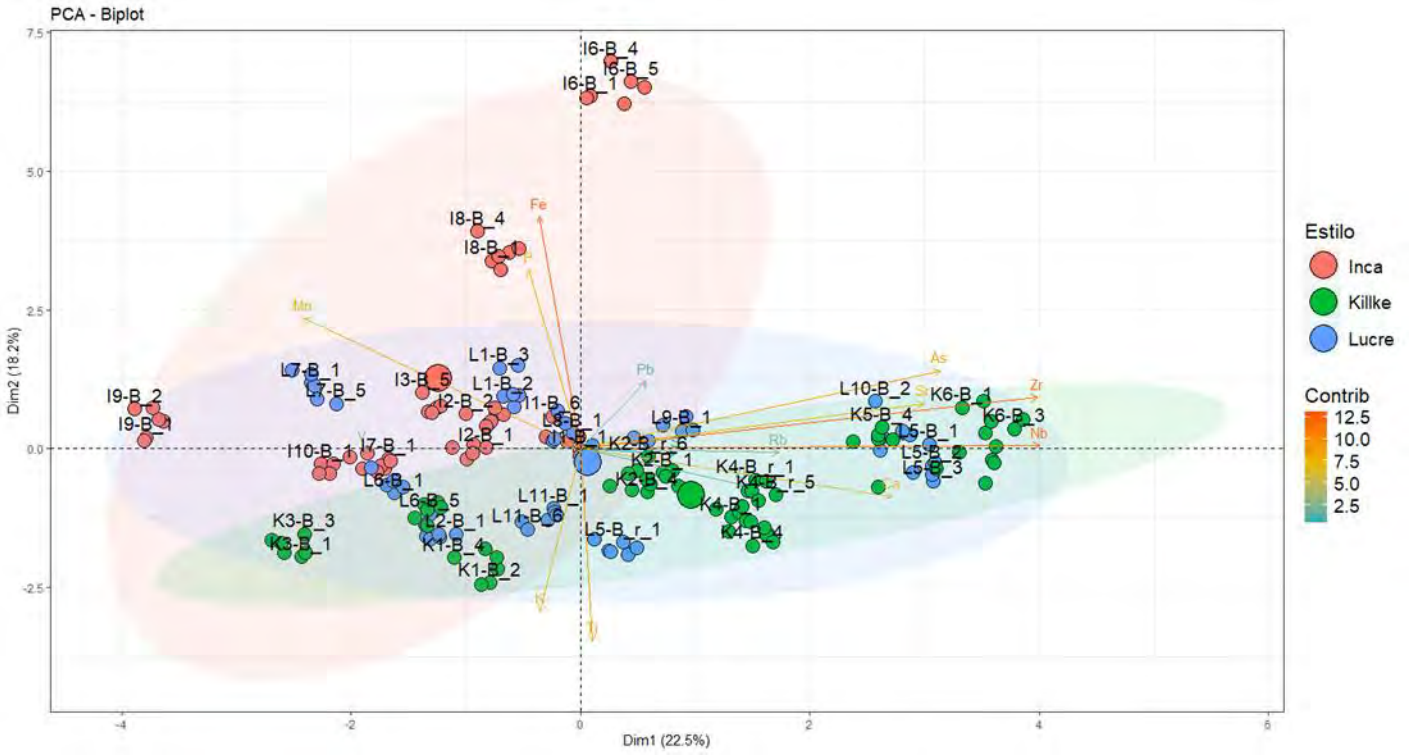
Gráficos de la contribución de variables (elementos químicos) del pigmento blanco en el Componente principal 1 y 2 respectivamente



En el *biplot* se graficaron las lecturas de las muestras proyectadas en el espacio de los Componentes principales 1 y 2 (Figura 20).

Figura 21.

Gráfico de análisis de Componentes principales del pigmento blanco de las muestras Lucre, Killke e Inca.



Nota: Hacia el lado derecho del gráfico, se muestra una barra de calor "Contrib", el cual indica una escala de contribución en el vector de cada variable.

Se observa en el gráfico (Figura 21) que, si bien existe un traslape de elipses, las muestras con pigmento blanco Inca y Killke se agrupan en función de su estilo cerámico, y cada grupo está asociado con la presencia de diferentes elementos químicos. En tanto que las muestras de Lucre se agrupan en una posición intermedia entre los dos grupos anteriores.

La mayor parte de las muestras de estilo Inca se distribuyen en la parte superior izquierda hacia el Componente 2 positivo y están influenciadas por el hierro (Fe) y fósforo (P), con menor proporción de titanito (Ti), mientras que las de estilo Killke se agrupan con el Componente 1 en la parte inferior del gráfico, mostrando una relación con los elementos químicos niobio (Nb) y circonio (Zr). Las muestras de estilo Lucre con una dispersión central asociada a también al Componente 1, se caracterizan por los elementos de arsénico (As) y niobio (Nb).

En el espacio de los Componentes principales, dos muestras de estilo Inca I6-B, I8-B e I9-B, se ubican en el extremo positivo del Componente 2, alejados del resto de las muestras presentando una distancia significativa respecto al centroide del grupo, estas muestras contienen altos niveles de hierro (Fe) y manganeso (Mn).

4.2.3. Análisis de Componentes Principales del Pigmento Negro.

Al analizar los valores propios del pigmento negro, se observa que son superiores a 1 hasta el sexto Componente principal, alcanzando un porcentaje acumulado de varianza explicada del 81.14% (Tabla 17). En cuanto al porcentaje de varianza, se identifica que la mayor concentración de información se encuentra en los tres primeros Componentes principales: el Componente 1 explica el 26.74%, el Componente 2 el 15.02% y el Componente 3 el 13.14%, lo que representa en conjunto un porcentaje cercano al 55%.

Tabla 17.

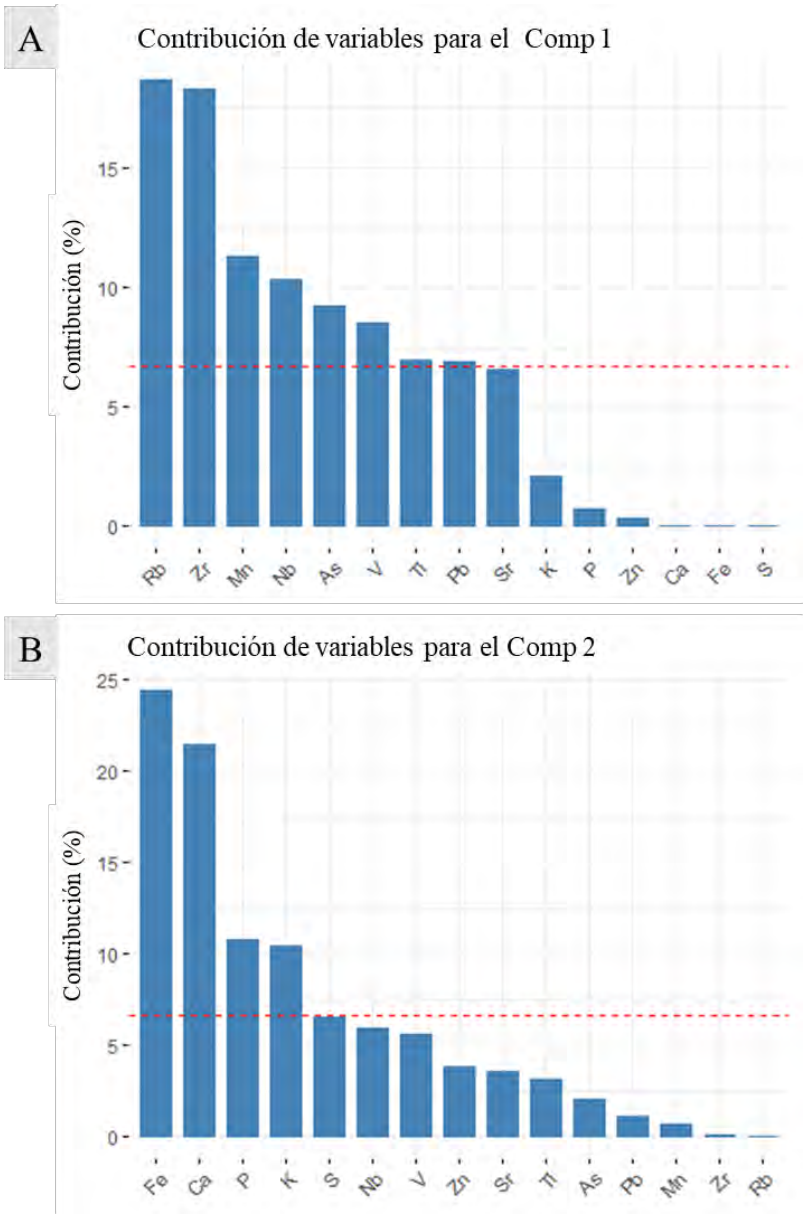
Varianza explicada del pigmento negro

	Valor propio	Porcentaje de varianza	Porcentaje Acumulado de Varianza
Comp 1	4.01	26.74	26.74
Comp 2	2.25	15.02	41.75
Comp 3	1.97	13.14	54.90
Comp 4	1.72	11.49	66.39
Comp 5	1.21	8.05	74.44
Comp 6	1.01	6.71	81.14
Comp 7	0.80	5.33	86.47
Comp 8	0.64	4.26	90.73
Comp 9	0.49	3.26	93.99
Comp 10	0.31	2.07	96.05
Comp 11	0.20	1.32	97.37
Comp 12	0.19	1.29	98.67
Comp 13	0.09	0.61	99.27
Comp 14	0.06	0.40	99.67
Comp 15	0.05	0.33	100.00

Se graficó la contribución de variables para los dos Componentes principales (Figura 22). Se observa que, para el primer Componente, el rubidio (Rb) y circonio (Zr) ocupan un porcentaje elevado de representación, seguido del manganeso (Mn) y niobio (Nb), los cuales contribuyen con más del 10% de explicación de la varianza (Figura 22A). Para el Componente principal 2 son el hierro (Fe), calcio (Ca), fósforo (P) y potasio (K) las variables que contribuyen con valores mayores al 10% de explicación (Figura 22B).

Figura 22.

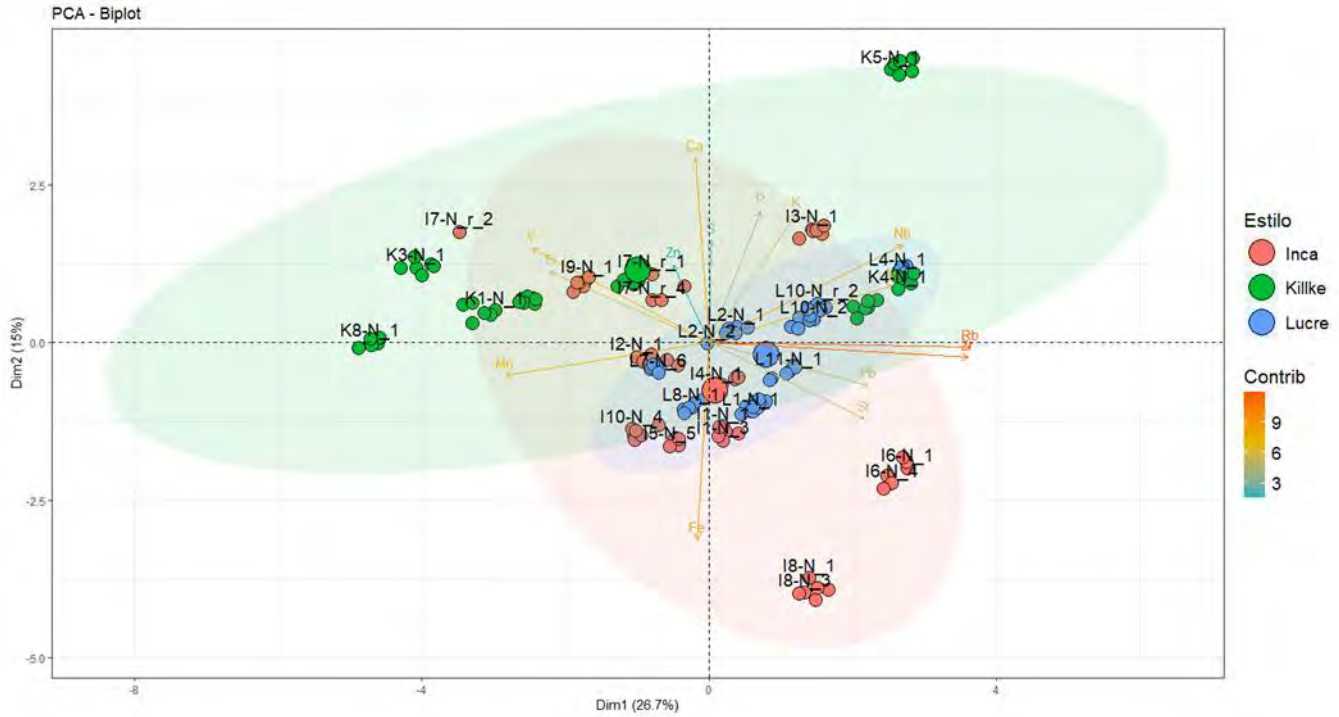
Gráficos de contribución de variables (elementos químicos) del pigmento negro en el Componente principal 1 y 2 respectivamente.



En el *biplot* del Análisis de Componentes Principales del pigmento negro se consideran los Componentes 1 y 2, el cual se presenta a continuación (Figura 23).

Figura 23.

Gráfico de análisis de Componentes principales del pigmento negro de las muestras Lucre, Killke e Inca.



Nota: Hacia el lado derecho del gráfico, se muestra una barra de calor "Contrib", el cual indica una escala de contribución en el vector de cada variable.

De acuerdo con el gráfico (Figura 23), se observa dos conjuntos distintivos entre los individuos de Killke e Inca. El estilo Killke presenta una mayor dispersión interna y está relacionado con el Componente 1, ubicándose hacia la región superior del gráfico. Mientras que las lecturas de los fragmentos cerámicos del estilo Inca se concentran dentro de una elipse orientado al Componente 2, el cual se posiciona en la zona central-inferior derecha. Respecto a las muestras Lucre con pigmento negro, presentan una dispersión reducida y se sitúan en la intersección de las agrupaciones de los estilos Inca y Killke, con una relación al Componente 1.

Se identificaron las variables que influyen en la caracterización del pigmento negro en cada estilo cerámico, siendo niobio (Nb) y arsénico (As) en el caso del estilo Lucre; destaca

el manganeso (Mn), calcio (Ca) y niobio (Nb) para el estilo Killke, ambos estilos asociados al Componente 1 y la agrupación de las muestras en el Componente 2 del estilo Inca indica valores altos para las variables hierro (Fe), manganeso (Mn) y vanadio (V).

Se distinguen individuos que se ubican con mayor lejanía al centroide del gráfico: K8-N, K3-N y K1-N, localizados al lado izquierdo del gráfico en las coordenadas negativas del Componente 1. Este grupo, perteneciente al estilo Killke, comparte altos valores para las variables manganeso (Mn), titanio (Ti) y vanadio (V) y valores bajos para las variables rubidio (Rb) y circonio (Zr). Asimismo, en el Componente 2, en el lado derecho del gráfico (Figura 23), la muestra K5-N se sitúa a una distancia significativa, influenciada por las variables fósforo (P) y potasio (K).

Las muestras I8-N e I6-N del estilo Inca, se ubican dispersos en las coordenadas negativas del Componente 2 (región inferior derecha del gráfico), asociados con valores elevados de hierro (Fe) y estroncio (Sr). Se observa un caso particular dentro de este mismo estilo, una única lectura, codificado como I7-N_r_2, se encuentra apartada de las otras cinco repeticiones de la misma muestra, posicionándose en un rango de valores similar al grupo distintivo de muestras Killke (K3, K1).

4.2.4. Análisis de Componentes Principales del Pigmento Rojo.

En el conjunto de las muestras con presencia del pigmento rojo de los tres estilos cerámicos, los Componentes principales con valores propios mayores a 1 comprenden los seis primeros Componentes, alcanzando una varianza explicada acumulada del 79.25%. La mayor proporción de varianza se concentra en los tres primeros Componentes. El Componente 1 explica un 27.14% de la variabilidad, seguido por el Componente 2 con un 14.08% y el Componente 3 con un 12%. En conjunto representan un 53.22% del total de la varianza explicada (Tabla 18).

Tabla 18.

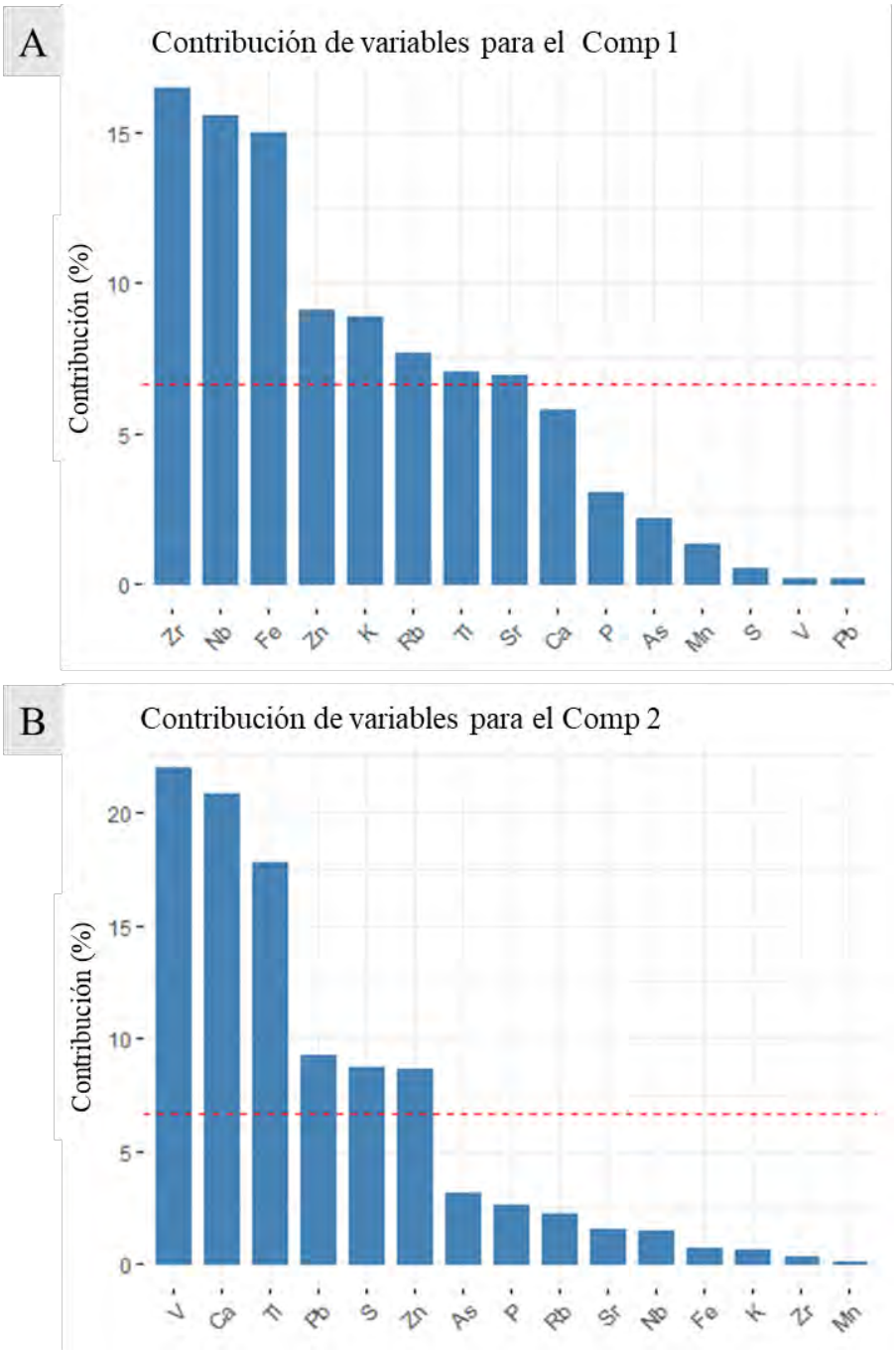
Varianza explicada del pigmento rojo

	Valor Propio	Porcentaje de varianza	Porcentaje Acumulado de Varianza
Comp 1	4.07	27.14	27.14
Comp 2	2.11	14.08	41.22
Comp 3	1.80	12.00	53.22
Comp 4	1.47	9.82	63.04
Comp 5	1.41	9.39	72.43
Comp 6	1.02	6.82	79.25
Comp 7	0.91	6.06	85.31
Comp 8	0.68	4.53	89.85
Comp 9	0.45	3.02	92.87
Comp 10	0.40	2.68	95.55
Comp 11	0.30	2.02	97.57
Comp 12	0.17	1.11	98.69
Comp 13	0.10	0.65	99.34
Comp 14	0.07	0.44	99.78
Comp 15	0.03	0.22	100.00

En el análisis de los Componentes, se identificaron las variables de relevancia que mejor explican la variabilidad. En el Componente principal 1 se reconoce circonio (Zr), niobio (Nb) y hierro (Fe), superando el umbral del 10% (Figura 24A). En el Componente principal 2 las variables de vanadio (V), calcio (Ca) y titanio (Ti), indican un buen porcentaje de representación en este eje (Figura 24B).

Figura 24.

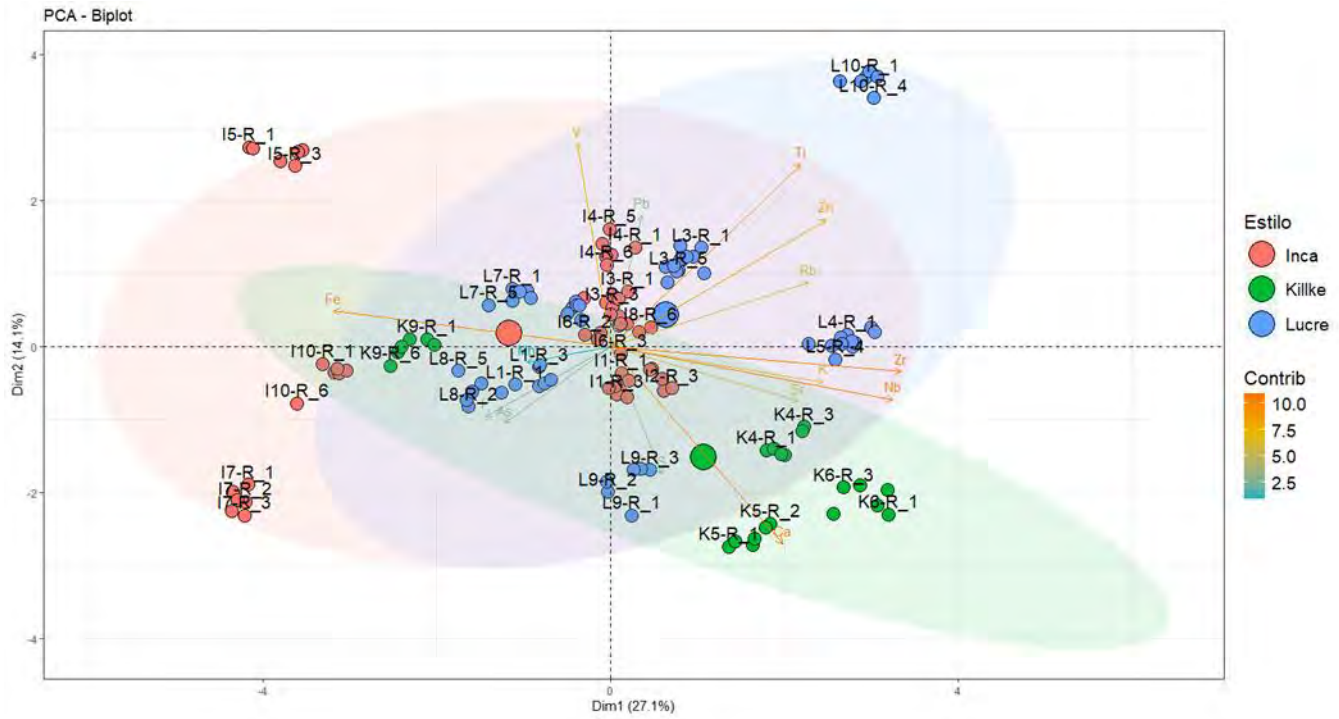
Gráficos de contribución de variables (elementos químicos) del pigmento rojo en el Componente principal 1 y 2 respectivamente



La Figura 25 presenta el *biplot* correspondiente, en el cual se visualizan las lecturas de las muestras dentro del espacio definido por los Componentes principales 1 y 2.

Figura 25.

Gráfico del análisis de Componentes principales del pigmento rojo de las muestras Lucre, Killke e Inca.



Nota: Hacia el lado derecho del gráfico, se muestra una barra de calor "Contrib", el cual indica una escala de contribución en el vector de cada variable.

La agrupación del estilo Lucre en el gráfico (Figura 25) se representa en la parte central del espacio definido por los Componentes principales, influenciado por las variables de titanio (Ti) y zinc (Zn). Las muestras del estilo Inca tienden a concentrarse en el eje del Componente 2, con mayor representación del vanadio (V) y hierro (Fe). En cambio, la elipse del pigmento rojo en Killke se encuentra principalmente en el cuadrante inferior del gráfico reflejando una mejor variación en el Componente 2, influenciado por la carga significativa de la variable calcio (Ca).

En el Componente 1, la muestra K9-R es un caso excepcional, que se distingue por su lejanía al centroide interno del grupo Killke, esta muestra se asocia a elevados niveles de hierro (Fe) y comparte ciertas variables con algunas muestras del estilo Lucre; en cambio, las muestras K4-R, K5-R y K6-R, pertenecientes también al estilo Killke, se agrupan en la región inferior-derecha en función a su mayor contenido de calcio (Ca). Dos muestras del estilo Inca

I5-R e I7-R se ubican dispersos al lado izquierdo del gráfico en el Componente 1, esta separación se vincula a los elevados niveles de hierro (Fe) presentes en ambas muestras.

En el segundo Componente, la muestra L10-R, correspondiente al estilo Lucre, se sitúa al extremo superior derecho del gráfico, influenciado por la concentración mayor de titanio (Ti).

4.3. Similitudes y Diferencias en la Composición Química de la Pasta Matriz y los Pigmentos de los Estilos Cerámicos Lucre, Killke e Inca mediante Análisis de Clúster Jerárquico

En esta sección se presenta los resultados obtenidos del Análisis de Clúster jerárquico y Análisis de Clúster jerárquico sobre Componentes principales aplicado a los datos composicionales promediados de la pasta matriz y los pigmentos.

El numero óptimo de clústeres, de acuerdo con la regla del paquete *NbClust*, indicó según la mayoría de los índices evaluados la existencia de dos grupos en la pasta matriz y pigmentos (véase en Apéndice G los resultados de su aplicación). Estos grupos se abreviaron como C1 y C2, denominación que se mantendrá a lo largo del análisis para facilitar su referencia y descripción.

Primero se generó el dendrograma para identificar los patrones de agrupamiento entre las muestras, luego la representación gráfica basada en el Análisis de Clúster jerárquico sobre Componentes principales donde se visualizó la distribución de los clústeres y su relación con las variables reducidas seleccionadas.

La mayoría de las piezas analizadas, de manera general, muestran similitud. Aunque se identificaron grupos y muestras aisladas que difieren del conjunto, por la concentración de elementos químicos específicos. En la pasta matriz, las muestras Killke K1, K3 y K8, se distinguen por una mayor concentración de calcio (Ca). En el caso del pigmento blanco, las

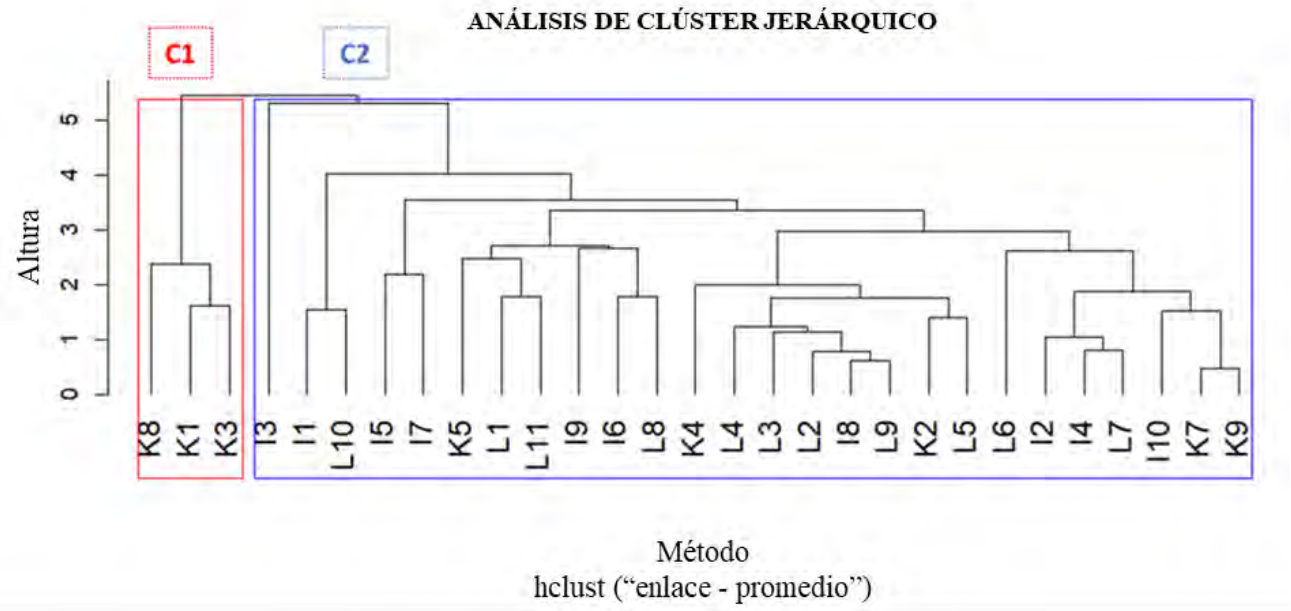
variables de manganeso (Mn) y vanadio (V), diferenciaron solo a la muestra Killke K9. En el pigmento negro, las muestras Killke K1, K3 y K8, vuelven a diferenciarse, por los niveles de manganeso (Mn) y titanio (Ti). Por último, en el pigmento rojo, la pieza L10 del estilo Lucre, difiere del resto de las muestras por las variables de titanio (Ti) y zinc (Zn). A continuación, se presentan los resultados del análisis.

4.3.1. Análisis de Clúster Jerárquico y Análisis de Clúster Jerárquico sobre Componentes Principales en la Pasta Matriz.

Las variables seleccionadas de las Tablas 3, 7 y 11 que presentaron un coeficiente de variación mayor a 5% fueron: aluminio (Al), silicio (Si), potasio (K), calcio (Ca), hierro (Fe), rubidio (Rb), estroncio (Sr) y circonio (Zr). Según la función *NbClust* (Apéndice G.1.), las muestras de la pasta matriz se distribuyen en 2 clústeres principales graficados en el dendrograma (Figura 26).

Figura 26.

Dendrograma de pasta matriz de los estilos Lucre, Killke e Inca.

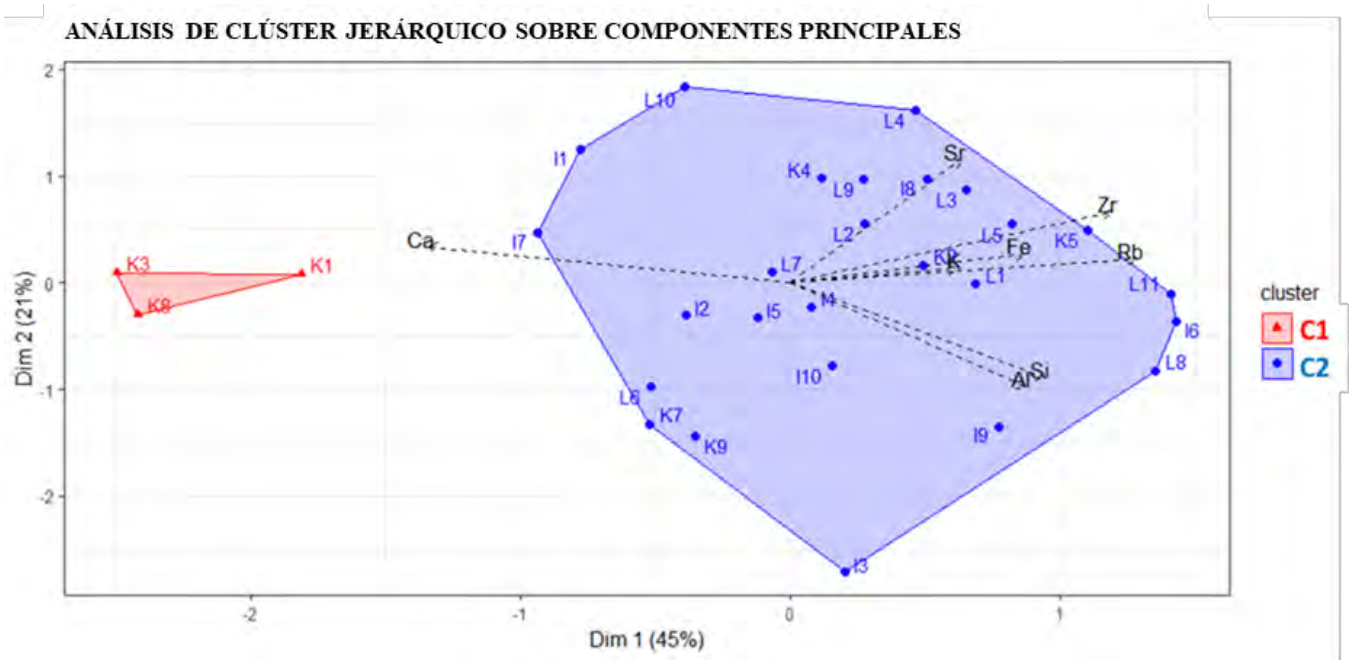


Nota: El método de enlace - promedio ("*average-link*" en inglés) del dendrograma, corresponde al sugerido por Baxter (2014) (ver ítem 3.5.1.3. Metodología del análisis de clúster jerárquico)

El método de partición de clústeres muestra una diferenciación de dos grupos. Los individuos se distribuyen con poca dispersión en cada clúster (Figura 27).

Figura 27.

Análisis de Clúster jerárquico sobre Componentes principales de la pasta matriz



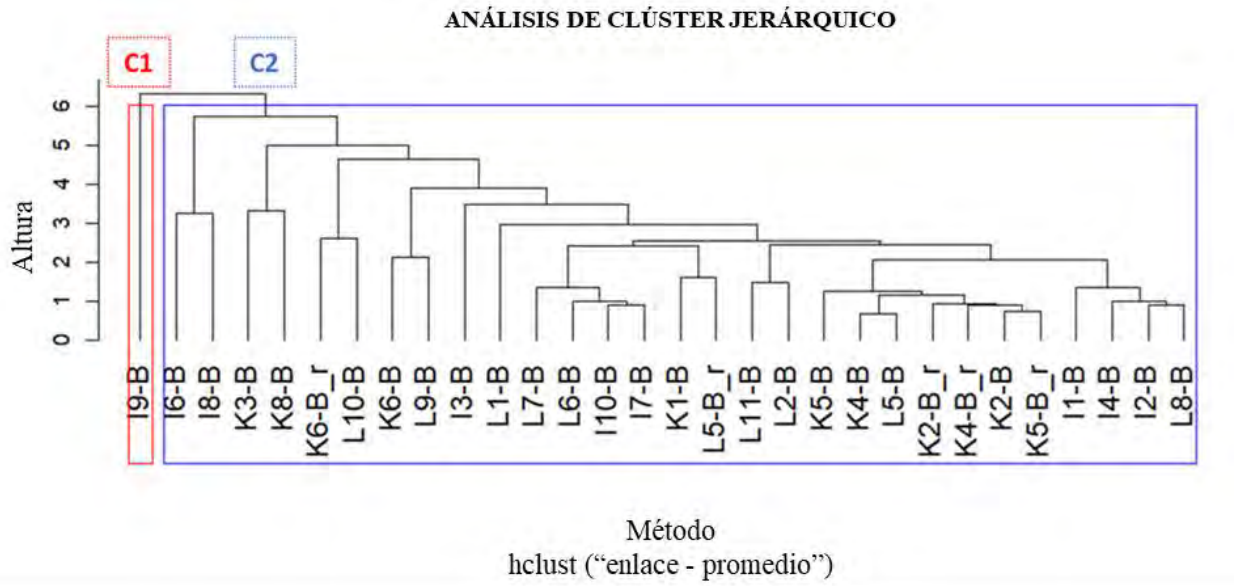
- El clúster o grupo C1, ubicado al lado izquierdo, presenta disimilitud con el clúster C2, ello se diferencia por los niveles de altura (*Height*) de la rama que los conecta en el dendrograma (Figura 26). Integra un pequeño grupo de muestras similares del estilo Killke: K1, K8 y K3, influenciados por la variable del calcio (Ca) (Figura 27). Asimismo, este grupo se caracteriza por la ausencia de andesita como mordiente en la pasta matriz.
- El C2, al lado derecho, conglomera la mayoría de las muestras, agrupando alternamente individuos del estilo Lucre, Killke e Inca. Este clúster presenta similitud con valores altos en las variables estroncio (Sr), circonio (Zr), rubidio (Rb), silicio (Si) y aluminio (Al) (Figura 27), los cuales están asociados a la composición de la arcilla y la presencia de andesita como mordiente.

4.3.2. Análisis de Clúster Jerárquico y Análisis de Clúster Jerárquico sobre Componentes Principales en el Pigmento Blanco.

Para el análisis jerárquico de clúster, se seleccionaron las variables: calcio (Ca), potasio (K), hierro (Fe), titanio (Ti), manganeso (Mn), estroncio (Sr), circonio (Zr), rubidio (Rb), zinc (Zn) y vanadio (V), las cuales presentaron un coeficiente de variación menor al 5% (Tablas 4, 8 y 12). En general las piezas cerámicas tienden a ser más similares, con algunas diferencias, en la composición del pigmento blanco (Figuras 28 y 29). El número sugerido de clústeres según la comparación entre diferentes índices realizado con el paquete *Nbclust*, fue de dos (Apéndice G.2.) (Figura 28).

Figura 28.

Dendrograma del pigmento blanco de los estilos Lucre, Killke e Inca.

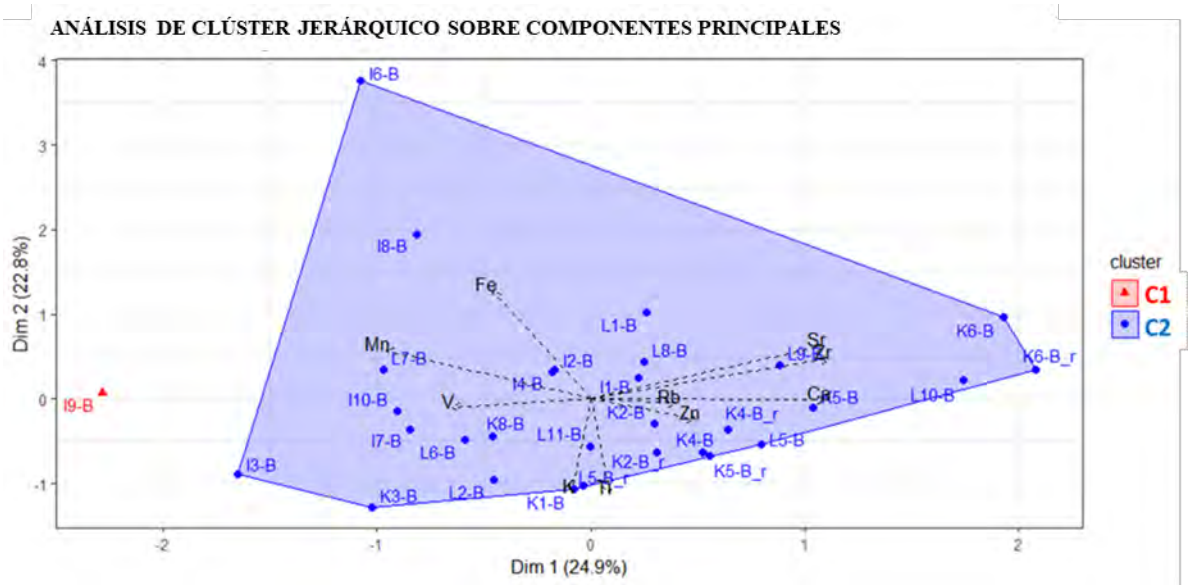


Nota: El método de enlace - promedio ("*average-link*" en inglés) del dendrograma, corresponde al sugerido por Baxter (2014) (ver ítem 3.5.1.3. Metodología del análisis de clúster jerárquico)

La agrupación de las muestras es mayormente homogénea respecto a la concentración de los elementos químicos, mostrando poca dispersión entre ellas, con algunas excepciones (Figura 29).

Figura 29.

Análisis de Clúster jerárquico sobre Componentes principales del pigmento blanco.



- El clúster C1, al lado izquierdo, presenta una sola muestra del estilo Inca: I9-B (Figura 28), con una composición química diferenciada por la concentración de manganeso (Mn) y vanadio (V) (Figura 29).
- El clúster C2, al lado derecho, agrupa las demás muestras de los estilos Lucre, Killke e Inca, asociados por su similar concentración de calcio (Ca), circonio (Zr), estroncio (Sr) y vanadio (V).

  Dos muestras del estilo Inca I6-B e I8-B se encuentran dispersados hacia la parte superior del gráfico, ambas muestras producen valores altos de hierro (Fe) y manganeso (Mn) en el gráfico Análisis de Clúster jerárquico sobre Componentes principales (Figura 29).

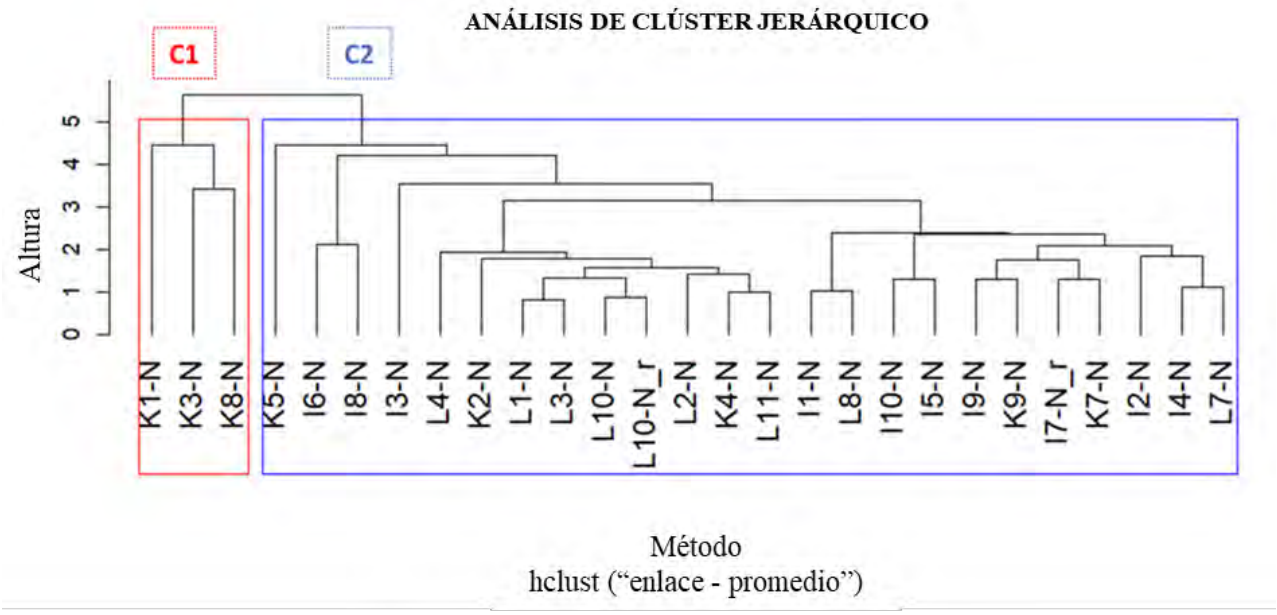
  El pigmento blanco en las muestras K6 y L10 se diferencian por la mayor concentración de calcio (Ca), estroncio (Sr), y circonio (Zr); y menor concentración de vanadio (V) (Figura 29).

4.3.3. Análisis de Clúster Jerárquico y Análisis de Clúster Jerárquico sobre Componentes Principales en el Pigmento Negro.

Para la reducción de variables, se seleccionaron los elementos químicos hierro (Fe), potasio (K), calcio (Ca), titanio (Ti), manganeso (Mn), estroncio (Sr), circonio (Zr) y rubidio (Rb), que presentaron un coeficiente de variación inferior al 5% (Tablas 5, 9 y 13). El análisis jerárquico de clúster reveló que la mayoría de las muestras poseen similitud compositiva, con excepción de tres individuos que conforman un grupo disidente, con características composicionales diferenciadas respecto al conjunto general, pero homogéneas entre ellas (Figuras 30 y 31). Se aplicaron los múltiples índices del paquete *Nbclust*, doce de los cuales sugirieron que el número óptimo de clústeres es dos (Apéndice G.3.), como se representa en el dendrograma (Figura 30).

Figura 30.

Dendrograma del pigmento negro de los estilos Lucre, Killke e Inca.

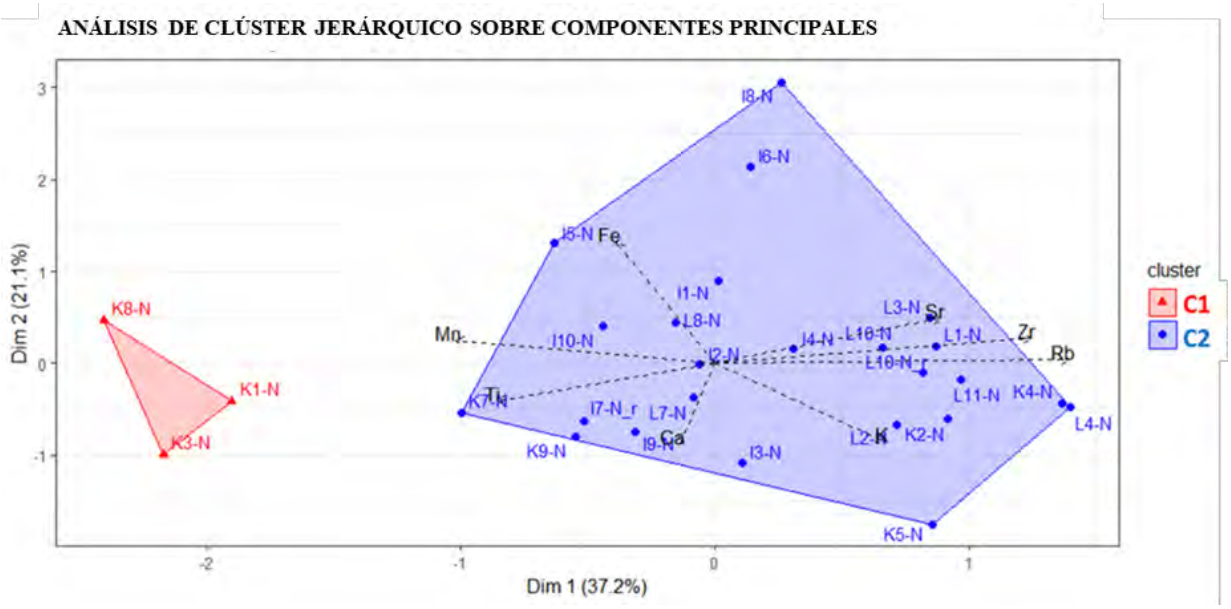


Nota: El método de enlace - promedio ("*average-link*" en inglés) del dendrograma, corresponde al sugerido por Baxter (2014) (ver ítem 3.5.1.3. Metodología del análisis de clúster jerárquico)

La conformación de clústeres resultantes muestra una clara diferenciación de dos grupos. Los individuos se distribuyen con poca dispersión en cada clúster (Figura 31).

Figura 31.

Análisis de Clúster jerárquico sobre Componentes principales del pigmento negro.



- El C1, ubicado al lado izquierdo, agrupa tres muestras similares del estilo Killke: K1-N, K3-N y K8-N, presentan disimilitud con C2 por su elevada concentración de manganeso (Mn) y titanio (Ti) y menor concentración de rubidio (Rb), circonio (Zr) y estroncio (Sr) (Figura 31).
- El C2, hacia el lado derecho, agrupa todas las demás muestras de los estilos Lucre, Killke e Inca, las cuales comparten una composición homogénea por las variables rubidio (Rb), circonio (Zr), estroncio (Sr), hierro (Fe) y potasio (K).

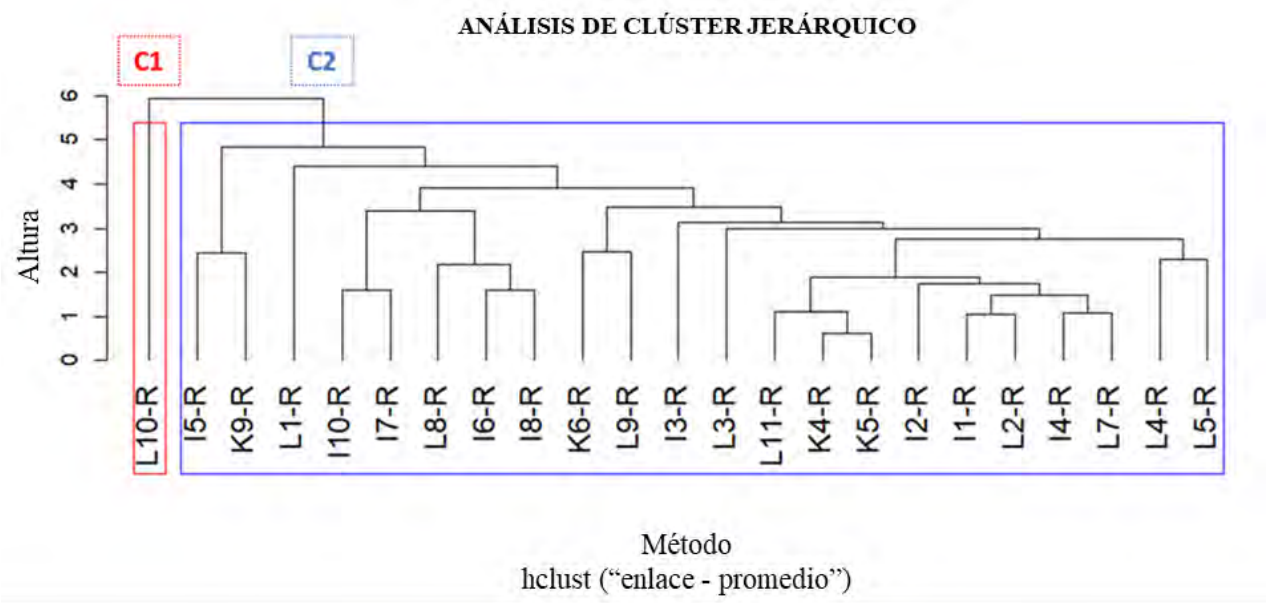
  En este clúster dos muestras del estilo Inca I6-B e I8-B se ubican distantes en la parte superior derecha, por su elevado nivel de hierro (Fe) y menores valores de calcio (Ca), en su receta del pigmento negro (Figura 31).

4.3.4. Análisis de Clúster Jerárquico y Análisis de Clúster Jerárquico sobre Componentes Principales en el Pigmento Rojo.

El análisis jerárquico de clúster se realizó con las variables: hierro (Fe), potasio (K), titanio (Ti), manganeso (Mn), estroncio (Sr), circonio (Zr), rubidio (Rb), zinc (Zn) y vanadio (V), dado que presentaron un coeficiente de variación menor al 5% (Tablas 6, 10 y 14). En su mayoría las muestras exhibieron una composición química homogénea, sin embargo, una de ellas (muestra L10) se distingue en el conjunto (Figuras 32 y 33). Según la aplicación del paquete *Nbclust* en el pigmento rojo (Apéndice G.4.), diez índices sugirieron que el mejor número de clústeres es 2:

Figura 32.

Dendrograma del pigmento rojo de los estilos Lucre, Killke e Inca.

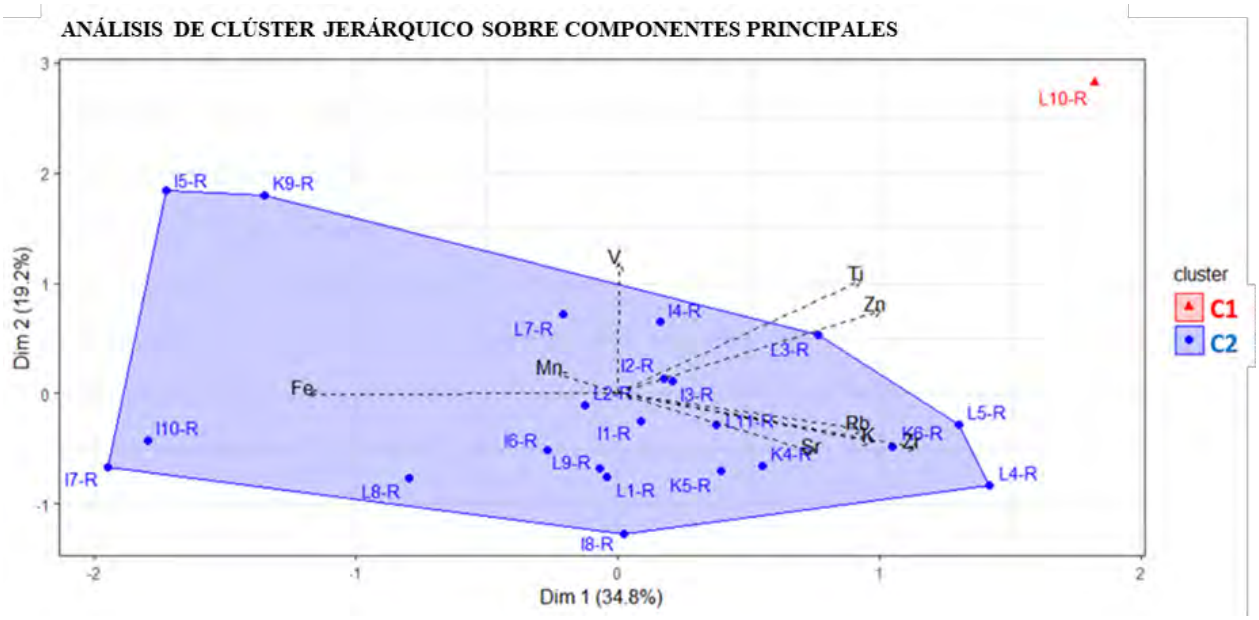


Nota: El método de enlace - promedio ("*average-link*" en inglés) del dendrograma, corresponde al sugerido por Baxter (2014) (ver ítem 3.5.1.3. Metodología del análisis de clúster jerárquico)

Una buena parte de las muestras tienden a distribuirse de manera agrupada, indicando similaridad en función de la concentración de los elementos químicos, salvo por algunas excepciones puntuales (Figura 33), que a continuación se detalla.

Figura 33.

Análisis de Clúster jerárquico sobre Componentes principales del pigmento rojo.



- Se distingue una sola muestra en el C1 ubicado en el extremo derecho superior del Análisis de Clúster jerárquico sobre Componentes principales (Figura 33), correspondiente a L10-R del estilo Lucre, por su mayor concentración de titanio (Ti) y zinc (Zn) y menor concentración de hierro (Fe) en el pigmento rojo.
- El C2 (sombreado en azul), agrupa a individuos de similar composición química en los tres estilos cerámicos, su conformación se debe a la presencia y concentración de circonio (Zr), potasio (K), rubidio (Rb), estroncio (Sr) y hierro (Fe). Esta última variable (Fe) se encuentra en mayor proporción en las muestras I5-R y K9-R, I7-R e I10-R (Figura 33).

5. Discusión

5.1. Elementos Químicos Identificados mediante Fluorescencia de Rayos X portátil en la Pasta Matriz y los Pigmentos en Muestras de los Estilos Cerámicos Lucre, Killke e Inca

Se identificaron 15 elementos químicos en la pasta matriz y otros 15 elementos en cada pigmento de los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca. Es importante señalar que los

elementos detectados en la pasta matriz corresponden al Modo *Geochem*, y para los pigmentos el Modo *Soil*, por lo tanto, en ambos casos no se trata de los mismos 15 elementos. Se identificó la presencia de los siguientes elementos químicos,

- En la pasta matriz: aluminio (Al), silicio (Si), fósforo (P), azufre (S), potasio (K), calcio (Ca), titanio (Ti), manganeso (Mn), hierro (Fe), zinc (Zn), rubidio (Rb), estroncio (Sr), itrio (Y), circonio (Zr), niobio (Nb),
- En los pigmentos: fósforo (P), azufre (S), potasio (K), calcio (Ca), titanio (Ti), vanadio (V), manganeso (Mn), hierro (Fe), zinc (Zn), arsénico (As), rubidio (Rb), estroncio (Sr), circonio (Zr), niobio (Nb) y plomo (Pb).

En cada elemento químico la concentración varía de acuerdo con el estilo cerámico y el tipo de pigmento (ver Apéndice E. Gráfico de "Nubes" o *Rainclouds*). Estas diferencias pueden estar en relación a: 1) Una producción local de la cerámica y el consecuente uso de materias primas disponibles en el entorno circundante, y 2) El tipo de mordiente empleado en la pasta cerámica. Lo cual discutimos a continuación para la pasta matriz y los tres pigmentos utilizados.

5.1.1. De la Pasta Matriz.

En las muestras de los estilos cerámicos Lucre y Killke, se identificaron seis elementos químicos mayoritarios, el silicio (Si), aluminio (Al), hierro (Fe), potasio (K), calcio (Ca) y azufre (S) (Tabla 3, p. 76; y Tabla 7, p. 81). Los mismos que son naturalmente característicos de la composición de la corteza terrestre y de minerales arcillosos (Salinas, 2017; Rice, 1987; Sandoval, 2019; Mason & Moore, 1985).

En las muestras del estilo Inca, fueron cinco elementos químicos mayoritarios identificados, el silicio (Si), aluminio (Al), hierro (Fe), potasio (K) y calcio (Ca), reflejando una composición acorde con materias primas arcillosas. A diferencia de la cerámica Lucre y

Killke, la presencia del azufre (S) en la cerámica Inca disminuye notablemente (Tabla 11, p. 87). El azufre (S) se considera como elemento volátil en la cocción de materias primas cerámicas, es posible que este descenso en la composición de la cerámica Inca, se relacione por condiciones de temperatura superiores de combustión, lo que influye en el porcentaje de emisión y contenido de azufre (S) en la cerámica (González et al., 1998).

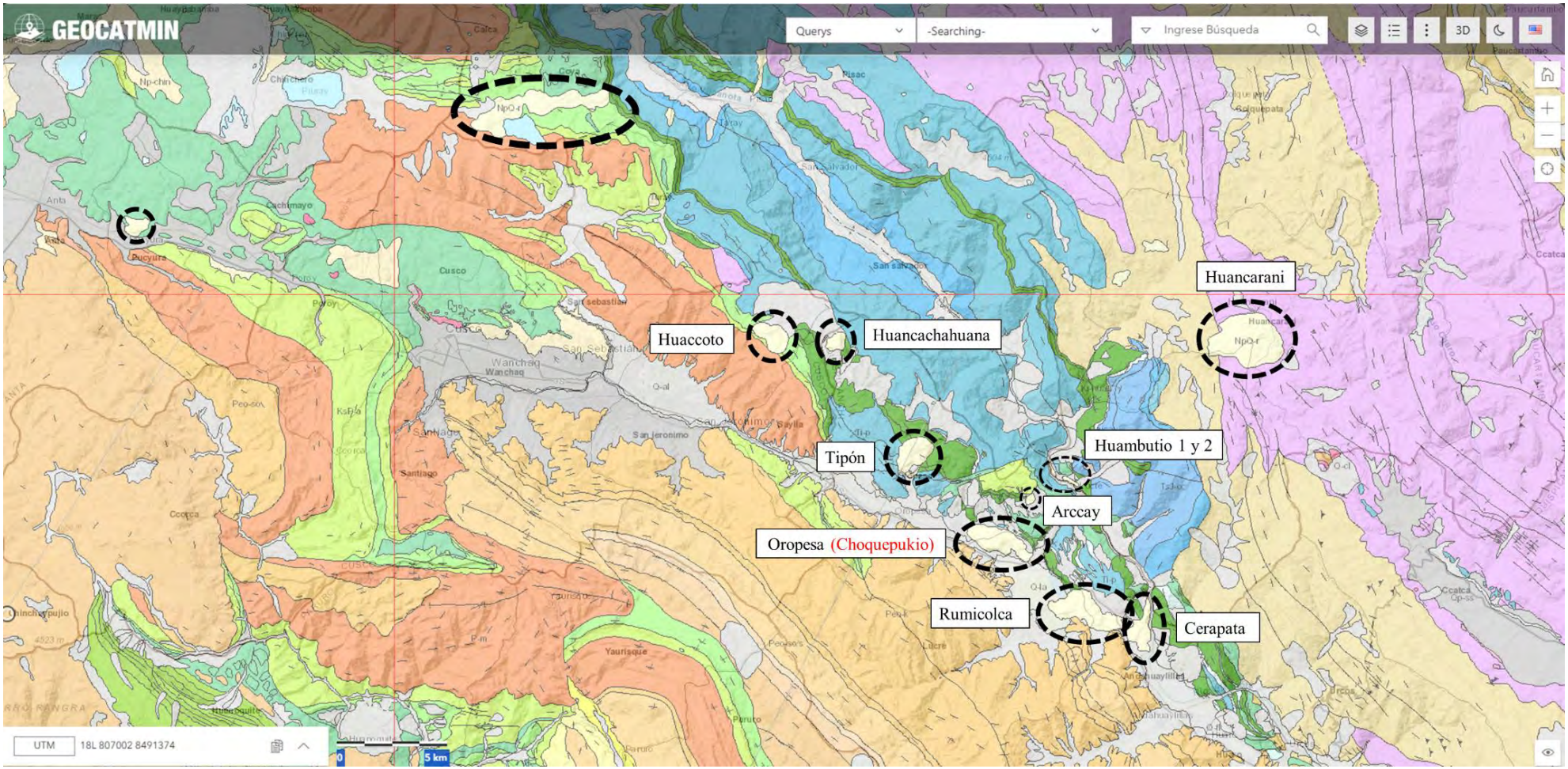
Cabe resaltar que, se asume la producción local de cerámica de estilo Lucre e Inca en el sitio arqueológico Choquepukio. De acuerdo con las evidencias registradas por Gibaja (1995; 1996; 1998; 1999), se sabe del hallazgo de vasijas con contenido de piedra molida y arcilla, pulidores impregnados con un pigmento rojo, una porción de un pigmento metálico de color rojo ocre, incluso se registró un canal en la Unidad 6 que según indica la autora, serviría para preparar la arcilla utilizada en la elaboración de cerámica.

Entonces, los elementos químicos identificados en el rango intermedio de la cerámica Lucre e Inca, los cuales son: titanio (Ti), fósforo (P), estroncio (Sr), manganeso (Mn), y los elementos químicos traza: circonio (Zr), cinc (Zn), rubidio (Rb), itrio (Y), niobio (Nb), están determinados por los yacimientos de arcillas circundantes. Además, por el uso de andesita como mordiente identificado por Ixer y Lunt (1991), Chatfield (1998), Ixer, Lunt, Sillar y Thompson (2014).

Para respaldar la presencia de andesita, se recogieron muestras de referencia del domo volcánico donde se asentó el sitio arqueológico Choquepukio, el cual se conforma precisamente por afloramientos de andesitas, dacitas y traquitas ricas en potasio (K), así como shoshonitas (Carlotto et al., 2011). Sin embargo, estas coladas volcánicas se pueden encontrar a lo largo de la llamada “Formación Rumicolca” registrado en el sistema de información GEOCATMIN (INGEMMET, s.f.). La mayoría de estos afloramientos

Figura 34 .

Coladas volcánicas de andesita que pertenecen a la Formación Rumicolca (Tipón, Arccay, Huaccoto, Huancachahuana, Oropesa, Huancarani, Huambutio 1 y 2, Cerapata y Rumicolca). Se observa en el mapa la provincia de Anta, la cuenca del Cusco, y la cuenca de Lucre (de izquierda a derecha), Fuente: plataforma GEOCATMIN



constituyen centros arqueológicos, ubicándose gran parte en las inmediaciones de la cuenca de Lucre, en menor proporción y con mayor distancia, se localizan hacia el Valle Sagrado del Cusco por el distrito de Coya, así también al noroeste, en las zonas de Huarocondo y Anta (Figura 34).

Esta postura sobre la producción local de la cerámica por el uso de andesita, es ratificada por imágenes captadas con microscopio sobre las fracturas existentes en las muestras. La totalidad de 1os fragmentos Lucre (n=11) y fragmentos Inca (n=10), contienen andesita como mordiente (Apéndice C.1. y C.3. zonas grises/blanquecinas). En este contexto, la cuenca de Lucre se posiciona como radio de interacción para la producción de cerámica con mordiente de andesita.

Una observación que notar respecto a **las muestras de cerámica del estilo Killke** (n=8), es que no existe mayor variación en los elementos químicos intermedios o traza comparados con la cerámica Lucre e Inca. En las imágenes tomadas con microscopio de la pasta matriz, también se identifica andesita como mordiente, a excepción de tres fragmentos K1, K3 y K8 (Apéndice C.2. - A, C, H, zonas con tonalidades verdosas). Son precisamente, las tres muestras que presentan un incremento en el valor promedio de calcio (Ca) en la tabla de resultados de la estadística descriptiva (Tabla 7, p. 81; ver también Apéndice F.1. Tabla de Valores). Este hecho se discute más adelante.

5.1.2. Del Pigmento Blanco.

En las muestras de cerámica del estilo Lucre, se identificaron como elementos químicos mayoritarios el calcio (Ca), seguido del potasio (K) y hierro (Fe) (Tabla 4, p. 77).

Del mismo modo, **en las muestras de cerámica del estilo Killke** se identificó también el calcio (Ca), potasio (K) y hierro (Fe) como principales componentes asociados al pigmento blanco (Tabla 8, p. 83).

En contraste, **en las muestras de cerámica Inca**, se encuentran como elementos mayoritarios el hierro (Fe), seguido del calcio (Ca) y potasio (K) (Tabla 12, p. 88). El valor predominante del hierro (Fe) se podría deber a que, en siete de las diez muestras analizadas, la ubicación de los puntos de lectura con el equipo de Fluorescencia de rayos X portátil se realizó adyacente a delineaciones con pigmento negro que configuran la decoración (Apéndice D.3. – B, C, D, E, G, H, I). Por ello, se registró una concentración elevada de hierro (Fe) y también de manganeso (Mn) en las lecturas del pigmento blanco.

En tanto, la concentración mayoritaria del hierro (Fe) en los estilos Lucre y Killke, es inferior en comparación a la estimada en la pasta matriz, lo que indicaría su uso como carga o mezcla, como se evidenció en otros trabajos (Ali et al., 2020; Ottalagano et al., 2015), para la aplicación del pigmento blanco.

Considerando lo anterior, el pigmento blanco en las muestras del estilo Lucre, Killke e Inca, provendría del uso de minerales ricos en calcio (Ca) y potasio (K). A continuación, se indicarán las fuentes minerales que contienen calcio (Ca), y se discute la presencia del potasio (K) en el pigmento blanco.

El uso de minerales como el sulfato de calcio dihidratado -yeso- ($CaSO_4.2H_2O$) y calcita ($CaCO_3$) en la elaboración de pigmentos blancos en cerámica, fue documentado en estudios precedentes como el de Avendaño et al. (2015), Olivera et al. (2008) y Palamarczuk y Fernández de Rapp (2011). Se podría asumir entonces, que el material para el pigmento blanco es de origen local, puesto que cerca del área de estudio se localizan afloramientos de yeso con alto porcentaje de pureza, entre ellos las canteras Rumi Ccolcca, Tres de Mayo y Urubambillayo. Asimismo, se ha registrado la presencia de calcita como impureza en la cantera de yeso de Pikillaqta (Boulangger et al., 2019).

Un análisis por Difracción de rayos X (DRX) realizado por Boulangger y colegas (íbid.) en yesos de la provincia de Quispicanchi, revela que las canteras de la zona no presentan concentraciones significativas de potasio (K) en su composición. Lo que lleva a sugerir dos posibles postulados: 1) La mezcla intencional de un aditivo como illita (K, H_3O)(Al, Mg, Fe)$_2$(Si, Al)$_4O_{10}$[(OH)$_2$,(H_2O)] (Avendaño, 2015, Ottalagano et al., 2020; Dietrich et al., 2017) o 2) La lectura subyacente del mordiente de andesita rica en potasio (K).

Sin embargo, ante la primera opción, la base de datos de INGEMMET ha registrado illita asociada a afloramientos de arenisca cuarzosa en Oropesa, localizado cerca al área de estudio (Chumbe, 2015). Pero, no se ha identificado arenisca en las pastas matrices, en consecuencia, es más probable lo segundo mencionado. Según los estudios de Boulangger et. al (2019) y Carlotto et. al (2011), los análisis químicos globales indican que la Formación Rumicolca, de rocas andesíticas, tienen un alto contenido de potasio (K), el cual es utilizado como mordiente en las muestras de cerámica estudiadas.

Por otro lado, aunque el análisis de Fluorescencia de rayos X portátil muestra la fracción inorgánica, no podríamos descartar que la mezcla para el pigmento blanco contenga elementos de origen orgánico, como valvas pulverizadas, huesos calcinados o hidroxiapatita ($Ca_5(PO_4)_3(OH)$) los cuales poseen altos porcentajes de calcio (Ca), seguido de fósforo (P), hierro (Fe) y potasio (K), así como trazas de manganeso (Mn) (Ali et al., 2020).

Por añadidura, se advierte que existe una disparidad correlacional de lecturas entre la superficie exterior y la superficie interior (“reverso” codificado como “_r”) en un mismo fragmento para el pigmento blanco, teniendo en el interior una concentración (ppm) menor. Ello se identificó en las muestras: L5 (vaso) (Apéndice D.1. – C, D), K4 (plato) (Apéndice D.2. – D, E) y K5 (vaso) (Apéndice D.2. – F, G). Dicha diferencia se debe a diversas condiciones: a) Por uso o diagénesis, b) El uso de más de un pigmento para la elaboración del

engobe blanco en la superficie exterior e interior de una vasija o c) variación natural de una misma fuente de obtención de pigmento (Gajardo, 2017; Neff, 2017).

En suma, a partir de los resultados se infiere que la "receta" del pigmento blanco en las muestras de cerámica analizadas (entre vasos, jarras y platos) de los estilos Lucre, Killke e Inca de Choquepukio, contiene calcita, yeso o elementos orgánicos específicamente osamenta calcinada (hidroxiapatita). Además, se puede considerar que las fuentes minerales, estaban disponibles para los alfareros localmente, debido a la presencia de múltiples canteras cercanas a Choquepukio.

5.1.3. Del Pigmento Negro.

En las muestras de los tres estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca, se ha identificado que los elementos químicos hierro (Fe) y manganeso (Mn) son la principal fuente del pigmento negro. Esto se evidencia en que los valores promedio en dicho pigmento son superiores a los existentes en la pasta matriz. Por el registro de ambos elementos: hierro (Fe) y manganeso (Mn), el origen es mineral, como lo refieren investigaciones previas (véase Botto et al., 1998; De la Fuente et al., 2005; De la Fuente et al., 2007; De la Fuente & Martínez 2008; Acevedo et al., 2012).

El uso de múltiples minerales que contienen hierro (Fe) y manganeso (Mn) para la obtención del pigmento negro, ha sido documentado en una diversidad de estudios arqueométricos. En la cuenca del Cusco, se identificó una mezcla de hematita (Fe_2O_3), goethita (α-FeO(OH)) y groutíta (MnO(OH)) en cerámica Inca del sitio arqueológico Qotakalli (Huahuasoncco, 2019). En el sitio arqueológico Saqsayhuamán, Avendaño et al. (2015) reportaron la presencia de hematita, pirolusita (MnO_2) y hollín en cerámica Killke e Inca. Otros estudios también han señalado combinaciones como: hematita con pirolusita (De La Fuente et al., 2005); magnetita (Fe_3O_4), grafito (C) y hematita (Acevedo et al., 2012);

hematita, magnetita, jacobsita ($MnFe_2O_4$) y huasmanita (Mn_3O_4) (Del Solar Velarde et al., 2019); jacobsita y magnetita (Palamarczuk et al., 2021); jacobsita, bixbyta (Mn_2O_3) y magnetita (López et al., 2012).

En este marco, se observa una incidencia en el uso de magnetita y hematita para la obtención de pigmentos de color negro. Según Acevedo et al. (2012), estos minerales requieren un proceso de cocción en atmósferas reductoras y alcanzar temperaturas superiores a los 700 °C, para evitar que estas tomen un color rojizo. Esto supone un control apropiado de la temperatura, y desde luego, la especialización de los alfareros.

La data aquí obtenida por Fluorescencia de rayos X portátil no permite acércanos con certeza, para indicar el mineral o minerales utilizados para obtener el pigmento negro en las muestras. Haría falta un instrumento analítico complementario como Difracción de rayos X (DRX) que permita contrastar la información y establecer con exactitud qué combinación mineral tiene el pigmento negro. Sin embargo, el laboratorio LEOnoD, donde se llevó a cabo el estudio, no cuenta actualmente con un equipo de Difracción de rayos X.

Aun así, podemos mencionar que, según la base de datos de INGEMMET en las proximidades de la zona de estudio, se registraron: hematita en la mina Ushpa (San Jerónimo), pirolusita y goethita en Tipón (Carlotto et al., 2011). Con mayor lejanía hacia el sureste de Choquepukio, se identificó magnetita en el Cerro Curi (Quiquijana). Por la disponibilidad en San Jerónimo y Tipón, es posible que estos minerales fuesen aprovechados para la elaboración del pigmento negro, lo que genera la hipótesis de un abastecimiento de materias primas dentro del entorno inmediato.

En relación a la presencia de calcio (Ca) en el pigmento negro como elemento mayoritario en los tres estilos cerámicos analizados, se señala que en el estudio de Acevedo y colegas (2012) identificaron calcita ($CaCO_3$) como componente dentro de la mezcla del

pigmento negro, esta observación sugiere que es posible la incorporación de minerales cálcicos en la receta del pigmento. También se puede inferir que, la concentración mayoritaria de calcio (Ca) en el caso de las muestras Killke, con un valor promedio superior en comparación de Lucre e Inca, se debe a que 06 de los 07 fragmentos analizados presentan engobe blanco (Apéndice D.5. – A, B, C, D, F, G).

Por otro lado, se observó una alta concentración de titanio (Ti) en el estilo Killke (Tabla 9). El dióxido de titanio también se ha registrado en recetas de pigmento negro, en minerales como: anatasa y rutilo (TiO_2) (Acevedo et al. 2012; Saball, 2019). Aunque, son tres fragmentos los que elevan el valor promedio de titanio (Ti): K1, K3 y K8 (Ver Apéndice F.2. Tabla de Valores).

En ese sentido, en el análisis de las muestras de Choquepukio, el hierro (Fe) y manganeso (Mn) se identifican como elementos principales en la composición del pigmento negro. El calcio (Ca) aparece como elemento complementario. De manera excepcional, también se ha registrado la presencia titanio (Ti) en las muestras cerámicas K1, K3 y K8 del estilo Killke.

5.1.4. Del Pigmento Rojo.

En las muestras analizadas para los estilos cerámicos Lucre e Inca, el hierro (Fe) se presenta como elemento mayoritario (Tabla 6, p. 80; y Tabla 14, p. 91), ello indica que es la fuente principal del pigmento rojo. Se ha propuesto el uso de hematita (Fe_2O_3) como componente único del pigmento rojo en contextos arqueométricos (Ali et al., 2020; Del Solar Velarde et al., 2019; De La Fuente et al., 2005). En relación a ello, De La Fuente et al. (2005) señalan que la obtención de tonalidades rojas en las piezas cerámicas a partir de óxidos de hierro depende de una atmósfera de cocción oxidante.

Sin embargo, el análisis realizado por Huahuasonco (2019) en el pigmento rojo de cerámica Inca del sitio arqueológico Qotakalli identifica la presencia de dos fases minerales: hematita (Fe_2O_3) y siderita ($FeCO_3$) Del mismo modo, Avendaño et al. (2015) reportan una mezcla de pirolusita (MnO_2) y hematita como base para la elaboración del pigmento rojo en cerámica Inca y Killke, aunque esta propuesta se fundamenta en un análisis por Fluorescencia de Rayos X, sin el respaldo de técnicas complementarias de identificación mineralógica. Sin embargo, de acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, no se identificaron concentraciones significativas de manganeso (Mn) (componente químico de la pirolusita).

Además, cabe señalar que tampoco se detectó la presencia de mercurio (Hg), sus valores se encontraron por debajo del límite de detección del instrumento. Este elemento ha sido reportado en otros estudios asociado al mineral del cinabrio (HgS) (Sepúlveda, 2024), también utilizado en la elaboración de pigmentos rojos.

Por otro lado, el elevado valor promedio del calcio (Ca) en el estilo Killke (Tabla 10), se debe a que las muestras K6-R, K5-R y K4-R (Apéndice D.8. – A, B, C), presentan una tenue y erosionada decoración en rojo. Además, los tres fragmentos poseen engobe blanco bajo los motivos decorativos, lo que indica que las lecturas por Fluorescencia de Rayos X portátil alcanzaron una profundidad mayor, detectando el pigmento blanco subyacente. En contraste, la muestra K9-R (Apéndice D.8. – D) presenta una concentración superior de hierro (Fe). En este fragmento la capa pictórica roja tiene mayor espesor y mejor conservación. A este respecto, se evidencia la importancia de considerar el estado de conservación de las muestras y/o complementar este tipo de análisis con observaciones macroscópicas para mejorar la interpretación composicional.

Se debe mencionar que, en el material cerámico de la temporada de excavación seleccionada para el estudio, se vieron pocos fragmentos con presencia de pigmento rojo del

estilo Killke, por lo que solo se analizaron cuatro muestras. Aun así, el hierro (Fe) es el elemento químico mayoritario, al igual que en las muestras de los estilos Lucre e Inca.

En suma, el hierro (Fe) se identificó como el componente responsable de la coloración roja para los tres estilos cerámicos analizados de Choquepukio, donde la hematita pudo ser la fuente mineral principal. La conversión de hematita en color rojo está asociado a temperaturas de cocción en atmósfera oxidante. Las concentraciones elevadas de otros elementos, como el calcio (Ca), responde a condiciones metodológicas específicas, donde las muestras analizadas tenían escasa cobertura del pigmento rojo y presencia de engobe blanco subyacente.

5.2. Agrupación de los Estilos Cerámicos Lucre, Killke e Inca a partir de la Concentración de los Elementos Químicos de la Pasta Matriz y Pigmentos

La data multivariante representada en su conjunto en los *biplot* del Análisis de Componentes Principales de la pasta matriz y pigmentos, permitió, como se dijo previamente, minimizar las diferencias intragrupales (dentro de un mismo estilo cerámico) al tiempo que maximizó las diferencias intergrupales (entre estilos cerámicos) (Nostrom, 2014), manteniendo la variabilidad del sistema sin cambios (Sandoval, 2019).

Los resultados evidencian una superposición entre elipses que representan a cada uno de los estilos cerámicos, ello sucede tanto en la pasta matriz (Figura 19, p. 95) como en los pigmentos (Figura 21, p. 99; Figura 23, p. 102; y Figura 25, p. 106), lo que sugiere en principio, interrelaciones compositivas entre determinadas muestras de los tres estilos, a partir de ello es posible inferir: 1) Un yacimiento común para la extracción de arcilla, en el caso de la pasta matriz y 2) Composición química similar del tipo de mineral(es) utilizado(s), en el caso de los pigmentos.

Añadimos que, al examinar la agrupación de la pasta matriz y pigmentos se identificaron las variables (elementos químicos) con mayor porcentaje de contribución a los Componentes principales (Comp 1 y Comp 2), las cuales son composicionalmente distintivos, y se vinculan con lo descrito en el anterior apartado (ítem 5.1.). Es decir, en el *biplot* de la pasta matriz entre las variables que mejor contribuyen se reconoce al silicio (Si) y alumino (Al). Por otra parte, en el pigmento blanco al calcio (Ca); en el pigmento negro al hierro (Fe) y manganeso (Mn); y en el rojo al hierro (Fe). Estos resultados constituyen un indicio importante respecto a los posibles minerales empleados en las recetas de los pigmentos.

Adicionalmente, junto a estas variables, se reconocieron elementos traza cuya contribución también superaron el umbral del 10% en cada caso (pasta matriz y pigmentos), los cuales adquieren especial relevancia, ya que constituyen marcadores composicionales en estudios de procedencia cerámica, por ser singularmente característicos (Rice, 1987).

No obstante, también se identificaron muestras que se distinguieron del resto, las que discutiremos en los siguientes párrafos.

5.2.1. Agrupación de la Pasta Matriz.

La varianza explicada hasta el tercer Componente suma un 60.85%, mostrando buena representatividad de la data multivariante. Asimismo, la variabilidad representada en el *biplot* en la pasta matriz de los tres estilos cerámicos (Figura 19, p. 95) está determinada por rubidio (Rb), circonio (Zr), calcio (Ca) y titanio (Ti) en el Componente 1 y silicio (Si), fósforo (P), aluminio (Al), estroncio (Sr) y azufre (S) en el Componente 2.

Se debe mencionar que, el análisis químico mide los elementos en el material cerámico como un todo, es decir, arcilla más mordiente (Rice, 1987). Tal como se detalló en el apartado 5.1, se identificó la andesita como mordiente en la totalidad de las 11 muestras

Lucre y 10 muestras Inca. Para el estilo Killke, solo 6 muestras presentaron andesita (Apéndice C.2. - B, D, E, F, G, I). Partiendo de esta identificación, los resultados del Análisis de Componentes Principales evidencian precisamente una agrupación entre las muestras que contienen andesita, lo que permite inferir que, la arcilla utilizada en dichas muestras también tiene una misma procedencia.

Además, las elipses del estilo Lucre e Inca están más cohesionadas, lo cual indica mayor homogeneidad en la elaboración de la pasta para la producción de cerámica.

También se observa que, algunas muestras se asocian con distintas variables, por ejemplo, L4 y L6 asociado a estroncio (Sr) y fósforo (P) o la muestra I6 con influencia de rubidio (Rb) e itrio (Y), ello se puede deber a dos situaciones: a) Por la cocción alta o excesiva que puede ocurrir incluso en un subconjunto de artefactos producidos en un mismo horno, que es responsable de los efectos de alteración en los grupos composicionales identificados mediante un análisis químico (Schwedt et al., 2004; Tite, 2008); b) Otro factor de variabilidad se debe a la ocurrencia de diferencias internas en una misma fuente o cantera de arcilla, causado por la presencia de inclusiones que no se distribuyen normalmente en los estratos (Buxeda i Garrigós et al., 2003).

La agrupación o elipse del conjunto de muestras del estilo Killke, aunque también se superpone con los otros dos estilos, se observa con mayor dispersión en el *biplot* del Análisis de Componentes Principales, lo cual refleja heterogeneidad interna. Son las muestras K1, K3 y K8 las que se encuentran más distantes y se relacionan con el alto contenido de calcio (Ca), y con bajo contenido de potasio (K). Precisamente en estas tres muestras no se ha identificado andesita como mordiente, lo que sugiere que la procedencia de la fuente de arcilla sea diferente al resto de las muestras (Figura 19, p. 95).

En síntesis, el resultado del Análisis de Componentes Principales en la pasta matriz mostró una buena representatividad de la data (60.85 % de varianza explicada). Evidenció un traslape de elipses de estilos cerámicos, por las muestras que presentan andesita como mordiente, y por tanto arcilla proveniente de una misma fuente. Los estilos Lucre e Inca presentan mayor homogeneidad en la pasta, mientras que el estilo Killke tiene mayor dispersión, ello responde a muestras con diferente procedencia de arcilla. La variabilidad química interna en cada grupo estilístico se podría atribuir a los efectos de cocción e incluso a diferencias en una misma fuente de materia prima.

5.2.2. Agrupación del Pigmento Blanco.

A diferencia de la varianza explicada de los otros dos pigmentos, el pigmento blanco contiene un 53.11 % hasta el tercer Componente principal, siendo este el valor más bajo (Tabla 16, p. 97). Esto significa que los datos presentan mayor variabilidad y que alrededor de un 47% de la estructura original no se encuentra representada. Esta menor capacidad de explicación podría atribuirse a:

- La combinación de diferentes minerales ricos en calcio (Ca) (yeso, calcita, hidroxiapatita) para la elaboración del pigmento blanco (Avendaño et al., 2015; Olivera et al., 2008; Palamarczuk & Fernández de Rapp, 2011; Ottalagano et al., 2020; Dietrich et al., 2017; Ali et al., 2020)
- La lectura subyacente del mordiente de andesita rico en potasio (K) (Carlotto et al., 2011), como ya se argumentó en la sección 5.1.2.
- También podría estar influida por contaminantes de elementos químicos no diagnósticos (Michelaki & Hancock, 2011).
- Asimismo, por algunas lecturas cercanas a delineaciones negras, elevando el hierro (Fe) y manganeso (Mn) en el pigmento blanco Inca (ver ítem 5.1.2.).

Estas menciones podrían introducir varianza adicional, no estrictamente atribuible al pigmento blanco.

En el *biplot* (Figura 21, p. 99), el Componente 1 tiene mayor contribución de niobio (Nb), circonio (Zr), arsénico (As), estroncio (Sr) y calcio (Ca). La contribución del calcio (Ca) es coherente con el uso de yeso, calcita e hidroxiapatita como bases del pigmento. El Componente 2, está influenciado por hierro (Fe), titanio (Ti), fósforo (P) y potasio (K); lo que sugiere variaciones en óxidos de hierro (coherente con las lecturas próximas a delineaciones de pigmento negro en el caso Inca).

En efecto, la elipse del estilo Inca tiene una tendencia hacia el cuadrante superior izquierdo (Componente 2 positivo) por las muestras I6-B, I8-B e I9-B influenciadas por las variables de hierro (Fe) y manganeso (Mn), que son propios del pigmento negro. Entonces, estos elementos no proceden del pigmento blanco, sino que derivan del contacto con delineaciones negras durante la lectura por Fluorescencia de Rayos X portátil (Apéndice D.3.).

A pesar de estos sesgos, el Análisis de Componentes Principales muestra un traslape parcial entre los estilos cerámicos. La contribución del calcio (Ca), refuerza la hipótesis de recetas basadas en yeso, calcita e hidroxiapatita. Estos resultados son consistentes con el uso de recursos de disponibilidad local. Además de, la existencia de recursos compartidos y convergencias tecnológicas entre estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca del sitio arqueológico Choquepukio.

5.2.3. Agrupación del Pigmento Negro.

Los tres primeros Componentes explican casi el 55 % del total de la varianza, representando una parte sustancial de la estructura multivariada de los datos. El Componente 1, que concentra el mayor porcentaje de información (26.74 %), refleja la dispersión y con

ello diferencias internas entre los individuos del estilo Killke (Figura 23, p. 102). Este Componente presenta contribución de los elementos rubidio (Rb), circonio (Zr), manganeso (Mn) y niobio (Nb) (Figura 22A, p. 101). Complementariamente, el Componente 2 (15.02 % de la varianza) se asocia a las muestras del estilo Inca. Este Componente presenta mayor contribución de hierro (Fe), calcio (Ca), fósforo (P) y potasio (K) (Figura 22B, p. 101). Entre las variables que mejor representan ambos Componentes principales se reconoce el hierro (Fe) y manganeso (Mn), que como se vio previamente (ítem. 5.1.3.) son responsables del pigmento negro.

Por su parte, la elipse del estilo Lucre presenta menor dispersión y se posiciona en la intersección de las agrupaciones Killke e Inca (Figura 23, p. 102). Lo que indica, primero una receta homogénea del pigmento negro entre las muestras y, segundo, el uso de una receta pigmentaria compartida con los otros dos estilos.

Adicionalmente, el *biplot* evidencia algunas muestras del estilo Killke ubicadas con mayor lejanía al centroide, nuevamente como en la pasta matriz las muestras K8-N, K3-N y K1-N se diferencian del resto, por las variables de manganeso (Mn), titanio (Ti) y vanadio (V). Estas tres muestras podrían contener una receta diferente, por minerales como anatasa o rutilo con presencia de dióxido de titanio (Acevedo et al. 2012; Saball, 2019). En el mismo estilo otra muestra K5-N también se aleja del centroide, y se alinea con las variables fósforo (P) y potasio (K). Sobre la presencia del fósforo (P), se plantean dos alternativas: a) Se emplearon minerales ricos en fósforo (P) en la muestra K5-N para la elaboración del pigmento negro o b) La presencia de fósforo (P) se debe a factores contaminantes. Consideramos plausible lo segundo, ya que en contextos arqueológicos se advierte que el fósforo (P) es el elemento con más implicancias contaminantes en los fragmentos por acumulación de minerales secundarios en los poros, por efecto del uso o del contexto postdeposicional (Cremonte & Bugliani, 2006-2009; Sandoval, 2019).

Se observa también una lectura atípica en el estilo Inca, I7-N_r_2, el cual se aleja de las otras cinco repeticiones de la misma muestra, esto se puede deber a un error analítico y/o "ruido" instrumental del Fluorescencia de Rayos X portátil durante las lecturas.

En conjunto, estos resultados permiten afirmar que existe una estructura compositiva de intersección que responde a dinámicas de interacción tecnológica, empleando minerales ricos en hierro (Fe) y manganeso (Mn) para la elaboración del pigmento negro en los estilos Lucre, Killke, e Inca.

5.2.4. Agrupación del Pigmento Rojo.

El Análisis de Componentes Principales del pigmento rojo en los tres estilos cerámicos revela diferencias y relaciones compositivas. Hasta el Componente 3 se representa en conjunto el 53.22 % de la información total (Tabla 18, p. 104).

En términos compositivos, el Componente 1 está conformado por la contribución de las variables circonio (Zr), niobio (Nb) y hierro (Fe) (Figura 24A, p. 105) y en el Componente 2 por vanadio (V), calcio (Ca) y titanio (Ti) (Figura 24B, p. 105). Estos elementos permiten observar las asociaciones de cada estilo cerámico, entre ellos la presencia dominante del hierro (Fe) reafirma la composición del pigmento rojo y los elementos traza de circonio (Zr), niobio (Nb) y vanadio (V), podrían indicar diferencias en la fuente del mineral utilizado.

El *biplot* (Figura 25, p. 106) al igual que en los otros dos pigmentos evidencia un traslape entre elipses Lucre, Killke e Inca, sin embargo, ciertas muestras de cada estilo presentan particularidades o asociaciones a diferentes variables que provoca un acrecentamiento de cada elipse. Es el caso de la muestra L10-R del estilo Lucre, ubicada en el extremo superior derecho del gráfico, influenciada por la mayor concentración de titanio (Ti), ello puede deberse a la elaboración de una receta diferente para el pigmento rojo. Asimismo,

en el estilo Inca, se identifican las muestras I5-R e I7-R, cuyas lecturas se sitúan en el cuadrante izquierdo del gráfico, separadas del resto del grupo, esta divergencia se explica por los altos valores de hierro (Fe) en ambas muestras, ello refuerza el uso de óxidos de hierro en el pigmento rojo. Otras tres muestras Killke, K4-R, K5-R y K6-R, se alejan del centroide en el gráfico, por su mayor contenido de calcio (Ca), como se discutió en el apartado anterior (ítem 5.1.4.) se debe a la lectura subyacente del engobe blanco tras la erosión del pigmento rojo.

En conjunto, estos resultados permiten confirmar la prevalencia del hierro (Fe) como componente base del pigmento rojo en los tres estilos cerámicos, lo que coincide con lo señalado en la literatura sobre el uso de hematita como pigmento predominante (De La Fuente et al., 2005; Del Solar Velarde et al., 2019; Ali et al., 2020). Sin embargo, el análisis multivariado también revela diferencias en la presencia de otros elementos como el titanio (Ti) que podría estar vinculado a variaciones tecnológicas o condiciones de cocción. Además, existen sesgos por la presencia del engobe blanco en los valores registrados por Fluorescencia de Rayos X portátil en las muestras Killke.

5.3. Similitudes y Diferencias en la Composición Química de la Pasta Matriz y los Pigmentos de los Estilos Cerámicos Lucre, Killke e Inca.

En el Análisis de Clúster Jerárquico no se introdujo información previa sobre los estilos cerámicos como criterio de agrupamiento, como se hizo en el Análisis de Componentes Principales. Es decir, el agrupamiento se generó únicamente a partir de la composición química de las muestras, sin condicionamiento estilístico. Esto permitió observar con mayor objetividad si las muestras son diferentes o idénticas composicionalmente, de esta manera se examina las relaciones tecnológicas o el uso compartido de materias primas.

Metodológicamente (ver apartado 3.6.1), se trabajó con valores promedio de las seis lecturas por muestra, y se retiraron del análisis los elementos químicos considerados no diagnósticos (aquellos con un coeficiente de variación mayor al 5%), a fin de optimizar la detección de patrones significativos. Esta decisión se sustenta por lo descrito en Baxter y Jackson (2001), Baxter y Freestone (2006), Michelaki y Hancock (2011) y Salinas (2017), donde se advierte que la inclusión de demasiadas variables, que además contengan altos valores de dispersión, puede oscurecer la percepción de patrones reales. Con ello, en los gráficos de Análisis de Clúster jerárquico sobre Componentes principales, se vio que el porcentaje de varianza explicada aumentó, mejorando la representación de la información retenida.

En efecto, los resultados del Análisis de Clúster Jerárquico permitieron delimitar mejor las agrupaciones entre las muestras, aclarando patrones que en el Análisis de Componentes Principales se deducían preliminarmente. Se identificaron que las muestras K1, K3 y K8 del estilo Killke composicionalmente son diferentes en la pasta matriz y en el pigmento negro, en el pigmento blanco la muestra K9 se diferencia del resto y en el pigmento rojo la muestra L10 del estilo Lucre contiene una receta diferente. Cada observación será desarrollada en los siguientes apartados.

Aun con estas disparidades, los resultados ratifican la existencia de similitudes en la composición química de la pasta matriz y pigmentos entre los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca.

5.3.1. Similitud Composicional de la Pasta Matriz.

Se evidencia una notable agrupación entre la mayoría de las muestras de los estilos cerámicos Lucre, Inca y en parte de las muestras Killke. La interpolación composicional se debe al uso compartido de fuentes de materia prima. Esta receta compartida para la

elaboración de cerámica en el Periodo Intermedio Tardío y Horizonte Tardío puede explicarse por la proximidad geográfica del sitio arqueológico Choquepukio a canteras de andesita y depósitos arcillosos circundantes. El registro geológico de Carlotto et. al (2011), documenta yacimientos de arcilla en la zona de Huayllarpampa (en el mismo distrito de Lucre) y en Oropesa (en la margen derecha del río Huatanay frente a la población), lo que sustentaría la producción de cerámica local a gran escala durante el Horizonte Tardío (Gibaja, 1995; 1996; 1998; 1999). Sin embargo, aun con la cercanía de yacimientos de arcillas, pudo haber un traslado de materia prima de mayor distancia. Bauer (2002) citando a Rowe, propone que el centro de producción más probable de cerámica Inca tuvo lugar entre los distritos de San Sebastián y San Jerónimo, en las zonas contiguas de Larapa y Sanyo, en la cuenca del Cusco, donde aún en la actualidad, se explotan depósitos de arcilla con características óptimas para la alfarería.

Al margen de una posible cantera de extracción cuya verificación requeriría estudios complementarios de la arqueología experimental. Las similitudes químicas composicionales de pasta matriz entre estilos de los periodos del Periodo Intermedio Tardío al Horizonte Tardío indican un *continuum* de fuentes comunes muy bien conocidas entre los alfareros y, con ello, la circulación de conocimientos para una elección tecnológica similar en la producción de cerámica.

Es pertinente introducir una nota de precaución, dado que los resultados obtenidos permiten esbozar interpretaciones que exceden los objetivos aquí planteados. Por lo tanto, visto de manera sincrónica durante el Periodo Intermedio Tardío, si analizamos esta confluencia en los estilos Lucre y Killke, es posible sostener que no se desarrollaron como contextos sociales aislados ni necesariamente antagónicos, sino escenarios de interacción a recursos compartidos. En contraste Ixer, Lunt, Sillar y Thompson (2014) sostienen que el uso de andesita como mordiente no se registra en la cerámica Killke, considerándolo un rasgo

exclusivo y/o característico de la cerámica Lucre, su análisis se basa en materiales procedentes de Cusichaca (ubicado a 80 km al noroeste de Cusco), sin embargo, los resultados del presente estudio cuestionan este planteamiento.

Ahora bien, habría que observar la disimilitud de las 03 muestras Killke: K1, K3 y K8, que se distinguen de las otras muestras por no presentar andesita como mordiente ni compartir la misma materia prima arcillosa que el resto. Esta diferencia sugiere una receta tecnológica distinta, coherente con lo planteado por Dwyer (1971, p. 39), quien advierte que el estilo Killke presenta una amplia distribución geográfica y variaciones tanto temporales como regionales. No obstante, es relevante señalar que estas piezas diferenciadas provienen de una misma capa estratigráfica que el resto de muestras analizadas, lo que sugiere su co-participación en un mismo contexto o evento de uso.

Contextualizar los fragmentos cerámicos del sitio arqueológico Choquepukio resulta clave. El registro arqueológico indica la realización de festines a gran escala en estos espacios. Además, por la monumentalidad del sitio durante el Periodo Intermedio Tardío se asocia a la presencia de una entidad política centralizada (McEwan et al., 2002)

Sin pretender otorgar insignias identitarias o limites estilísticos a las sociedades productoras Lucre y Killke, pareciera que, en la sencilla experiencia de comer y beber con estas vasijas durante el Periodo Intermedio Tardío, hubo confluencias de concepciones, en la que no se establecen fronteras entre el parecerse y el diferenciarse. Así, los datos sugieren una convergencia de elecciones tecnológicas para la elaboración de la pasta matriz.

5.3.2. Similitud Composicional del Pigmento Blanco.

El Análisis de Clúster Jerárquico muestra que, a excepción del fragmento I9-B de estilo Inca, todas las muestras restantes analizadas de los estilos Lucre, Killke e Inca, se asocian debido a su similitud composicional con la receta del pigmento blanco (Figura 28, p.

110). Este patrón ratifica la elaboración de una receta común, y el uso de un mismo mineral o de un conjunto de minerales muy similares como materia prima.

La muestra I9-B del estilo Inca, que conforma el C1 en el Análisis de Clúster jerárquico sobre Componentes principales (Figura 29, p. 111), se aparta del patrón general por una concentración elevada de manganeso (Mn), esto podría deberse a una interferencia composicional del pigmento negro durante la lectura por Fluorescencia de Rayos X portátil, dado que la decoración con pigmento blanco en la muestra, está delimitado por trazos de pigmento negro (Apéndice D.3. - H). Como se ha señalado en apartados anteriores, el manganeso (Mn) no es característico del pigmento blanco, pero sí de los compuestos empleados en pigmentos negros (apartado 5.2.2).

Por otro lado, se destaca que, aunque en la pasta matriz las muestras Killke K1, K3 y K8 se distinguen por no presentar andesita como mordiente ni compartir la misma materia prima arcillosa que el resto de las muestras analizadas, sin embargo, en el pigmento blanco sí presentan una composición similar con el conjunto de las muestras. Este hecho, permite cuestionar la existencia de redes de aprovechamiento de recursos, en este caso para la obtención de los recursos como el yeso o calcita.

Los resultados sugieren que, más allá de las diferencias en las pastas matrices, la composición del pigmento blanco refleja prácticas tecnológicas compartidas entre los alfareros de los estilos Lucre, Killke e Inca en el sitio arqueológico Choquepukio. Esta convergencia en la receta del pigmento blanco entre estilos cerámicos, pero con diferencias en la pasta matriz, subraya la existencia de redes de aprovisionamiento o circulación de los minerales empleados para su elaboración, disponible a lo largo de los periodos del Periodo Intermedio Tardío y Horizonte Tardío en la cuenca de Lucre.

5.3.3. Similitud Composicional del Pigmento Negro.

El Análisis de Clúster Jerárquico reveló la existencia de dos grupos composicionales disimilares en el pigmento negro. El clúster C1 conformado por tres muestras del estilo Killke K1, K3 y K8, se distinguen por estar asociados con las variables de manganeso (Mn) y titanio (Ti) (Figura 31, p. 113). Tal como se ha señalado (apartado 4.2.3), estos elementos están presentes en minerales como anatasa o rutilo, con presencia de dióxido de titanio (Acevedo et al., 2012; Saball, 2019).

Es preciso señalar que, esas mismas tres muestras se diferencian también en la pasta matriz, con respecto al resto de muestras (ver Figura 27, clúster C2, p. 109).

Estas diferencias composicionales indican que en la elaboración cerámica de las muestras K1, K3 y K8 del estilo Killke, no solo se recurrió a una cantera distinta para la obtención de arcilla y mordiente, sino que también se empleó una o varias fuentes minerales diferentes para la preparación del pigmento negro. En este sentido, se genera la hipótesis de que las muestras K1, K3 y K8 no corresponden a una producción local, sino que formaron parte de un traslado de alfarería al sitio arqueológico Choquepukio.

No obstante, como se señaló en el apartado anterior (5.3.2) estas muestras K1, K3 y K8, sí comparten materias primas similares en el pigmento blanco con la mayoría de las piezas analizadas (ver Figura 29, p. 111). Este hallazgo sugiere que, aun cuando dichas piezas pudieron haberse producido en talleres distantes al sitio arqueológico Choquepukio, los alfareros habrían mantenido redes de aprovisionamiento a canteras comunes para la obtención de minerales apropiados en la elaboración del pigmento blanco. En contraste, para el pigmento negro y pasta matriz se habrían empleado recursos procedentes de canteras diferentes, posiblemente en función a la disponibilidad y proximidad de minerales óptimos en cada centro de producción.

Entonces, sobre el pigmento negro se identificó dos grupos composicionales distintos. El C1 lo conforman tres muestras del estilo Killke (K1, K3 y K8), diferenciándose por su asociación al manganeso (Mn) y titanio (Ti), los cuales además presentan una pasta matriz distinta al resto. Esto sugiere que estas piezas fueron elaboradas con arcillas, mordientes y pigmentos negros procedentes de fuentes distintas, posiblemente fuera del sitio arqueológico Choquepukio. Sin embargo, comparten el mismo tipo de mineral(es) para el pigmento blanco con la mayoría de muestras, lo que podría indicar redes de aprovisionamiento para este recurso en canteras comunes, mientras que, para la pasta y el pigmento negro se utilizaron canteras diferentes según la disponibilidad de su centro de producción. Aun con las disparidades composicionales, la presencia de estos tres fragmentos, partes de jarras (K1, K3) y un plato (K8), en Choquepukio, responde a la integración de bienes en un mismo contexto social o festivo junto con vasijas de estilos Lucre e Inca, revelando vínculos de interacción más complejos.

5.3.4. Similitud Composicional del Pigmento Rojo.

El Análisis de Clúster Jerárquico y Análisis de Clúster Jerárquico sobre Componentes principales del pigmento rojo reflejan dos grupos bien diferenciados (Figura 32, p. 114; y Figura 33, p. 115). El clúster C1 está conformado únicamente por la muestra L10 del estilo Lucre. El clúster C2 agrupa al resto de las muestras analizadas, incluyendo muestras de los tres estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca, presentando de esta manera, una composición similar en la “receta” del pigmento rojo.

La muestra L10 se distingue por su asociación a las variables de titanio (Ti) y zinc (Zn), así como por una menor concentración de hierro (Fe) en comparación con la mayoría de las piezas, lo que constituye un patrón atípico, ya que se identificó que el hierro (Fe) es el elemento principal responsable de la coloración roja. Aunque se ha documentado cerámica del estilo Lucre en una amplia zona al sureste de Cusco, posiblemente hasta Raqchi en San

Pedro de Cacha (McEwan et al., 2002) y hacia el noroeste en Cusichaca (Ixer et al., 2014), lo cual permitiría suponer que las concentraciones de titanio (Ti) y zinc (Zn) respondan a un centro de producción y/o fuente mineral distinta. La literatura arqueométrica revisada (Ali et al., 2020; Del Solar Velarde et al., 2019; De La Fuente et al., 2005; Huahuasoncco, 2019; Sepúlveda, 2024), no ha reportado la presencia de estos minerales en la composición química de pigmentos rojos.

En consecuencia, se proponen dos alternativas: Primero, que la presencia de titanio (Ti) y zinc (Zn) derive de un error analítico del equipo de Fluorescencia de Rayos X portátil, posiblemente causado por la curvatura de la pieza y la consecuente generación de "ruido" en la medición (Ghezzi, 2011). Al respecto Rice (1987) indica que la Fluorescencia de Rayos X es extremadamente sensible a la forma de la muestra, sin embargo, en el presente análisis se adoptaron medidas específicas para evitar este efecto, recurriendo al desmontaje del equipo y su adecuación a la forma de las piezas analizadas. Segundo, que se trate de elementos químicos por contaminación postdeposicional, y que han sido reconocidos por el instrumento. Este fenómeno es frecuente en contextos de excavaciones, donde los procesos tafonómicos del suelo alteran la composición química de las muestras (véase Stovel et al., 2013; Ottalagano et al., 2015, Sandoval, 2019), lo cual resulta difícil de evitar, y su corrección depende de la experiencia del investigador y de la aplicación de instrumentos analíticos complementarios.

Por último, los resultados obtenidos mediante Análisis de Clúster Jerárquico muestran que, a excepción de la muestra L10, las demás piezas de los estilos Killke, Lucre e Inca comparten una composición semejante en la receta del pigmento rojo, lo que sugiere la existencia de una transferencia tecnológica en su elaboración y la utilización de las mismas fuentes de aprovisionamiento.

¿Qué más nos dicen los datos? Conviene introducir una nota de precaución, pues los resultados obtenidos conducen a discutir y matizar los diversos planteamientos previos sobre el sitio arqueológico Choquepukio, lo cual trasciende los objetivos planteados. En este sentido, es preciso insistir que el estudio contrasta los hallazgos de Ixer et al. (2014), quienes descartan el uso de mordiente de andesita en cerámica Killke, en este estudio, por el contrario, sí se registra este material en 06 de las 09 muestras analizadas.

De igual modo, se cuestiona lo propuesto por Bauer et al. (2002), que siguiendo los datos etnohistóricos, asevera que el Periodo Intermedio Tardío en los Andes centrosur se conoce como una epoca de gerra regional. El surgimiento de hostilidades se extendería tambien en la región de Lucre luego del abandono de Pikillacta por el colapso del poder Wari. Su propuesta se vincula con el registro del amurallamiento concentrico de Minaspata señalandolo como "sitio fortificado", por el temor que tenian los habitantes al conflicto dentro de la región de Lucre. El dato etnohistórico tambien indica que en la cuenca se asentaron dos grupos etnicos: Pinahua y Muina, al respecto Bauer y Covey (2002) sugieren que en el Horizonte Tardío los Incas mantuvieron una confrontación prolongada con estos grupos en la época de la expansión estatal. Entonces asocian a Choquepukio como el pueblo principal de los Pinahua y a Minaspata el centro de los Muina (ver tambien Kendall, 1984; Zuidema 1989) los cuales, como dijimos, se encontraban en conflicto.

Un estudio bioarqueologico en Choquepukio, registró un total 176 entierros recuperados durante las excavaciones realizadas entre 1994 – 2004. El perfil demográfico incluye todas las edades y ambos sexos (masculino y femenino). Los resultados del estudio de la muestra indica un aumento de enfermedades articulares espinales y apendiculares desde la epoca preinca hasta la incaica aproximadamente del orden del 17% a 40%. Según los investigadores esta incidencia estaría asociado a las arduas actividades físicas para cumplir con las obligaciones agricolas o constructivas del estado Inca (Andrushko et al., 2006).

Entonces, el analisis ostelógico disponible a la fecha, no muestra indicadores de violencia en la población de Choquepukio, derivados de conflictos u hostilidades permanentes entre los grupos etnicos durante el Periodo Intemedio Tardío, o confrontaciones por la expansión estatal en el Horizonte Tardío. Más bien, habria que considerar la presencia de entidades políticas de manera continua desde el Periodo Intermedio Tardío, cuya influencia sobre la población se manifiesta como enfermedades articulares asociado a trabajos prolongados (Tovar, comunicación personal, 2025) . En este sentido, habría una discordancia con las fuentes etnohistoricas con las que Bauer et al. (2002) y Bauer y Covey (2002) sustentan su estudio.

Otro hallazgo en Choquepukio, que se contrapone al discurso de la existencia de conflictos en la cuenca, se evidencia en un analisis de isótopos de estroncio (87Sr/86Sr) en esmalte dental humano, para examinar patrones de migración. Los resultados indican que los individuos muestreados del Periodo Intemedio Tardío se encuentran dentro del rango local, es decir, que no hubo migrantes en estos grupos. En cambio, durante el Horizonte Tardío existe evidencia de migración hacia Choquepukio, que incluye un porcentaje mayor de mujeres foráneas. Se sugiere que las mujeres fueron reubicadas con fines matrimoniales o por categorias laborales como mamaconas o acllas (Andrushko et al., 2009).

En conjunto, las evidencias no sustentan una anexión violenta ni la incorporación forzada de poblaciones externas. Por el contrario, se observa una importancia continua del sitio: el carácter sacro desde el Periodo Intermedio Temprano hasta el Horizonte Tardío (Gibaja, 1998), posiblemente por su asociación a aguas subterráneas y la proximidad a un *tinkuy* de los ríos Huatanay y Vilcanota (McEwan et al., 2005); la configuración *sui generis* de la arquitectura monumental del S.A es similar a la de la cancha inca, común en la ciudad del Cusco, asi tambien como los grupos-patio observados previmente en el Horizonte medio en Pikillacta (McEwan et al., 2005); además en Choquepukio se observa el uso de andesita en

sus construcciones (aunque con acabado burdo), mientras que en el Horizonte Tardío la andesita adquirió un valor simbólico como manifestación del poder político inca (Ixer et al., 2014).

Ahora bien, los resultados de nuestro analisis corroboran hallazgos de continuidad: el flujo de tecnologías y materias primas de pastas y pigmentos entre alfareros para la producción de cerámica en fases estilisticas del Periodo Intemedio Tardío y Horizonte Tardío (Lucre, Killke e Inca), reflejando una tradición de recetas, fuentes de materias primas y tecnicas que perduraron durante siglos.

Finalmente, estos elementos invitan a reconsiderar las narrativas cronísticas que presentan a los incas como un grupo extranjero que incorporó el valle de Lucre. Más bien, la evidencia sugiere un proceso de integración, donde Choquepukio mantuvo un papel activo. Aunque el sitio arqueológico aún no ocupa un lugar central en la narrativa oficial, su ocupación continua, arquitectura ritual y materiales arqueológicos permiten proponer que su relevancia pudo haber sido mayor de lo que hasta ahora se ha reconocido.

6. Conclusiones

Como preludio a la presentación de las conclusiones es pertinente indicar que, el estudio analizó, mediante Fluorescencia de Rayos X portátil, la fracción química de los pigmentos blanco, negro y rojo en motivos decorativos, y complementariamente la pasta matriz, en fragmentos de cerámica Lucre, Killke e Inca del sitio arqueológico Choquepukio. Las 30 muestras proceden de la Capa estratigráfica II de las unidades 7, 36 y 32, recuperadas durante la Temporada 2002–2003. Como resultado de la ejecución del presente estudio y las hipótesis planteadas, se derivan las siguientes conclusiones:

Conclusión general: En correspondencia con la hipótesis general planteada, los resultados obtenidos permiten confirmar que la aplicación de la Fluorescencia de Rayos X

portátil permitió revelar los elementos químicos presentes tanto en la pasta matriz como en los pigmentos. La caracterización de muestras de cerámica de los estilos Lucre, Killke e Inca, mostró similitudes químicas composicionales en la pasta matriz y en los pigmentos. Indicando continuidad tecnológica, fuentes comunes de materias primas y persistencia de recetas similares entre estilos. Bajo la perspectiva de la tecnología cerámica, estos resultados reflejan elecciones técnicas y tradiciones transmitidas a lo largo del tiempo, entre los periodos Intermedio Tardío al Horizonte Tardío, coherentes con procesos de circulación de conocimientos y prácticas alfareras compartidas en el ámbito del sitio arqueológico Choquepukio.

(i) **Conclusión específica 1**: En correspondencia con la primera hipótesis específica, los resultados obtenidos permiten confirmar que los elementos químicos identificados presentan concentraciones diferenciadas entre las muestras, asociado a las materias primas empleadas en cada estilo cerámico. Los elementos químicos identificados mediante Fluorescencia de rayos X portátil, en la pasta matriz de las muestras de cerámica Lucre, Killke e Inca, comparten un conjunto estable de elementos mayoritarios: silicio (Si), aluminio (Al), hierro (Fe), potasio (K) y calcio (Ca). Elementos intermedios: titanio (Ti), fosforo (P), manganeso (Mn) y estroncio (Sr), y elementos traza: circonio (Zr), zinc (Zn), rubidio (Rb) itrio (Y) y niobio (Nb). Estos elementos químicos se relacionan con la arcilla utilizada y andesita como mordiente, excepto en tres fragmentos Killke (K1, K3 y K8), que mostraron mayor concentración de calcio (Ca).

   En cuanto a los pigmentos, el pigmento blanco mostró como elementos mayoritarios calcio (Ca), hierro (Fe), potasio (K) y fósforo (P) en los tres estilos Lucre, Killke e Inca, solo el azufre (S) en el estilo Killke presentó esta categoría, mientras que en Lucre e Inca se clasificó como elemento intermedio. En los tres estilos el titanio (Ti), manganeso (Mn) y estroncio (Sr), son elementos intermedios y el circonio (Zr), zinc (Zn), rubidio

(Rb), vanadio (V), plomo (Pb), arsénico (As) y niobio (Nb) son elementos traza. El calcio (Ca) fue el componente predominante, lo que sugiere el uso de calcita ($CaCO_3$), yeso ($CaSO_4.2H_2O$) o hidroxiapatita ($Ca_5(PO_4)3(OH)$) (osamenta calcinada) como materia prima.

Por otro parte, el pigmento negro en las muestras de los tres estilos Lucre, Killke e Inca presentó hierro (Fe), potasio (K), calcio (Ca), fósforo (P) y azufre (S) como elementos mayoritarios, salvo en el estilo Lucre, donde el azufre (S) se ubicó en el rango intermedio. Los elementos intermedios fueron manganeso (Mn), titanio (Ti) y estroncio (Sr). Los elementos traza circonio (Zr), zinc (Zn), vanadio (V), rubidio (Rb), plomo (Pb), arsénico (As) y niobio (Nb). La presencia conjunta de hierro (Fe) y manganeso (Mn) sugiere un origen mineral, probablemente hematita (Fe_2O_3), pirolusita (MnO_2) o goethita (α-FeO(OH)), aunque se requiere Difracción de rayos X para una confirmación mineralógica. En el estilo Killke se registró una concentración elevada de titanio (Ti), atribuida a las muestras K1, K3 y K8, posiblemente vinculada a dióxido de titanio presente en minerales como anatasa (TiO_2) o rutilo (TiO_2).

Respecto al pigmento rojo, el hierro (Fe), potasio (K), calcio (Ca) y fósforo (P) se identificaron como elementos mayoritarios en los tres estilos, y azufre (S) mayoritario únicamente en las muestras Killke. Los elementos intermedios corresponden a azufre (S), titanio (Ti), manganeso (Mn) y estroncio (Sr), mientras que la posición de elementos traza lo ocupa zirconio (Zr), zinc (Zn), rubidio (Rb), vanadio (V), arsénico (As), plomo (Pb) y niobio (Nb). El hierro (Fe) se identificó como responsable de la coloración roja, probablemente derivado de hematita (Fe_2O_3), sin indicios de mercurio (Hg) asociado a cinabrio (HgS).

(ii) **Conclusión específica 2:** En relación con la segunda hipótesis específica, los resultados obtenidos no permiten confirmar el planteamiento propuesto, debido a que el Análisis de Componentes Principales evidenció un traslape entre las elipses de los estilos Lucre, Killke e Inca tanto en la pasta matriz como en los pigmentos blanco, negro y rojo. Sin embargo, cada estilo cerámico mantiene asociaciones propias con determinados elementos químicos.

En la pasta matriz, el traslape de elipses se observa para las muestras Lucre, Killke e Inca que presentan andesita como mordiente, y por tanto el uso de arcilla de una misma fuente, con mayor homogeneidad en Lucre e Inca, y mayor dispersión en Killke, por las muestras K1, K3 y K8, cuyos valores elevados de calcio (Ca) y bajos de potasio (K) indican una procedencia diferente.

En los gráficos el pigmento blanco y rojo, mantienen un traslape parcial entre elipses de los tres estilos cerámicos, que responde a un mineral o minerales comunes (composicionalmente idénticos) utilizados para la elaboración de los pigmentos.

En el pigmento negro, aunque las elipses de los tres estilos cerámicos se mantienen intersectadas, las muestras Killke K8-N, K3-N y K1-N se diferencian por mayor concentración de manganeso (Mn), titanio (Ti) y vanadio (V), ratificando que se emplearon minerales diferentes en la preparación del pigmento negro, probablemente anatasa (TiO_2) o rutilo (TiO_2).

(iii) **Conclusión específica 3**: En correspondencia con la tercera hipótesis específica, los resultados obtenidos permiten confirmar que el Análisis de Clúster Jerárquico evidenció similitudes y diferencias composicionales particulares entre las muestras de los tres estilos cerámicos. El Análisis de Clúster Jerárquico identificó dos agrupaciones composicionales (C1y C2) en la pasta matriz y pigmentos de los estilos Lucre, Killke e

Inca. Además, permitió aclarar patrones que a partir del Análisis de Componentes Principales se deducían preliminarmente.

En la pasta matriz, el clúster C1 estuvo conformado por las muestras Killke sin andesita como mordiente (K1, K3 y K8), mientras que el clúster C2 agrupó las muestras con andesita de los tres estilos, asociadas a la Formación Rumicolca y depósitos arcillosos comunes.

En el pigmento blanco, el clúster C1 integró únicamente la muestra I9-B (Inca), asociado al manganeso (Mn) por interferencia del pigmento negro. El clúster C2 que agrupa el resto de las muestras Lucre, Killke e Inca, confirma una receta común y el uso de un mismo mineral o un conjunto muy similar de minerales. Las muestras Killke K1, K3 y K8, pese a diferir en la pasta matriz, comparten similitud con la mayoría de las muestras, permitiendo inferir posibles redes de aprovisionamiento para la obtención de yeso y calcita.

En el pigmento negro, el clúster C1, agrupa nuevamente las muestras Killke disímiles en la pasta matriz: K1-N, K3-N y K8-N. En este sentido, estas muestras se elaboraron con arcillas, mordientes y pigmentos negros procedentes de fuentes distintas, quizás según la disponibilidad de su centro de producción, probablemente externas a Choquepukio. En la agrupación del clúster C2, reúne al resto de muestras con composición química similar.

En el pigmento rojo, el clúster C1 estuvo representado por la muestra L10 (Lucre), con alto contenido de titanio (Ti) y zinc (Zn) y bajo hierro (Fe), posiblemente por contaminación postdeposicional; el clúster C2 agrupó el resto de las muestras de los tres estilos cerámicos, evidenciando una receta común en la elaboración del pigmento rojo entre los alfareros Lucre, Killke e Inca.

7. Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos, se plantean las siguientes recomendaciones para futuras investigaciones sobre la pasta matriz y los pigmentos cerámicos:

- Se recomienda aplicar técnicas analíticas complementarias como Difracción de Rayos X (DRX) o Microscopía Electrónica de Barrido con Espectroscopia de Energía Dispersiva (SEM-EDS), entre otras. Lo cual, permita correlacionar los datos composicionales y, a su vez, facilitar la identificación de componentes orgánicos, tales como huesos calcinados o valvas pulverizadas, particularmente en el caso del pigmento blanco.
- Se recomienda ampliar el número de muestras de los estilos Killke, Lucre, e Inca para confirmar o refutar los resultados alcanzados en el estudio.
- Se sugiere la inclusión de estudios etnográficos que aporten información sobre el manejo y los modos de producción de pigmentos en la alfareria tradicional contemporanea, lo que contribuiría a una comprensión más amplia de las prácticas tecnológicas involucradas.

Bibliografía

Acevedo, V. J., López, M. A., Freire, E., Halac, E. B., Polla, G., & Reinoso, M. (2012). Estudio de pigmentos en alfarería estilo negro sobre rojo de Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino, 17(2),* 39-51.

Adams, W. Y., & Adams, E. W. (1991). *Archaeological typology and practical reality: A dialectical approach to artifact classification and sorting.* Cambridge: Cambridge University Press: 427.

Aitken, M. J. (1961). *Physics and Archaeology.* New York: Interscience.

Alcina, J. A., Rivera, M., Galván, J., García, C., Martínez-Caviro, B., Ramos, L. J. & Varela, T. (1976). *Arqueología de Chinchero: cerámica y otros materiales. Vol. 3.* Ministerio de Asuntos Exteriores, Madrid: Memorias de la Misión Científica Española en Hispanoamérica.

Ali, S., Pérez, M., Bozzano, P., & Dominguez, S. (2020). Pigmentos en la cerámica del humedal del Paraná inferior: Análisis Físico-Químico MEB-EDX. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino,* Vol. 25, Nº 1, 2020, pp. 171-182.

Andrushko, V. A., Torres, E. C., & Bellifemine, V. (2006). The burials at Sacsahuaman and Chokepukio: a bioarchaeological case study of imperialism from the capital of the Inca Empire. *Ñawpa Pacha 28*, 63-92.

Andrushko, V. A., Buzon, M. R., Simonetti, A., & Creaser, R. A. (2009). Strontium isotope evidence for prehistoric migration at Chokepukio, Valley of Cuzco, Peru. *Latin American Antiquity, 20(1),* 57-75.

Avendaño, S., Ortiz de Orue, J., Quinaya, L., Cruz, J. A. & Trujillo, P. (2015). *Informe final procedencia de materia prima de los fragmentos de cerámica diagnósticos del sector de Muyukmarka - Saqsayhuamán.* Cusco, Perú: Gabinete de Investigación y Conservación Preventiva de Bienes Arqueológicos Muebles Ceramoteca.

Bauer, B. S., & Stanish, C. (1990). *Killke and Killke-related pottery from Cuzco, Peru, in the Field Museum of natural history.* Chicago: Field Museum of Natural History.

Bauer, B. S. (1996). *The development of the Inca state.* Austin: University of Texas Press.

Bauer, B. S. (1999). *The early ceramics of the Inca heartland.* Chicago: Field Museum of Natural History.

Bauer, B. S. (2002). *Las antiguas tradiciones alfareras de la región del Cuzco.* Cuzco, Perú: Editorial Centro Bartolomé de Las Casas.

Bauer, B. S, & Covey A. (2002). Processes of State Formation in the Inca Heartland (Cuzco, Peru). *American Anthropologist 104(3)*, 846–864.

Bauer, B. S., Silva, M. A., & Hardy, T. J. (2022). The Settlement History of the Lucre Basin (Cusco, Peru). *Andean Past: Vol. 13*, Article 11.

Baxter, M. J. (1994). *Exploratory Multivariate Analysis in Archaeology.* Edinburgh: Edinburgh University Press.

Baxter, M. J., & Jackson, C. M. (2001). Variable selection in artefact compositional studies. *Archaeometry, 43(2)*, 253-268.

Baxter, M. J., & Freestone, I. C. (2006). Log-ratio compositional data analysis in archaeometry. *Archaeometry, 48(3)*, 511-531.

Baxter, M. J. (2014). *Multivariate analysis of archaeometric data-lecture notes.*

Bingham, H. (1915). Types of Machupicchu pottery. *American Anthropologist, 17(2)*, 257-271.

Bishop, R. L., Rands, R. L., & Holley, G. R. (1982). *Ceramic compositional analysis in archaeological perspective.* Academic Press: In Advances in archaeological method and theory (p. 275-330).

Botto, I. L., Barone, V. L., Cremonte, M. B., & Sánchez, M. A. (1998). Estudios arqueométricos de cerámicas provenientes del Noroeste Argentino. *Información tecnológica, 9(6)*, 79-86.

Bolívar, W., Lagos, G., & Gamarra, J. (2021). Análisis multielementales de secciones delgadas e interpretaciones preliminares en fragmentos de cerámica de Markaconga-Acomayo Cusco. *Arqueología y Sociedad N°34*, 95-121.

Boulangger, E., Chong, L., & Sipión C. (2019). Estudio de recursos de rocas y minerales industriales para la inclusión económica social y desarrollo en la región Cusco: sector meridional. *INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica, 62*.

Brouwer, P. (2003). *Theory of XRF: Getting acquainted with the principles.* Países Bajos: PANalytical B.V.

Buxeda i Garrigós, J., Jones, R. E., Kilikoglou, V., Levi, S. T., Maniatis, Y., Mitchell, J., Vagnetti, L, Wardle, K. A., & Andreou, S. (2003). Technology transfer at the periphery of the Mycenaean world: the cases of Mycenaean pottery found in central Macedonia (Greece) and the Plain of Sybaris (Italy). *Archaeometry, 45(2),* 263-284.

Carlotto, V., Cárdenas, J., & Carlier, G. (2011). Geología del Cuadrángulo de Cusco 28-s - 1:50 000 INGEMMET. *Boletín N°138, Serie A.*

Carlson, D. L. (2017). *Quantitative methods in archaeology using R.* Cambridge University Press.

Chapoulie, R., Sepulveda, M., Del-Solar-Velarde, N., & Wright, V. (Eds.) (2022). *Arqueometría: Estudios analíticos de materiales arqueológicos.* Lima: Institut français d'études andines.

Charrad, M., Ghazzali, N., Boiteau, V., & Niknafs, A. (2014). NbClust: an R package for determining the relevant number of clusters in a data set. *ournal of statistical software, 61*, 1-36.

Chatfield, M. (1998). *Ceramics from the Site of Chokepukio, Cuzco, Peru.* Seattle: Paper delivered at the 63rd Annual Meeting of the Society for American Archaeology.

Chatfield, M. (2007). *From Inca to Spanish Colonial: Transitions in Ceramic Technology.* Santa Barbara, CA: Ph.D. Dissertation, University of California, Santa Barbara.

Chatfield, M. (2010). Tracing firing technology through clay properties in Cuzco, Peru. *Journal of Archaeological Science 37*, 727–736.

Chumbe, M. V. (2015). *Estudio petrográfico de rocas sedimentarias.* https://geocatminapp.ingemmet.gob.pe/bdgeocientifica/Modulos/Utils/ResponseMultimedia.ashx?key=389195001&sp=pkg_sistema_litoteca.p_Lista_bd_pdf&ext=.pdf: INGEMMET.

Covey, R. A. (2003). A processual study of Inka state formation. *Journal of Anthropological Archaeology 22(4)*, 333–357.

Cremonte, M. B., & Bugliani, M. F. (2006-2009). Pasta, forma e iconografía. Estrategias para el estudio de la cerámica arqueológica. *Xama, 19(23)*, 239-262.

Cruz, J. A., & Trujillo, R. (2023). *Caracterización de cerámica Lucre del Sitio Arqueologico Choquepujio, Temporadas 2002-2003: forma , decoración y tecnología.* Cusco, Perú: Tesis para obtar el grado de Licenciatura.

De La Fuente, G. A., Kristcautzky, N., Toselli, G., & Riveros, A. (2005). Petrología cerámica comparativa y análisis composicional de las pinturas por MEB-EDS de estilo Aguada Portezuelo (ca. 600-900 DC) en el valle de Catamarca (Noroeste Argentino). *Estudios atacameños, (30)*, 61-78.

De la Fuente, G. A., Kristcautzky, N., & Toselli, G. (2007). Pigmentos, engobes y alfareros: Una aproximación arqueométrica (MEB-EDS) al estudio de pigmentos en cerámicas arqueológicas del Noroeste Argentino: El caso del estilo cerámico “Aguada Portezuelo” del Valle de Catamarca. *Cerámicas arqueológicas. Perspectivas arqueométricas para su análisis e interpretación*, 39-48.

De La Fuente, G. A. & Martínez, J. M. (2008). Estudiando pinturas en cerámicas arqueológicas" Aguada Portezuelo"(ca. 600-900 AD) del Noroeste Argentino: nuevos aportes a través de una aproximación arqueométrica por microespectroscopía de Ramán (MSR). *Intersecciones en antropología, (9)*, 173-186.

Del Solar Velarde, N. (2017). *Introduccion al estudio de proveniencia y tecnologia de pigmentos precolombinos: aportes de la Fluorescencia de rayos X portable in situ en la caracterizacion de pinturas murales del Sitio Arqueologico de San Jose de Moro (La Libertad, Peru).* Tesis de Licenciatura.

Del Solar Velarde, N., Chapoulie, R., & Castillo Butters, L. J. (2019). Análisis químico y mineralógico de pinturas en cerámicas arqueológicas del valle de Jequetepeque y sus implicancias arqueológicas. *Boletín de Arqueología PUCP, (26)*, 33-47.

Dietrich, D., Mehner, T., Del-Solar-Velarde, N., Nickel, D., Lampke, T., Chapoulie, R., & Castillo Butters, L. J. (2017). Archaeometric case studies on decorations of pre-Columbian pottery using X-ray spectroscopy maps and profiles . *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, 48(6)*, 485-494.

Drennan, R. (2009). *Statistics for archaeologists: a commonsense approach.* London - New York: Springer.

Dwyer, E. (1971). *The Early Inca Occupation of the Valley of Cuzco, Peru.* University of California, Berkeley, Berkeley: Ph.D. Dissertation.

Farrington, I. (2013). *Cusco: Urbanism and Archaeology in the Inka World.* New World.: University Press of Florida, Gainesville, FL.

Frère, M. M. (2014). *Tecnología cerámica de los cazadores recolectores pescadores de la microrregión del Río Salado, Provincia de Buenos Aires.* Buenos Aires: Tesis para optar al grado de Doctor en la Facultad de Filosofía y Letras, UBA.

Gajardo, J. (2017). *Variabilidad de la cerámica pintada/engobada El Vergel en el sector septentrional de la Araucanía.* Santiago, Chile: Memoria para optar al título de Arqueóloga.

García, M. (1997). Caracterización arqueométrica de la producción cerámica Numantina. (Doctoral dissertation, Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid).

Ghezzi, I. (2011). El análisis composicional en el estudio de la producción y distribución de la cerámica prehispánica. *Bulletin de l'Institut français d'études andines 40 (1)*.

Gibaja, A. (1983). Arqueología de Choquepujyo. *Arqueología Andina*, 29-43.

Gibaja, A. (1995). *Informe de las excavaciones Arqueológicas realizadas en el sitio de Choquepujio.* Cusco: Temporada 1995.

Gibaja, A. (1996). *Informe de las excavaciones Arqueológicas realizadas en el sitio de Choquepujio.* Cusco: Temporada 1996.

Gibaja, A. (1998). *Excavaciones arqueológicas en Choquepujio.* Cusco: Informe de la temporada 1997.

Gibaja, A. (1999). *Proyecto Choquepujio.* Cusco: Informe de la temporada 1998.

Gonzales, J. V. & Hardy, T. (2016). Colonialismo Wari en el Horizonte Medio: resultados preliminares en el sitio de Minaspata, Lucre, Cusco. *Actas deI l Congreso Nacional de Arqueología, Volumen 2*, 89-97.

Gonzales, J. (1984). La arquitectura y cerámica killke del Cusco. En E. p. Kendall, Current archaeological projects in the central Andes (págs. 189-204). BAR International Series 210. Oxford: British Archaeological Reports.

González, I., Galán, E., & Fabbri, B. (1998). Problemática de las emisiones de flúor, cloro y azufre durante la cocción de materiales de la industria ladrillera. *Boletín de la sociedad Española de cerámica y vidrio, 37 (4)*, 307-313.

Gosselain, O. P. (1998). Social and technical identity in a clay Crystal Ball. En M. Stark, The Archaeology of Social Boundaries (págs. 78-106). Washington: Smithonian Institution Press.

Gosselain, O. P. (1992). Technology and style: Potters and pottery among Bafia of. Man, 27 (3), 559-586.

Gosselain, O. P. (2008). Mother Bella was not a Bella. En M. B. Stark, Cultural transmission and material culture: Breaking down boundaries (págs. 152-161). Tucson: The University of Arizona Press.

Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. (1999). Análisis multivariante de datos. *Ed. Prentice Hall, Londres.*

Hall, M. (2017). X-Ray Fluorescense-Energy Dispersive (ED-XRF) and Wavelength Dispersive (WD-XRF) Spectrometry. En e. p. Hunt, *The Oxford Handbook of Archaeological Ceramic Analysis* (págs. 342-362). Oxford University Press: Oxford.

Hankey, V. (1983). Ceramic tradition in late bronze age Cyprus. Report of the Department of Antiquities, Cyprus, 168-171.

Hardy, T. (2019). *Assembling states: Community formation and the emergence of the Inca Empire.* University of Pennsylvania: Dissertation in Anthropology.

Hench, L. L. (1971). Introduction to the Characterization of Ceramics. En e. b. Gould, Characterization of Ceramics (págs. 1-5).

Hench, L. L., & Gould, R. W. (1971). *Characterization of ceramics.* New York : M. Dekker.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista M. P. (2014). *Metodología de la investigación. Sexta edición.* Journal of Petrology, 369(1): Mcgrawhill.

Hernández, R. & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Ciudad de México: México: Editorial Mc Graw Hill Education.

Huahuasoncco, W. (2019). Caracterización electroquímica de pigmentos en las cerámicas Inca del recinto Qotakalli Cusco-Perú. *Tesis de licenciatura*.

INGEMMET (s.f.). *GeoCatMIN: Visor Geológico del Perú.* https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/.

Ixer, R. A., & Lunt, S. (1991). The petrography of certain pre-Spanish pottery from Peru. *In Recent developments in ceramic petrology*, 137–164.

Ixer, R., Lunt, S., Sillar, B., & Thompson, P. (2014). Microscopic rocks and expansive empires: investigating Inca ceramics from Cuzco, Peru. *Archaeology International, 17*, 122-136.

Johnson, R., Nesbitt, J., Sjödahl, J., Choi, M., & Asencios, B. I. (2025). Ceramic Production and Exchange in the Chavín Heartland: An Archaeometric Study from Canchas Uckro (1100-800 BCE), Ancash, Perú. Archaeological and Anthropological Sciences, 1-22.

Jones, A. (2004). Archaeometry and materiality: materials-based analysis in theory and practice. *Archaeometry, 46(3)*, 327-338.

Kassambara, A., & Mundt, F. (2020). *factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses.* R package version 1.0.7: https://CRAN.R-project.org/package=factoextra.

Kendall, A. (1984). *Archaeological Investigation of Late Intermediate Period and Late horizon Period at Cusichaca.* Oxford: British Archaelogical Reports Internacional Series: Current Archaeological Projects in the Central Andes.

Kendall, A. (1985). *Aspects of Inca Architecture: Description, Function, and Chronology, Parts 1-2.* University of Michigan: Volume 242 of BAR international series.

Kosiba, S. (2019). El valor dentro de la huaca: Construyendo seres sagrados en el mundo inca. En M. Curatola, *Estudios sobre el mundo andino* (págs. 111-124). Lima, Peru: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Kriss, D., Howe, E., Levinson, J., Rizzo, A., Carò, F., & DeLeonardis, L. (2018). A material and technical study of Paracas painted ceramics. *Antiquity, 92(366)*, 1492-1510.

Kuhn, S. L. (1995). Mousterian lithic technology: an ecological perspective. Princeton University Press.

Lantes-Suárez, Ó., Galán, J. F. D., & Martínez, M. P. P. (2016). La alfarería tradicional de Buño. Una aproximación desde la arqueología y la arqueometría. *Gallaecia: revista de arqueoloxía e antigüidade, 35*, 202.

Latorre, J. P. (2013). *Variación de la Composición Florística Arbórea por Factores Edáficos en una hectárea del Bosque Nublado de Qosñipata.* Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software, 25(1)*, 1-18.

Legendre, P & Legendre, L. (1998). *Numerical Ecology.* Holanda: Elsevier Science B.V. Amsterdam. University Press.

Lemonnier, P. (1992). Elements for an Anthropology of Technology. Anthropological Papers, Museum of Anthropology, University of Michigan.: N° 88 Michigan. Ann Arbor.

Leute, U. (1987). *Archaeometry. An Introduction to Physical Methods in Archaeology and the History of Art*. New York: VCH.

Liritzis, I., & Zacharias, N. (2010). Portable XRF of archaeological artifacts: current research, potentials and limitations. En M. (. Shackley, *X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology* (págs. 109-142). Springer, New York, NY.

Liritzis, I., Laskaris, N., Vafiadou, A., Karapanagiotis, I., Volonakis, P., Papageorgopoulou, C., & Bratitsi, M. (2020). Archaeometry: An overview. *Scientific Culture, 6(1)*, 49-98.

Lopera, J., Ramírez, C., Zuluaga, M. & Ortiz, J. (2010). El método analítico como método natural. *Nómadas. Critical Journal of Social and Juridical Sciences, vol. 25, núm. 1*.

López, M. A., De la Fuente, G. A., & Fiore, D. (2012). Arqueometría del arte: estudios fisicoquímicos de pigmentos arqueológicos. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino, 17(2)*, 75-81.

López, A. & Olivera P. (2007). Caracterización de pigmentos aplicados en material arqueológico de la cultura Chincha por fluorescencia de rayos X y microscopia electrónica de transmisión. *Rev Soc Quím Perú*, 3-17.

Luízar, C., Zamalloa M. A., Contreras, K., Salas, H., & Yupaiccana, J. J. (2019). Comparación de la composición elemental de los pigmentos en cerámicas de las Culturas Killke y Lucre usando fluorescencia de rayos X. *IV Encuentro de Científicos Peruanos en Europa - SINAPSIS. Centro de Convenciones "Het Pand". Gante Bélgica, 23 al 25 de octubre*.

Lunt, S. W. (1987). *Inca and pre-Inca pottery: pottery from Cusichaca, Department of Cuzco, Peru (Doctoral dissertation, University of London).*

Martinón-Torres, M., & Killick, D. (2013). Archaeological Theories and Archaeological Sciences. in Andrew Gardner, Mark Lake, and Ulrike Sommer (eds), The Oxford Handbook of Archaeological Theory.

Mason, B., & Moore, C. B. (1985). *Principles of geochemistry.*

McEwan, G. (1984). Investigaciones en la cuenca del Lucre, Cusco. *Gaceta arqueólogica andina, 9(1984),* 12-15.

McEwan, G. (1987). *The Middle Horizon in the Valley of Cuzco, Peru: The Impact of the Wari Occupation of the Lucre Basin.* BAR Publishing.

McEwan, G. (2004). *Informe de las excavaciones arqueológicas realizadas en Choquepujio (Cusco, Perú) Campaña 2003.* Instituto Nacional de Cultura del Cusco.

McEwan, G., Chatfield, M. & Gibaja, A. (2002). The Archaeology of Inca Origins Excavation at Chokepukio, Cuzco, Peru. En *En Andean archaeology I: Variations in sociopolitical organization* (págs. 287-301). Boston, MA: Springer US.

McEwan, G., Gibaja A., & Chatfield M. (2005). Arquitectura monumental en el Cuzco del Periodo Intermedio Tardío: evidencias de continuidades en la reciprocidad ritual y el manejo administrativo entre los horizontes Medio y Tardío. *Boletín de Arqueología PUCP N.° 9*, 257-280.

Meyers, A. (2016). Inca archaeology and the Late Horizon: Some polemic remarks. Tambo. Boletín de Arqueología No. 3, 255–282.

Michelaki, K., & Hancock, R. G. (2011). Chemistry versus data dispersion: Is there a better way to assess and interpret archaeometric data? *Archaeometry, 53(6)*, 1259-1279.

Mitacc, M. (1996). *Tópicos de estadística descriptiva y probabilidad. 1era. Edición.* Lima, Perú: Editorial Thales.

Molina, A., Zapata, E., Salas, A., & Guardado, A. (2012). Método de reconstitución para su uso en espectrometría de Fluorescencia de Rayos X. *Simposio de Metrología (Vol. 8, No. 12)*, 294-301.

Mommsen, H. (2001). Provenance determination of pottery by trace element analysis: Problems, solutions and applications. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 247 (3), 657-662.

Montero, I., García, M., & López-Romero, E. (2007). Arqueometría: cambios y tendencias actuales. *Trabajos de Prehistoria 64(1)*, 23-40.

Neff, H. (2017). *LA-ICP-MS Analysis of Pigments and Slips from Southern Chile.* California State University, Long Beach.: Institute for Integrated Research in Materials, Environments, and Society. (Manuscrito).

Nostrom, R. (2014). *Portable X-ray Fluorescence Analysis of Pottery at the Bayshore Homes Site in Pinellas County.* Florida: Tesis de maestría inédita, Department of Anthropology, University of South.

Olivera, P. (2008). Análisis de pigmentos en cerámicos pre-colombinos por Fluorescencia de Rayos X mediante métodos no destructivos. *Instituto Peruano de Energía Nuclear*, 30-36.

Olivera, P., & Greenwich, R. (2008). Avances en el análisis multielemental de los restos óseos atribuidos al conquistador Don Francisco Pizarro para un estudio de contaminación post-mortem, régimen dietario y paleopatologías, mediante métodos no destructivos de fluorescencia de rayos X. *Informe Cientifico Tecnologico*.

Olivera, P., Vetter, L., & Petrick, S. (2008). Identificación de pigmentos empleados en cerámica Nasca ornamental por difracción y fluorescencia de rayos X. *Informe Científico Tecnológico, 8(1)*, 23-27.

Ottalagano, F. V., Reinoso, M., & Freire, E. (2020). Análisis químico de pinturas en alfarerías de estilo Goya-Malabrigo (nordeste de Argentina). *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino, 25(1)*, 99-113.

Ottalagano, F. V., Domínguez, S. A., & 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.

Palamarczuk, V., & Fernández de Rapp (2011). Nuevos análisis sobre el relleno blanco decorativo de la alfarería Famabalasto Negro Grabado (Períodos Tardío e Incaico, Noroeste argentino). *II Congreso Latinoamericano de Arqueometría*, 125-136.

Palamarczuk, V., Fuertes, M. C., & Huck Iriart, C. (2021). Pigmentos negros en las alfarerías tardías de Yocavil en perspectiva diacrónica, un estudio de su composición mediante DRX. *Poster*.

Palamarczuk, V., Fuertes, M. C., Porto Lopez, J. M., & Tomasini, E. P. (2018). Caracterización de pigmentos mediante técnicas no destructivas en alfarerías San José del valle de yocavil, Noroeste Argentino. *VII Congreso Nacional de Arqueometría*, 372-373.

Ravines, R. (2011). Estilos de cerámica del antiguo Perú. *Boletín de Lima, N°163-166*, 433-564.

Rice, P. M. (1987). *Pottery analysis: a sourcebook.* University of Chicago press.

Rivera, M. (1971). La cerámica Killke y la arqueología del Cuzco. *Revista Española De Antropología Americana, 6*, 85–124.

Rodas, J. P. (2002). *La aplicación del análisis multivariado de datos en arqueología: su uso en la clasificación de cerámica.* (Doctoral dissertation, Universidad del Valle de Guatemala).

Rowe, J. (1944). An introduction to the archaeology of Cuzco. *Papers of the Peabody Museum of American Archeology and Ethnology. Harvard University Vol. 27 N°2.*

Rowe, J. (1956). Archaeology and Explorations in Sourthern Peru: 1954-1955. *American Antiquity*, 135-150.

Ruiz, R. F. (2010). Fluorescencia de Rayos X por Reflexión Toal (TXRF): una gran desconocida. Anales de Química de la RSEQ, 106(1), 5-12.

Ruvalcaba Sil, J. L. (2018). Fluorescencia de rayos X y emisión de rayos X inducida por partículas. En V. Chapoulie, M. Sepúlveda, N. Del-Solar-Velarde & R. Wright (Eds.), *Arqueometría: estudios analíticos de materiales arqueológicos* (p. 61–90). Institut français d'études andines.

Rye, O. (1981). Pottery Technology. Washington, DC: Taraxacum.

Saball, A. P. (2019). *Estudio de las prácticas asociadas a la producción del pigmento negro de la cerámica Aconcagua Salmón. Un acercamiento a la organización socioterritorial en Chile Central durante el periodo intermedio tardío (1.000-1.450 DC).* Santiago de Chile: Tesis para optar al grado de Magíster en Arqueología.

Salinas, L. (2017). *Estudio elemental de material arqueológico de la cultura Omereque aplicando la técnica de fluorescencia de rayos x por energía dispersiva.* La Paz, Bolivia: Tesis de Licenciatura.

Sandoval, J. (2019). *La cerámica como producto de intercambio en los Valles de Tequila durante el Periodo Posclásico (900-1600 d.C).* La Piedra, Michoacán: El Colegio de Michoacán A.C. Centro de Estudios Arqueologicos (CEQ). Tesis para optar el titulo de Maestro en Arqueolgía.

Schwedt, A., Mommsen, H., & Zacharias, N. (2004). Postdepositional elemental alterations in pottery: neutron activation analyses of surface and core samples. *Archaeometry 46,* 85 –101.

Sepúlveda, M. (2024). La ciencia de los pigmentos. En M. &. Sepúlveda, *Pigmentos: más allá del color* (págs. 3-6). Sevilla, España: Universidad Pablo de Olavide.

Shennan, S. (1992). *Arqueología Cuantitativa.* Critica Editorial.

Shennan, S. (1997). *Quantifying archaeology*. University of Iowa Press.

Shepard, A. (1963). *Ceramics for the archaeologist.* Washington, DC: Carnegie Institution of Washington.

Stark, M. (1998). Technical Choices and Social Boundaries in Material Culture Patterning: an introduction. En M. Stark, The Archaeology of Social Bounndaries (págs. 1-11). Washington: Smithonian Institution Press.

Stark, M. (1999). Social dimensions of technical choice in Kalinga ceramic traditions. Material meanings. Critical approaches to the interpretation of material culture, 24-43.

STHDA (s.f.). *HCPC: Hierarchical clustering on principal components - Essentials.* https://www.sthda.com/english/articles/31-principal-component-methods-in-r-practical-guide/117-hcpc-hierarchical-clustering-on-principal-components-essentials/.

Stockton-Juarez, C. A. (2019). *Pots, People, and Pilgrimage: Elemental Analysis of Surface Pigments on Nasca Polychrome Vessels from the Nasca Drainage.* A Thesis Presented to the Faculty of the Graduate School .

Stovel, E., Whitehead, W., Deibel, M., & Uribe, M. (2013). Relaciones cerámicas y sociales entre San Pedro de Atacama y el Loa Superior durante el período Intermedio Tardío a través del análisis de fluorescencia de rayos x portátil. *Estudios Atacameños Arqueología y Antropología Surandinas N°46*, 47-60.

Team, Posit (2025). *RStudio: Integrated Development Environment for R.* Boston, MA: Posit Software, PBC, http://www.posit.co/.

Team, R Core (2023). *R: A Language and Environment for Statistical Computing.* Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, https://www.R-project.org/.

Thompson, R. H. (1958). Modern Yucatecan Maya Pottery Making (Vol. 15). Society for American Archaeology.

Tite, M. S. (1991). Archaeological Science – Past achievements and future prospects. *Archaeometry 33(2)*, 139-151.

Tite, M. S. (1999). Pottery Production, Distribution, and Consumption: The Contribution of the Physical Sciences. *Journal of Archaeological Method and Theory, 6 (3)*, 181-233.

Tite, M. S. (2008). Ceramic production, provenance and use: a review. *Archaeometry 50*, 216–231.

Tsantini, E. (2007). *Estudi de la producción i la distribución d'àmfores ibériques en el nord-est peninsular a través de la seva caracterització arqueomètrica.* (Doctoral dissertation, Tesis Doctoral, Barcelona).

Valcárcel, L. E. (1935). Trabajos arqueológicos en el Departamento del Cusco. *Revista del Museo Nacional Tomo IV Nº 1*, 1-24.

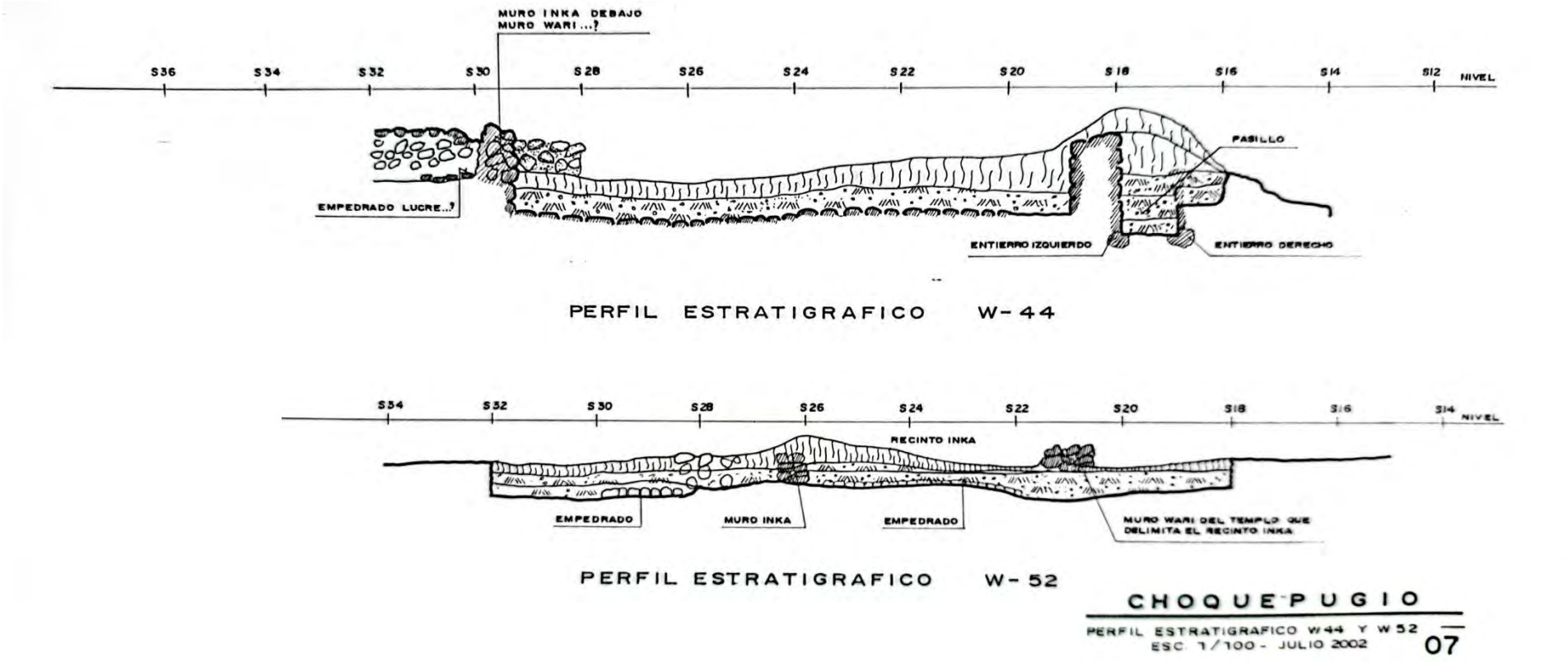
Villacorta, Y. (2021). Cerámica inca cusqueña: variedad en sus formas y diseños. *ARQUEOLOGÍA Y SOCIEDAD Nº 34*, 145-161.

Yamamoto, Y. S., Acosta, C. V., & Valverde, E. Z. (2013). Biografía cultural de la cerámica arqueológica desde la perspectiva de la materialidad: el caso del Valle de Toluca. *In Anales de Antropología (Vol. 47, No. 2, p. 63-90).*

Zuidema, T. (1989). *Reyes y Guerreros: Ensayos de Cultura Andina.* Lima: Ed. P.L. Villanueva S.A.

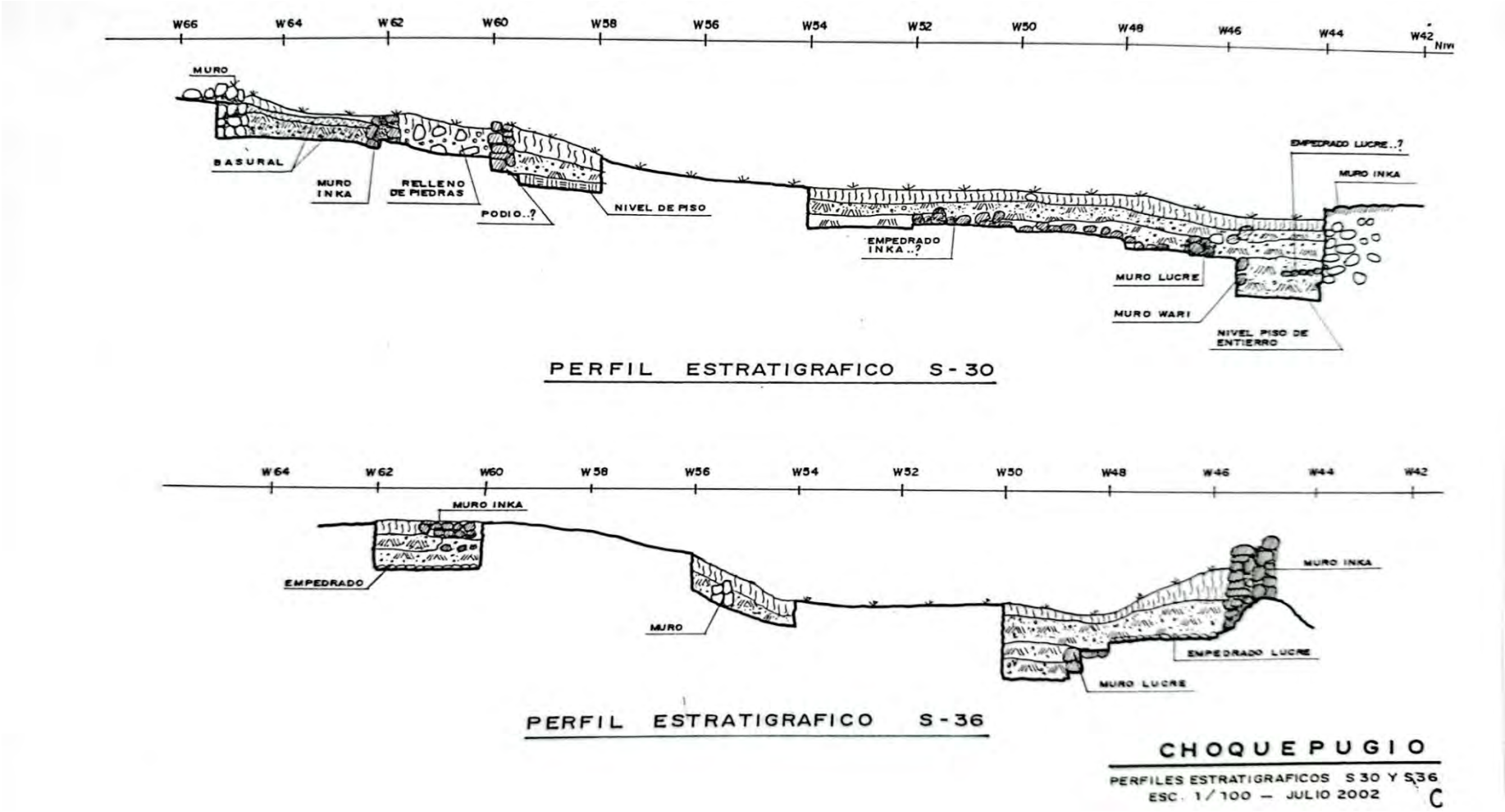
Apéndice A. Referencias Contextuales de las Unidades de Excavación: Temporadas 2002 y 2003

Apéndice A.1. Dibujos estratigráficos correspondientes a las unidades de excavación de la Temporada 2002 utilizados como referencia contextual del merial cerámico analizado



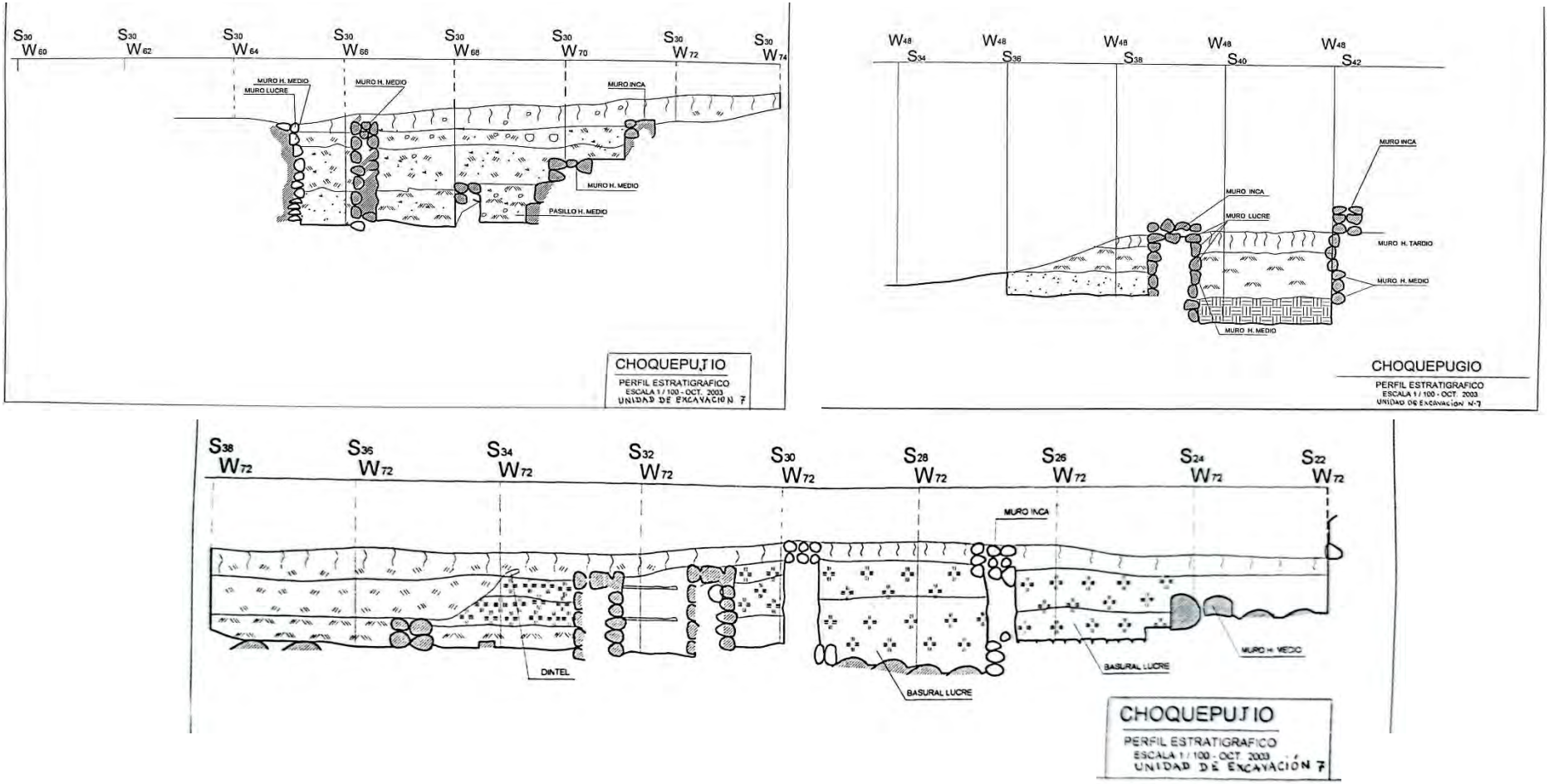
Nota: Los perfiles estratigráficos presentados en el presente apéndice corresponden al informe final de excavaciones de la Temporada 2002 del sitio arqueológico de Choquepukio. Los dibujos anexados se incluyen únicamente como referencia contextual de las unidades de excavación asociadas al material cerámico analizado; no implican una asignación directa de procedencia específica para cada muestra estudiada.

Apéndice A.2. Dibujos estratigráficos correspondientes a las unidades de excavación de la Temporada 2002 utilizados como referencia contextual del material cerámico analizado



Nota: Los perfiles estratigráficos presentados en el presente apéndice corresponden al informe final de excavaciones de la Temporada 2002 del sitio arqueológico de Choquepukio. Los dibujos anexados se incluyen únicamente como referencia contextual de las unidades de excavación asociadas al material cerámico analizado; no implican una asignación directa de procedencia específica para cada muestra estudiada.

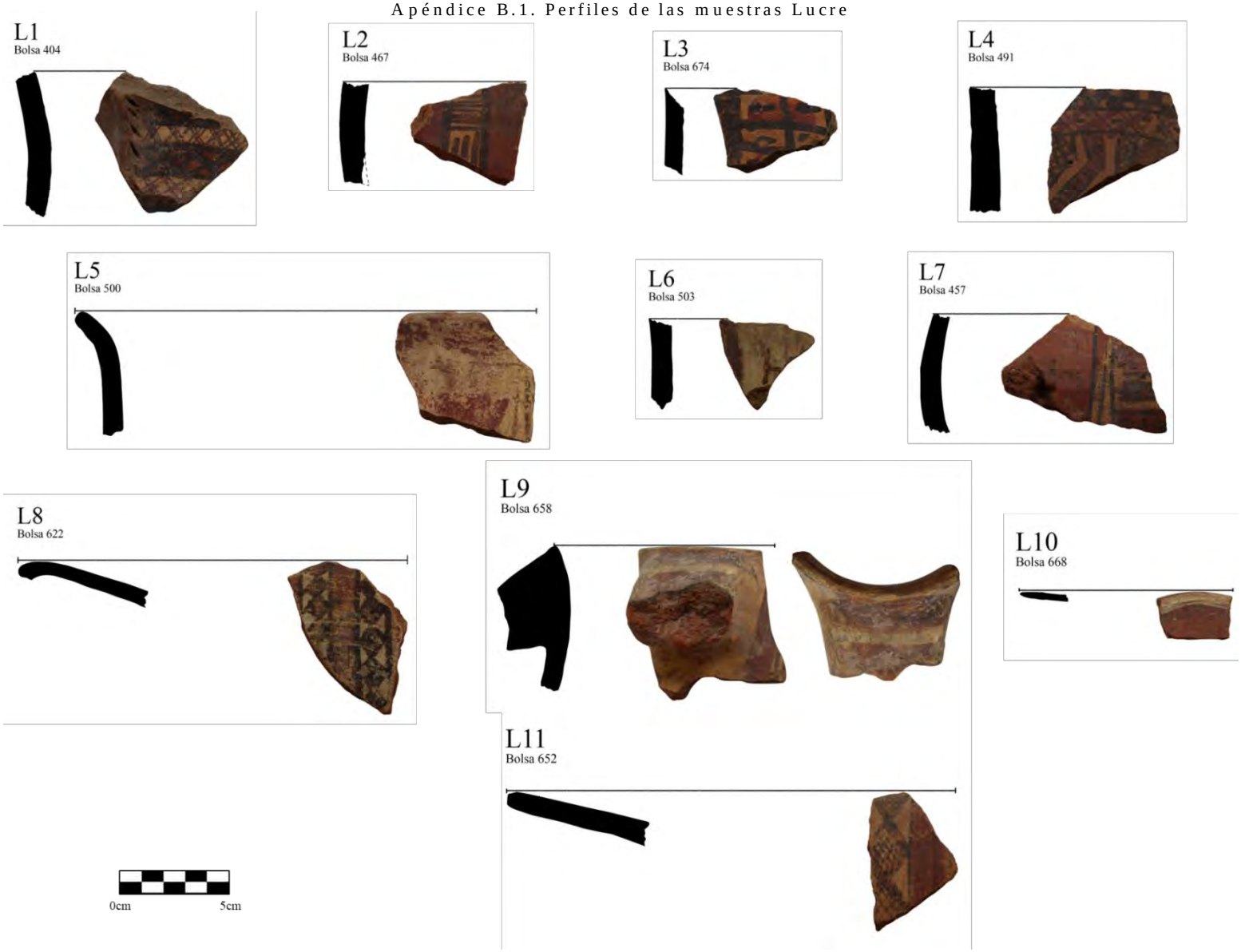
Apéndice A.2. Dibujos estratigráficos correspondientes a las unidades de excavación de la Temporada 2003 utilizados como referencia *contextual del material cerámico analizado*



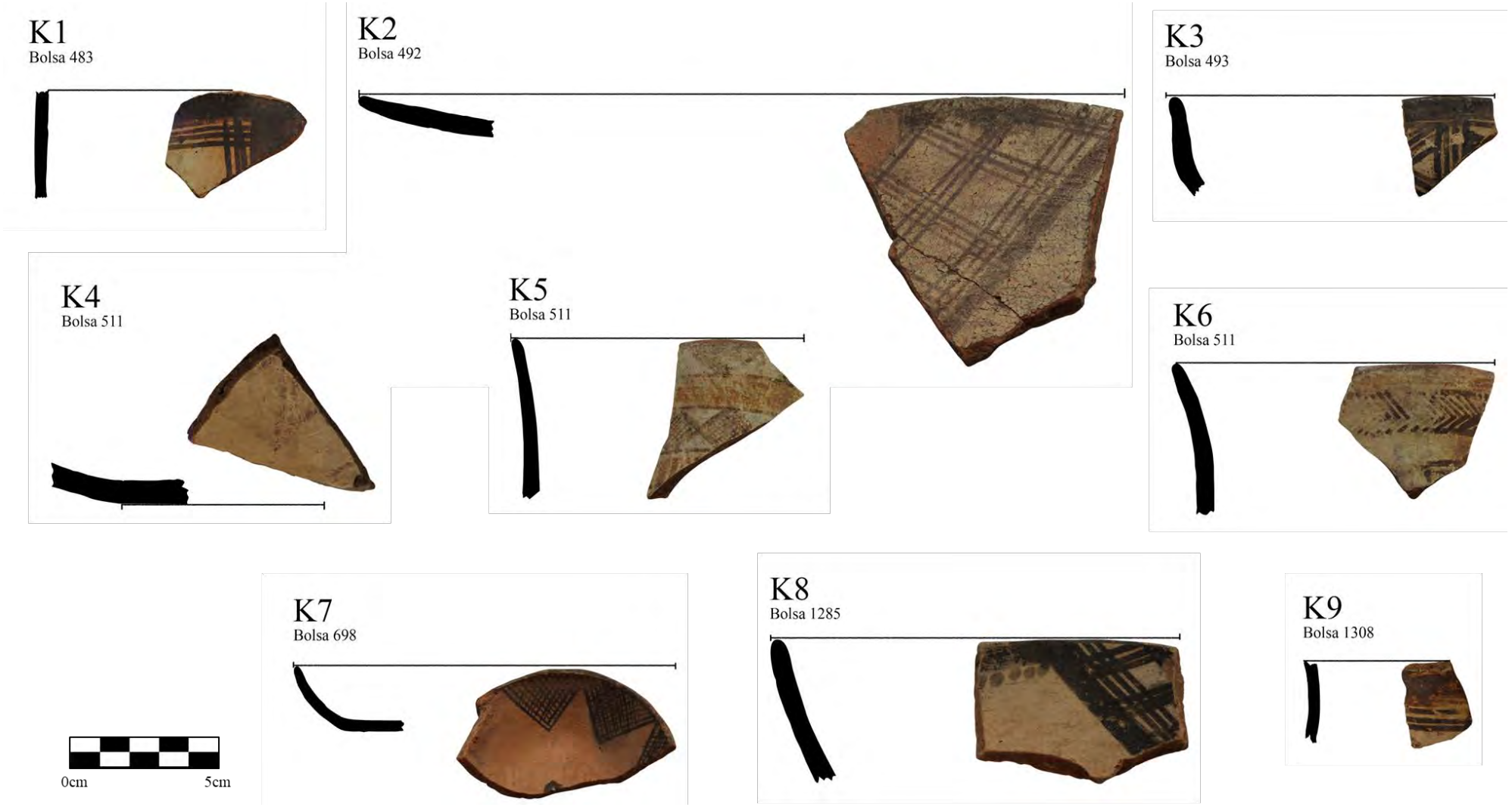
Nota: Los perfiles estratigráficos presentados en el presente apéndice corresponden al informe final de excavaciones de la Temporada 2003 del sitio arqueológico de Choquepukio. Los dibujos anexados se incluyen únicamente como referencia contextual de las unidades de excavación asociadas al material cerámico analizado; no implican una asignación directa de procedencia específica para cada muestra estudiada.

Apéndice B. Perfiles de Fragmentos Analizados

Apéndice B.1. Perfiles de las muestras Lucre



Apéndice B.2. Perfiles de las muestras Killke



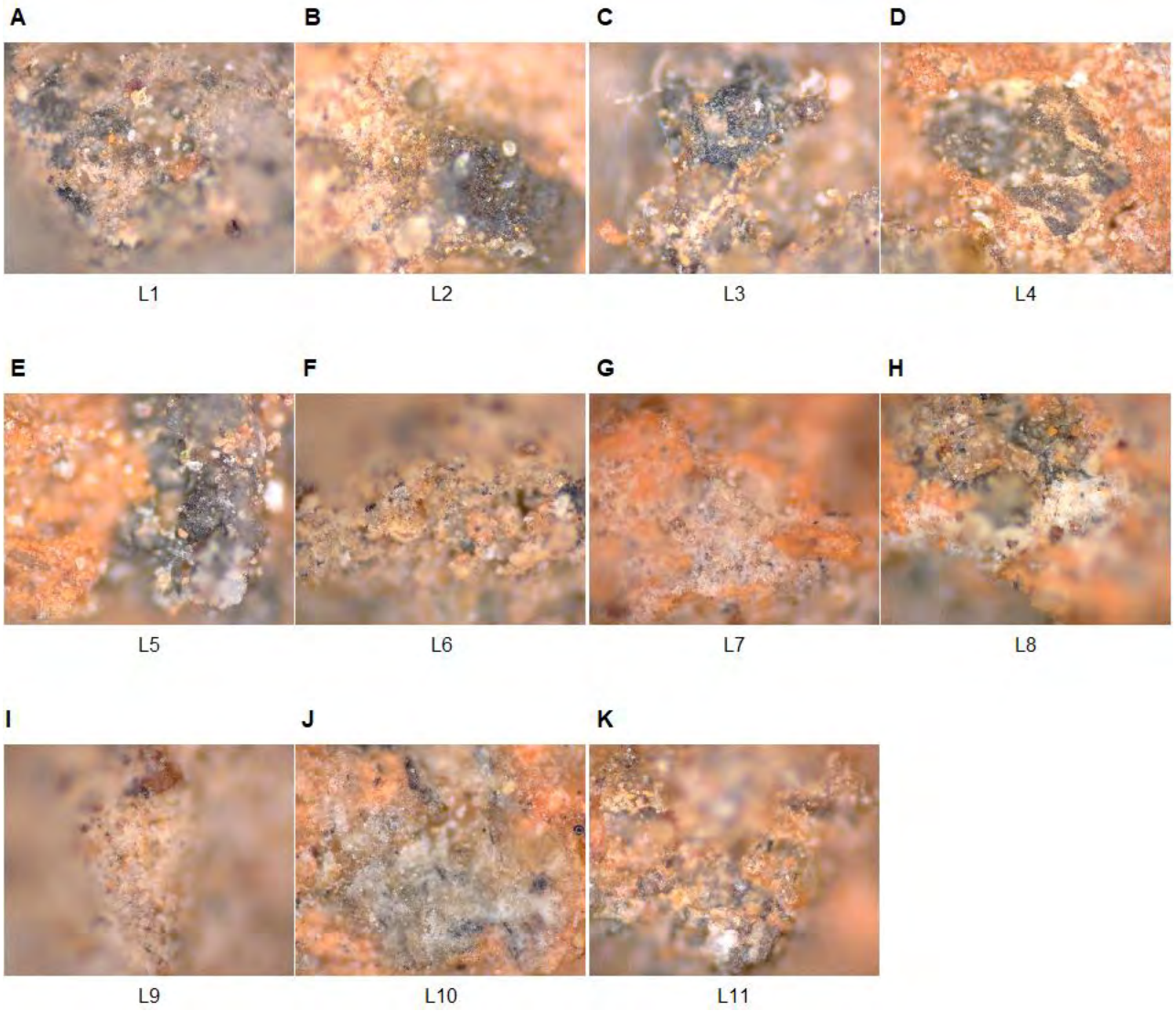
Apéndice B.3. Perfiles de las muestras Inca



Apéndice C. Imágenes Captadas con Microscopio Dino-lite para las Muestras Lucre, Killke e Inca

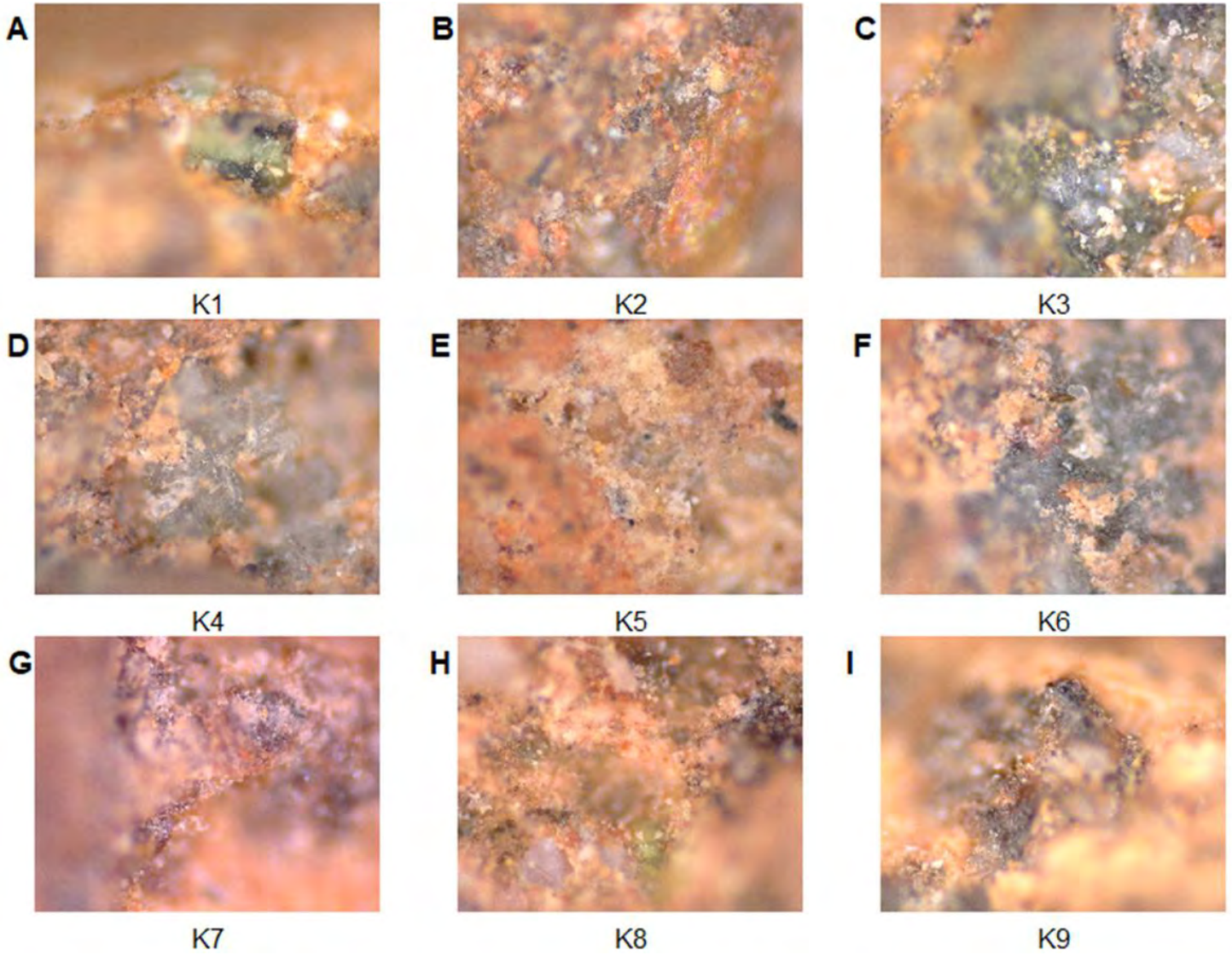
Apéndice C.1.

Imágenes captadas de la pasta matriz para 11 muestras del estilo Lucre, mediante microscopio digital Dino-Lite modelo AM4515T8, utilizando aumentos aproximados entre 700x y 900x.



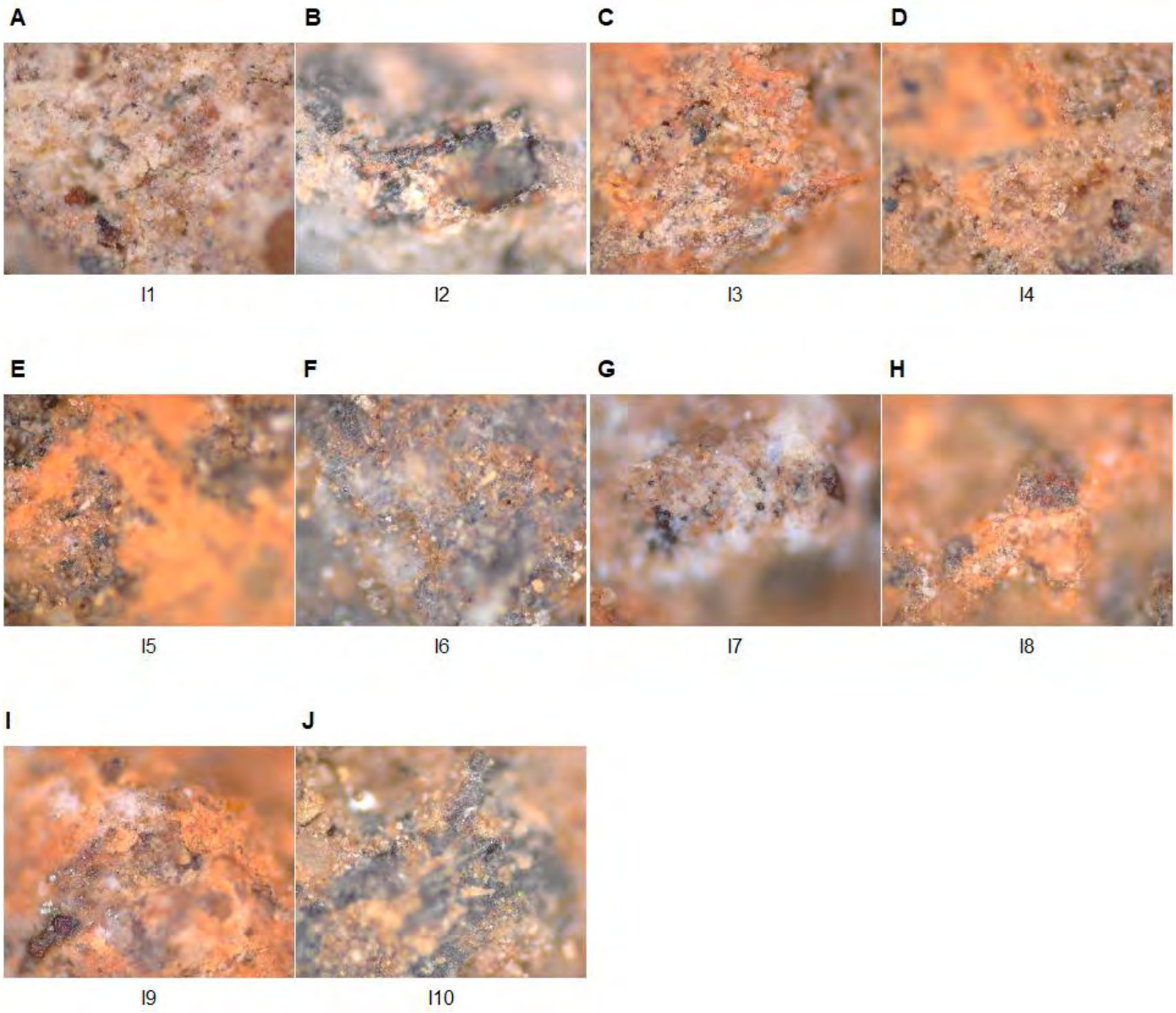
Apéndice C.2.

Imágenes captadas de la pasta matriz para 09 muestras del estilo Killke, mediante microscopio digital Dino-Lite modelo AM4515T8, utilizando aumentos aproximados entre 700x y 900x.



Apéndice C.3.

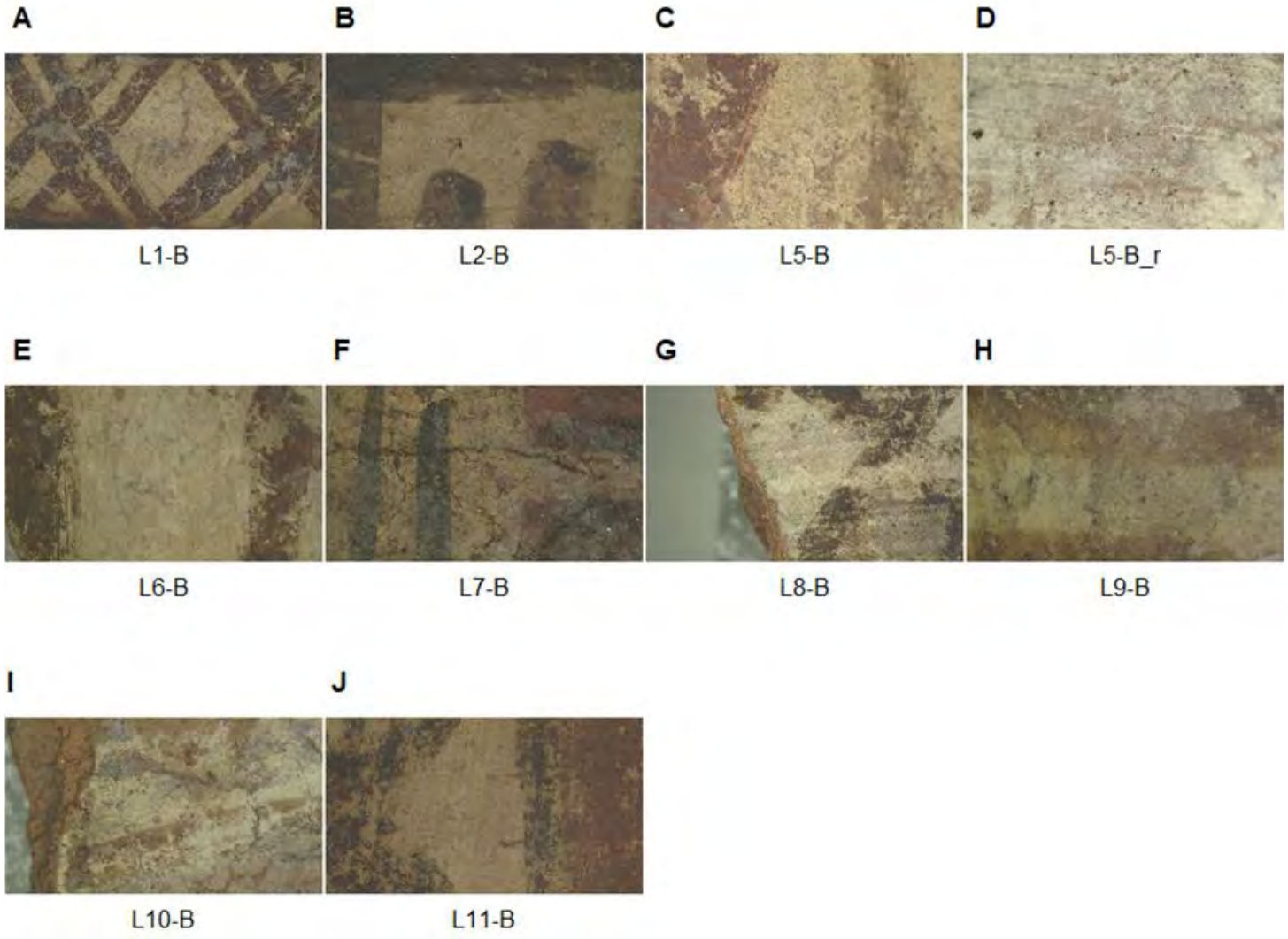
Imágenes captadas de la pasta matriz para 10 muestras del estilo Inca, mediante microscopio digital Dino-Lite modelo AM4515T8, utilizando aumentos aproximados entre 700x y 900x.



Apéndice D. Imágenes Tomadas con Estereoscopio de los Pigmentos Blanco, Negro y Rojo de las Muestras Lucre, Killke e Inca

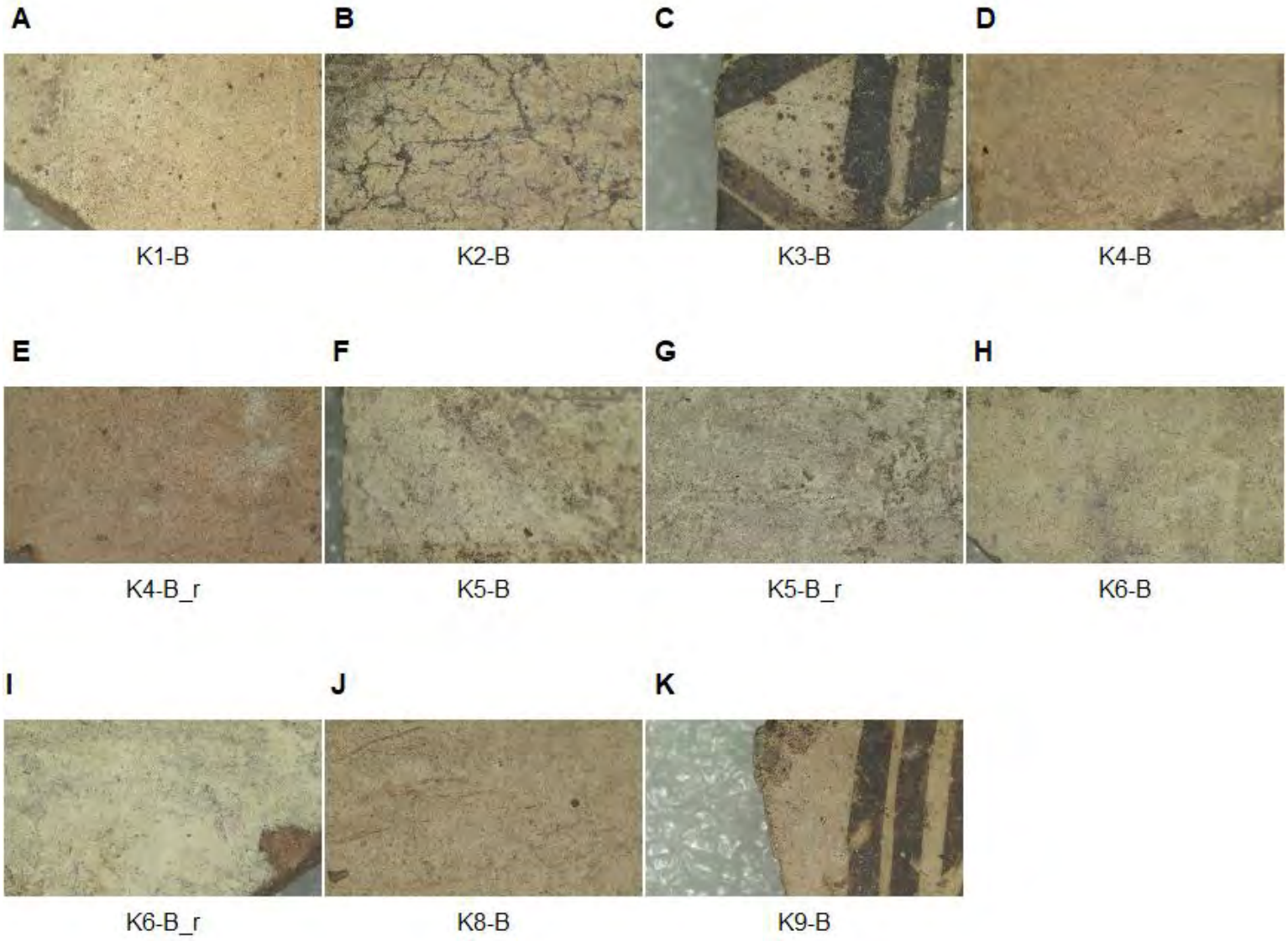
Apéndice D.1.

Imágenes del pigmento blanco en muestras del estilo Lucre, obtenidas con un estereoscopio NOVEL NSZ-608T usando aumentos entre 10X y 20X.



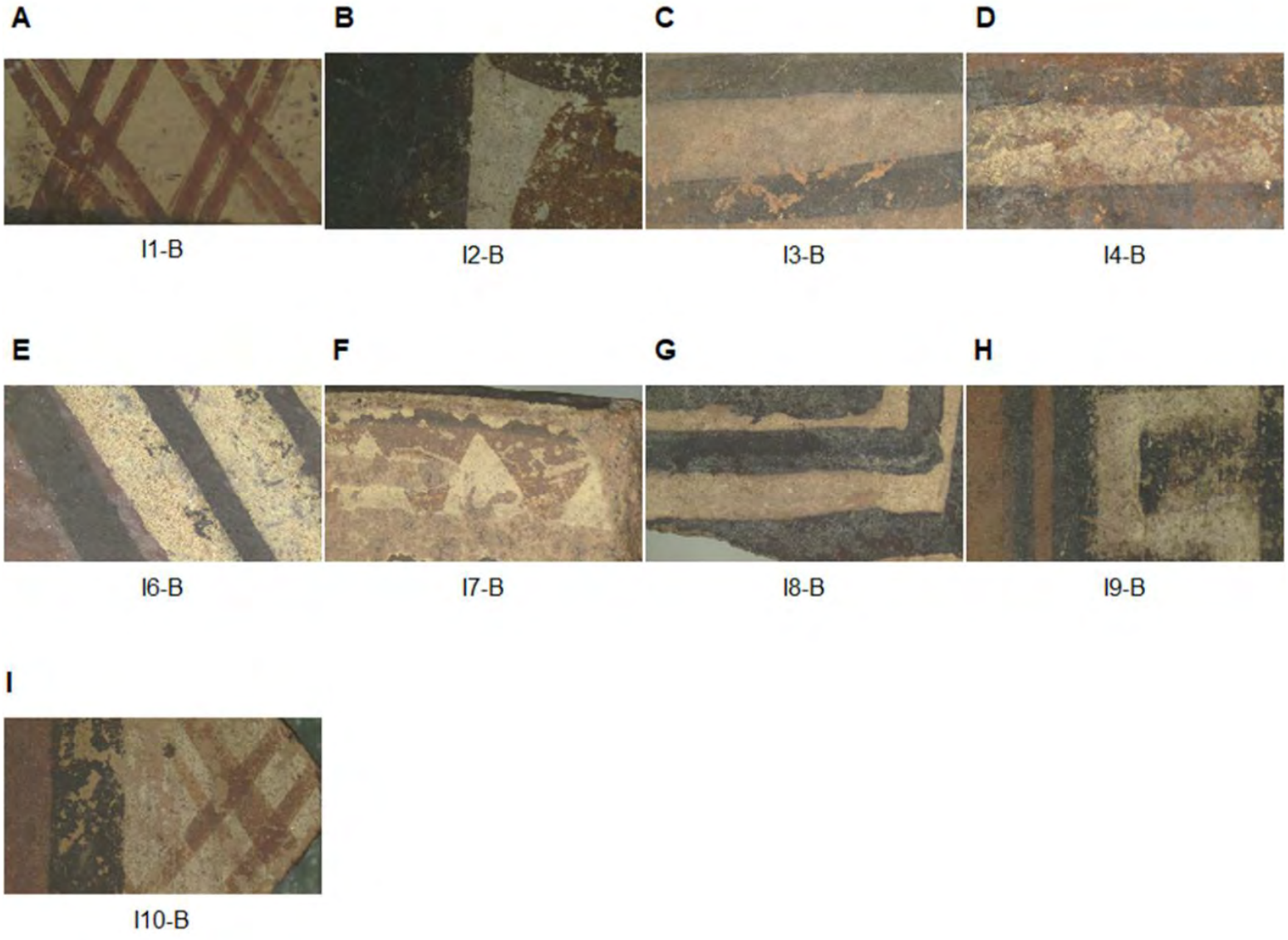
Apéndice D.2.

Imágenes estereoscópicas del pigmento blanco en muestras del estilo Killke. obtenidas con un estereoscopio NOVEL NSZ-608T usando aumentos entre 10X y 20X.



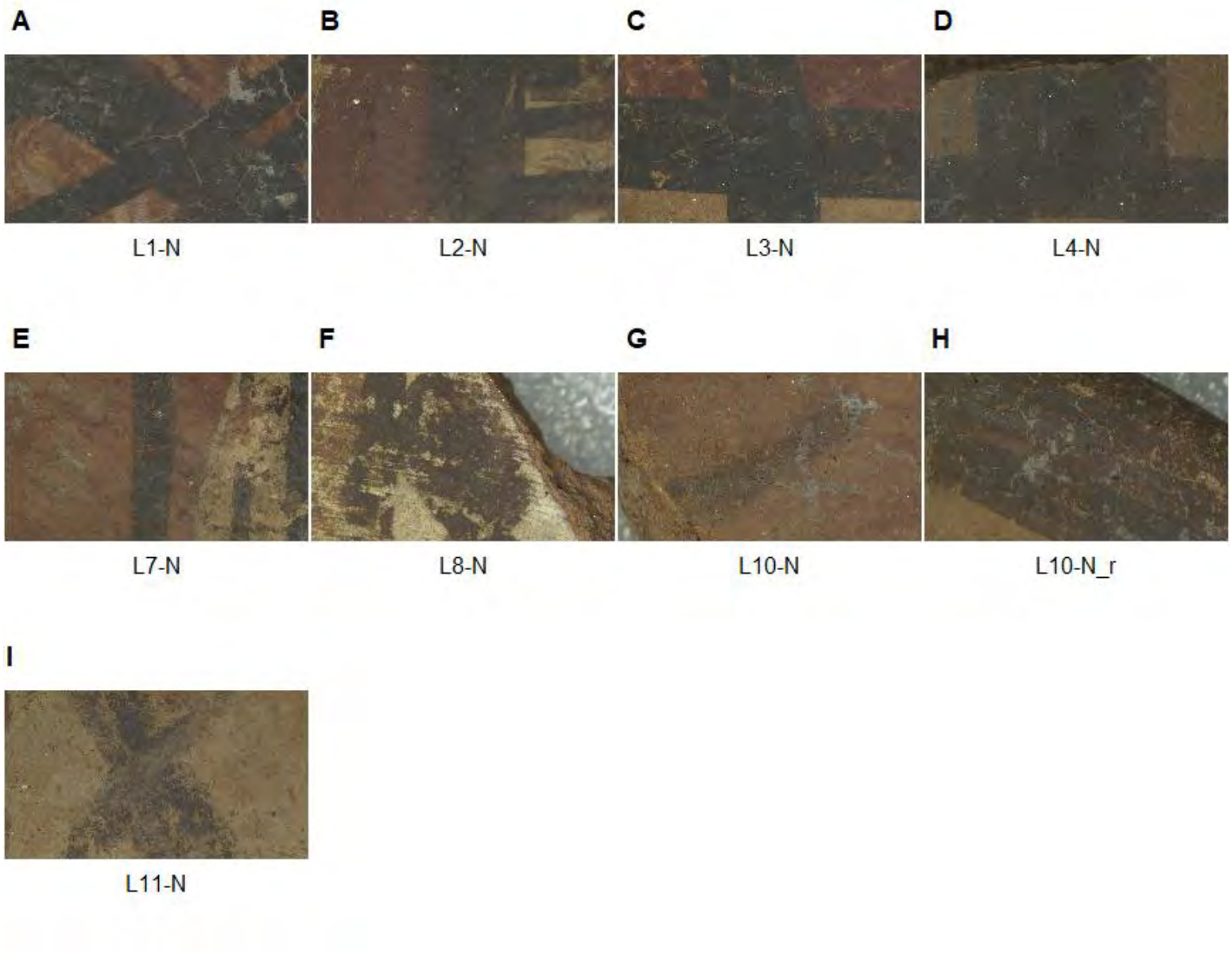
Apéndice D.3.

Imágenes estereoscópicas del pigmento blanco en muestras del estilo Inca, obtenidas con un estereoscopio NOVEL NSZ-608T usando aumentos entre 10X y 20X.



Apéndice D.4.

Imágenes estereoscópicas del pigmento negro en muestras del estilo Lucre, obtenidas con un estereoscopio NOVEL NSZ-608T usando aumentos entre 10X y 20X.



Apéndice D.5.

Imágenes estereoscópicas del pigmento negro en muestras del estilo Killke, obtenidas con un estereoscopio NOVEL NSZ-608T usando aumentos entre 10X y 20X.

A



K1-N

B



K2-N

C



K3-N

D



K5-N

E



K7-N

F



K8-N

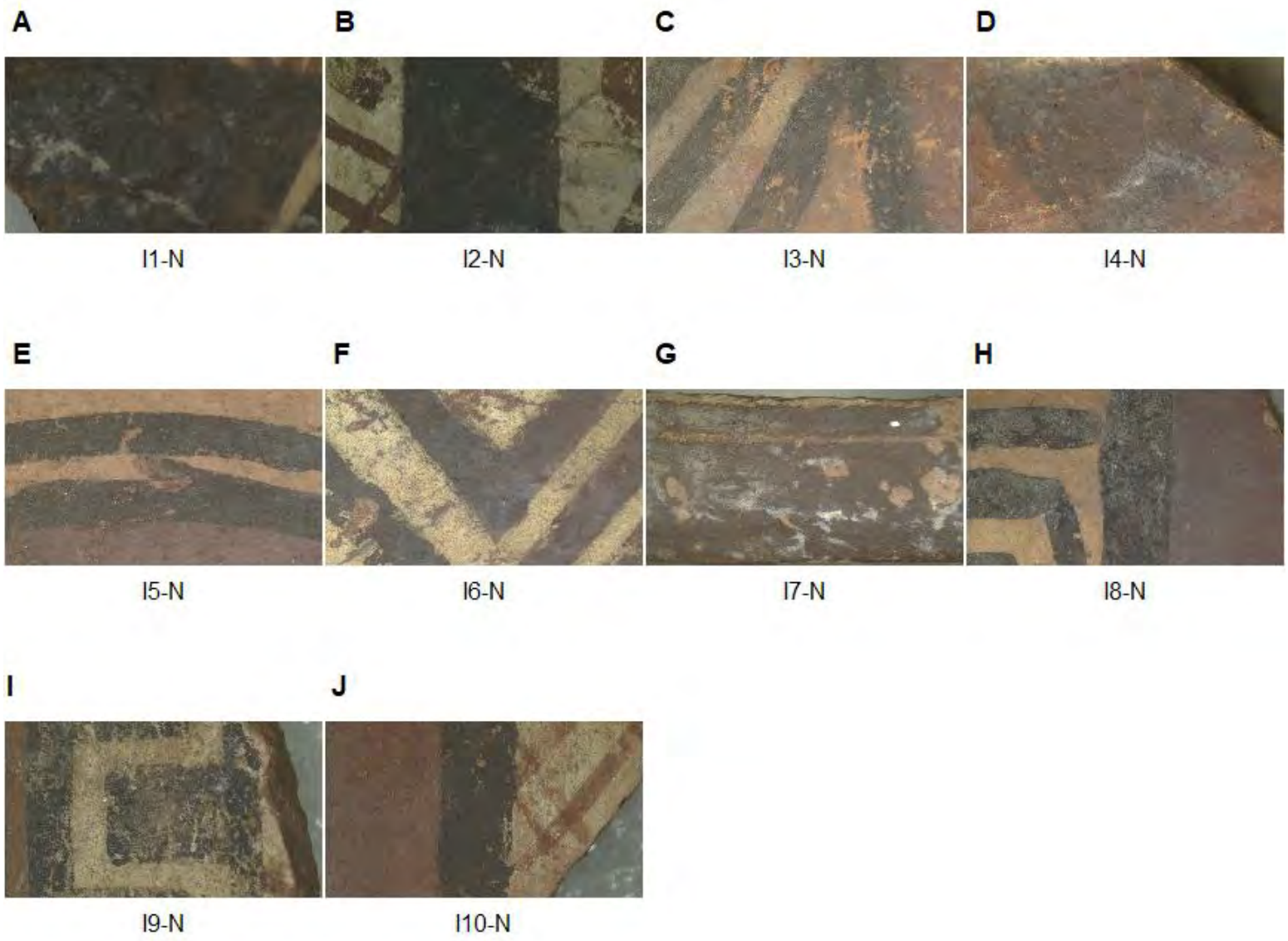
G



K9-N

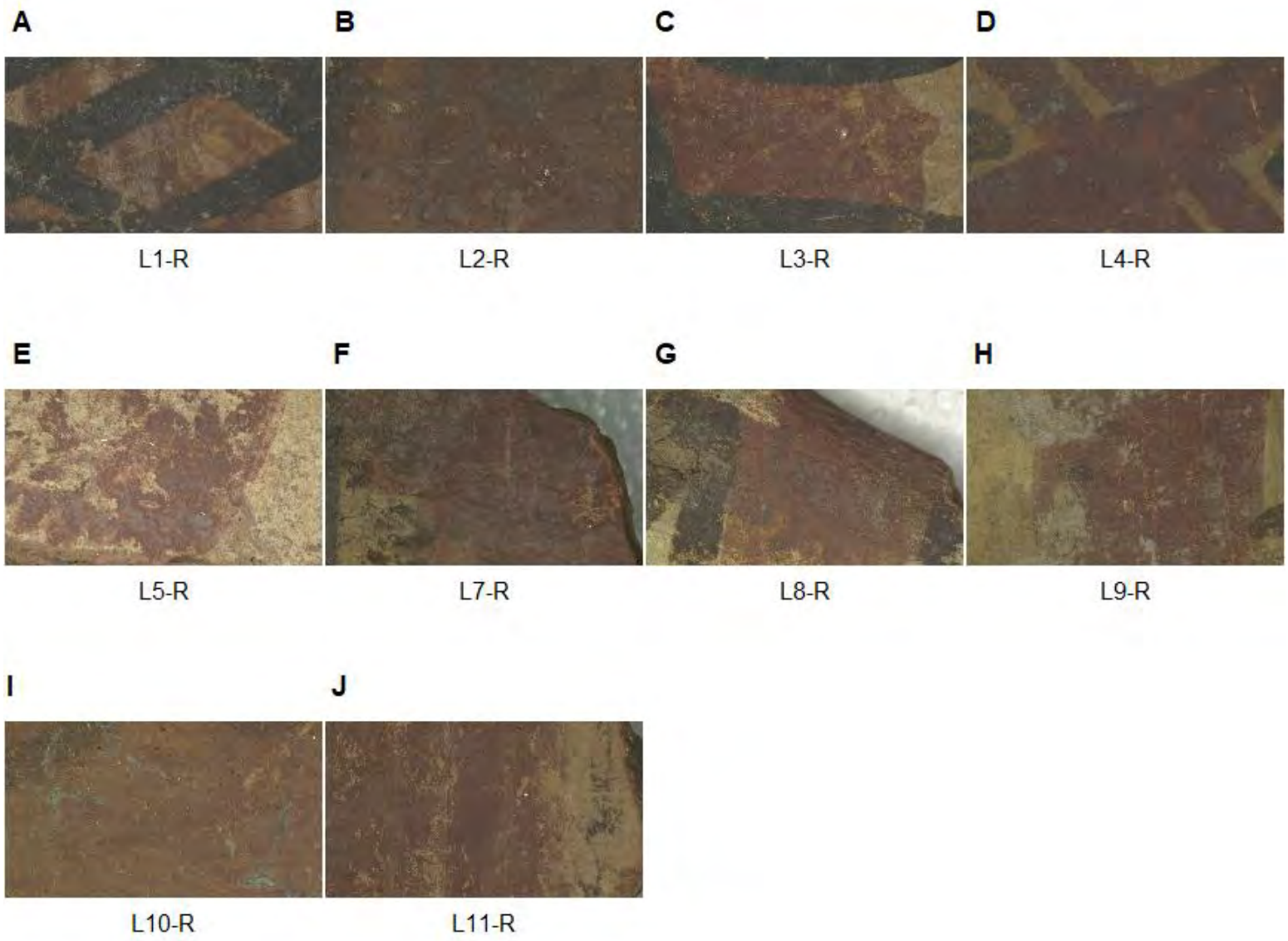
Apéndice D.6.

Imágenes estereoscópicas del pigmento negro en muestras del estilo Inca, obtenidas con un estereoscopio NOVEL NSZ-608T usando aumentos entre 10X y 20X.



Apéndice D.7.

Imágenes estereoscópicas del pigmento rojo en muestras del estilo Lucre, obtenidas con un estereoscopio NOVEL NSZ-608T usando aumentos entre 10X y 20X.



Apéndice D.8.

Imágenes estereoscópicas del pigmento rojo en muestras del estilo Killke, obtenidas con un estereoscopio NOVEL NSZ-608T usando aumentos entre 10X y 20X.

A



K4-R

B



K5-R

C



K6-R

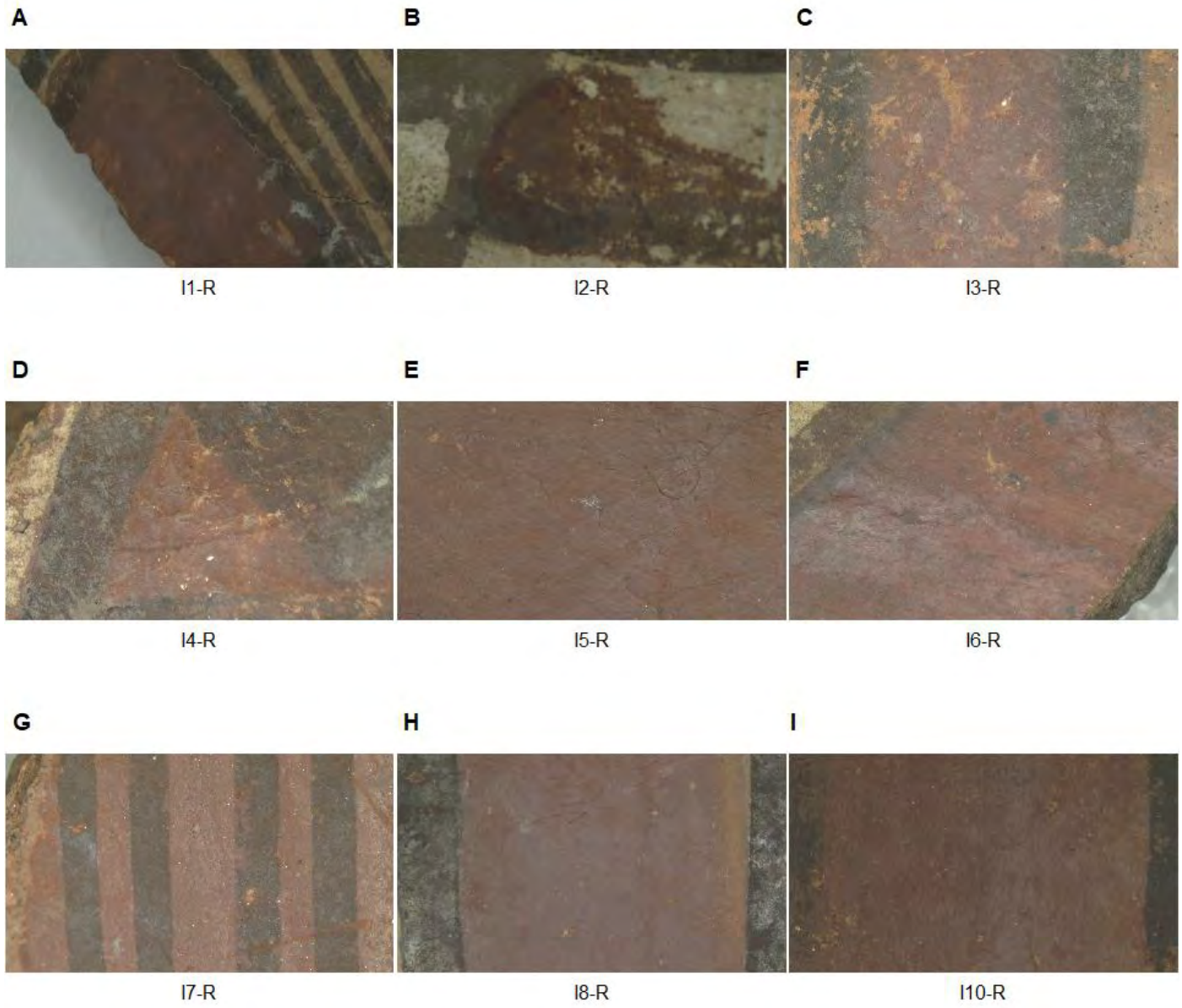
D



K9-R

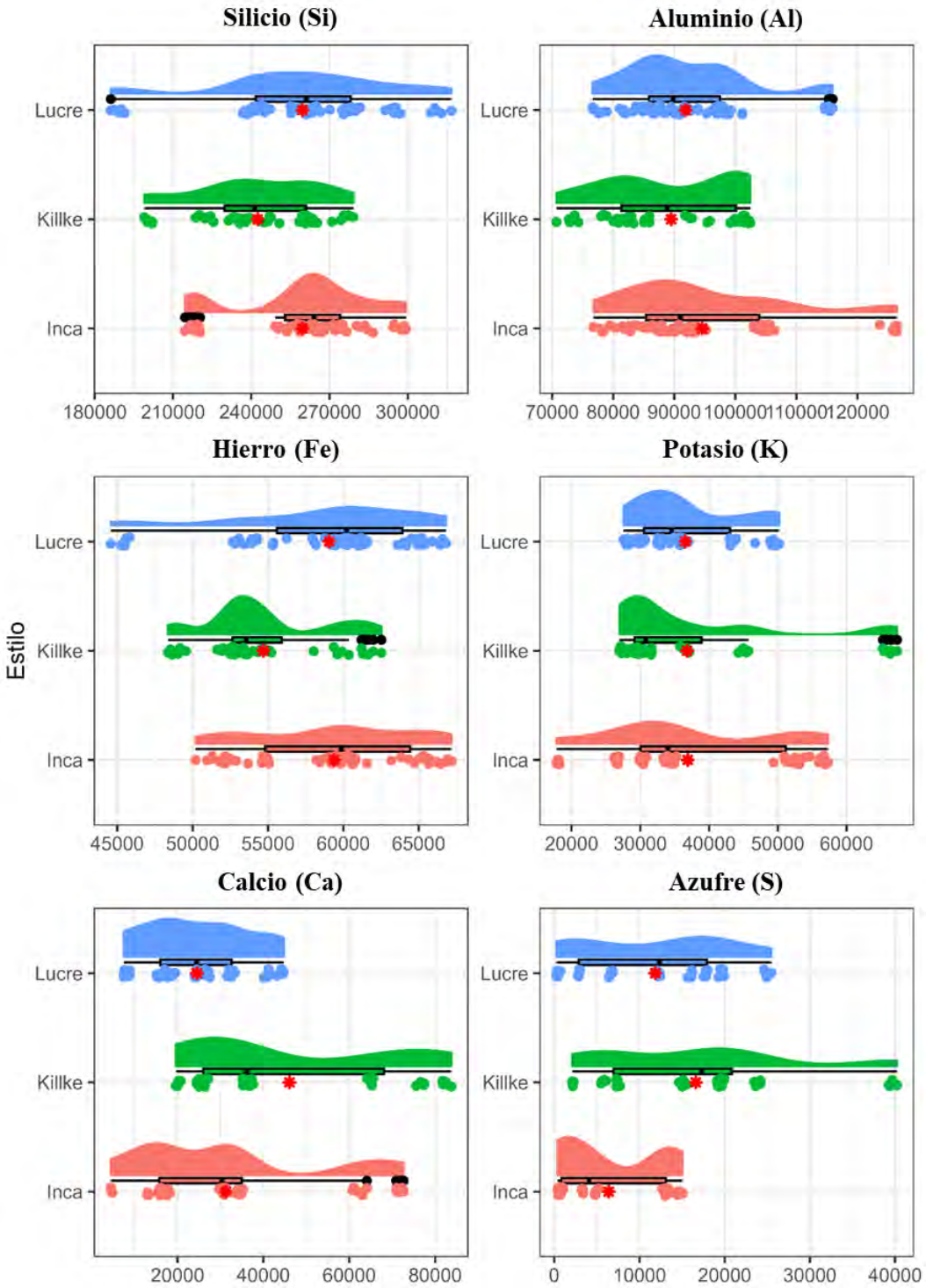
Apéndice D.9.

Imágenes estereoscópicas del pigmento rojo en muestras del estilo Inca, obtenidas con un estereoscopio NOVEL NSZ-608T usando aumentos entre 10X y 20X.

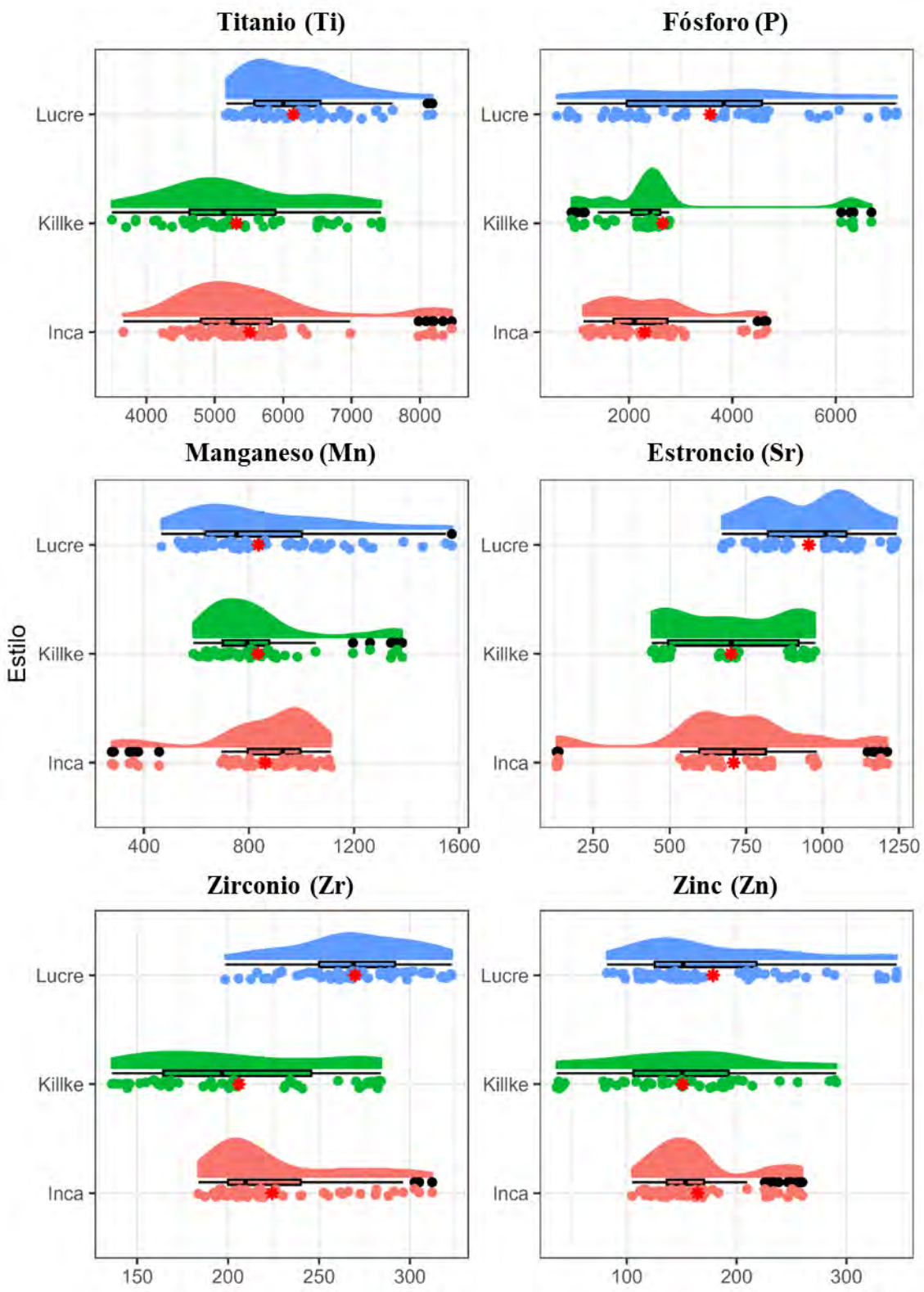


Apéndice E. Gráficos de "Nubes" o *Rainclouds*

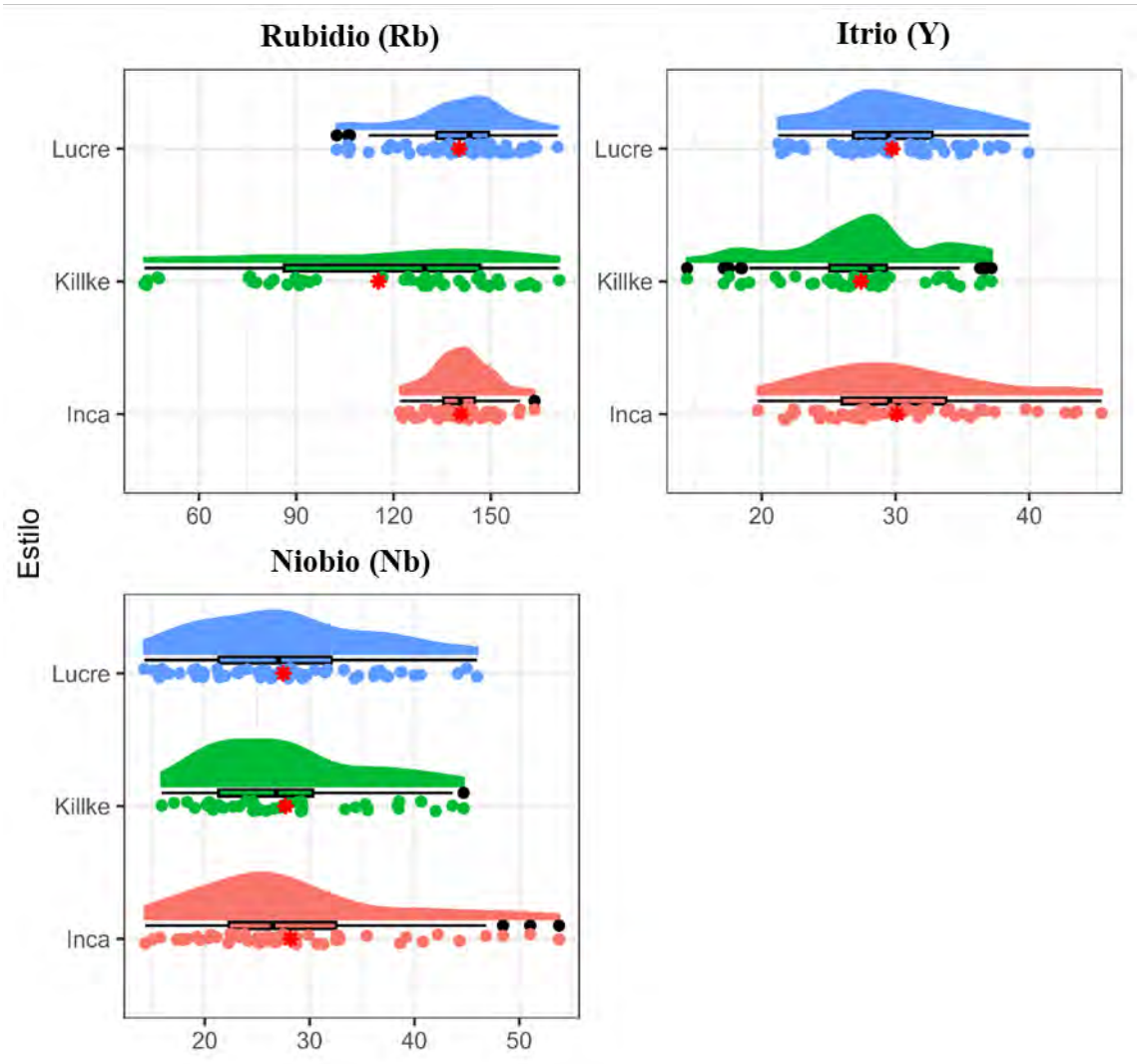
Apéndice E.1. Pasta Matriz



Nota. Gráficos de "nubes" de los elementos químicos identificados en la pasta matriz. Cada elemento se compara entre los tres estilos cerámicos para mostrar su variación composicional interna. El eje X (horizontal) representa la concentración del elemento en partes por millón "ppm" y el eje Y (vertical), los estilos cerámicos.

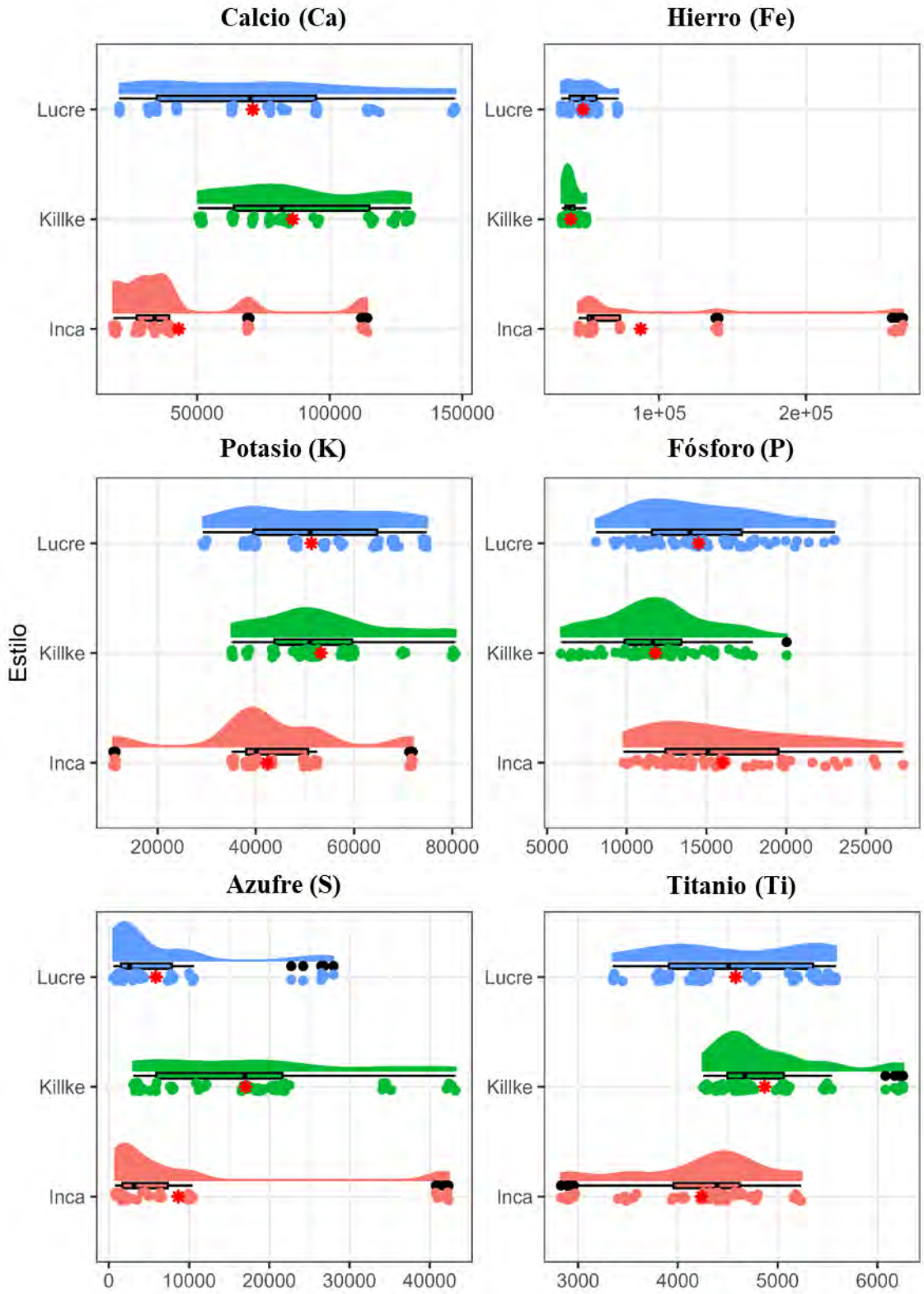


Nota. Gráficos de "nubes" de los elementos químicos identificados en la pasta matriz. Cada elemento se compara entre los tres estilos cerámicos para mostrar su variación composicional interna. El eje X (horizontal) representa la concentración del elemento en partes por millón "ppm" y el eje Y (vertical), los estilos cerámicos.

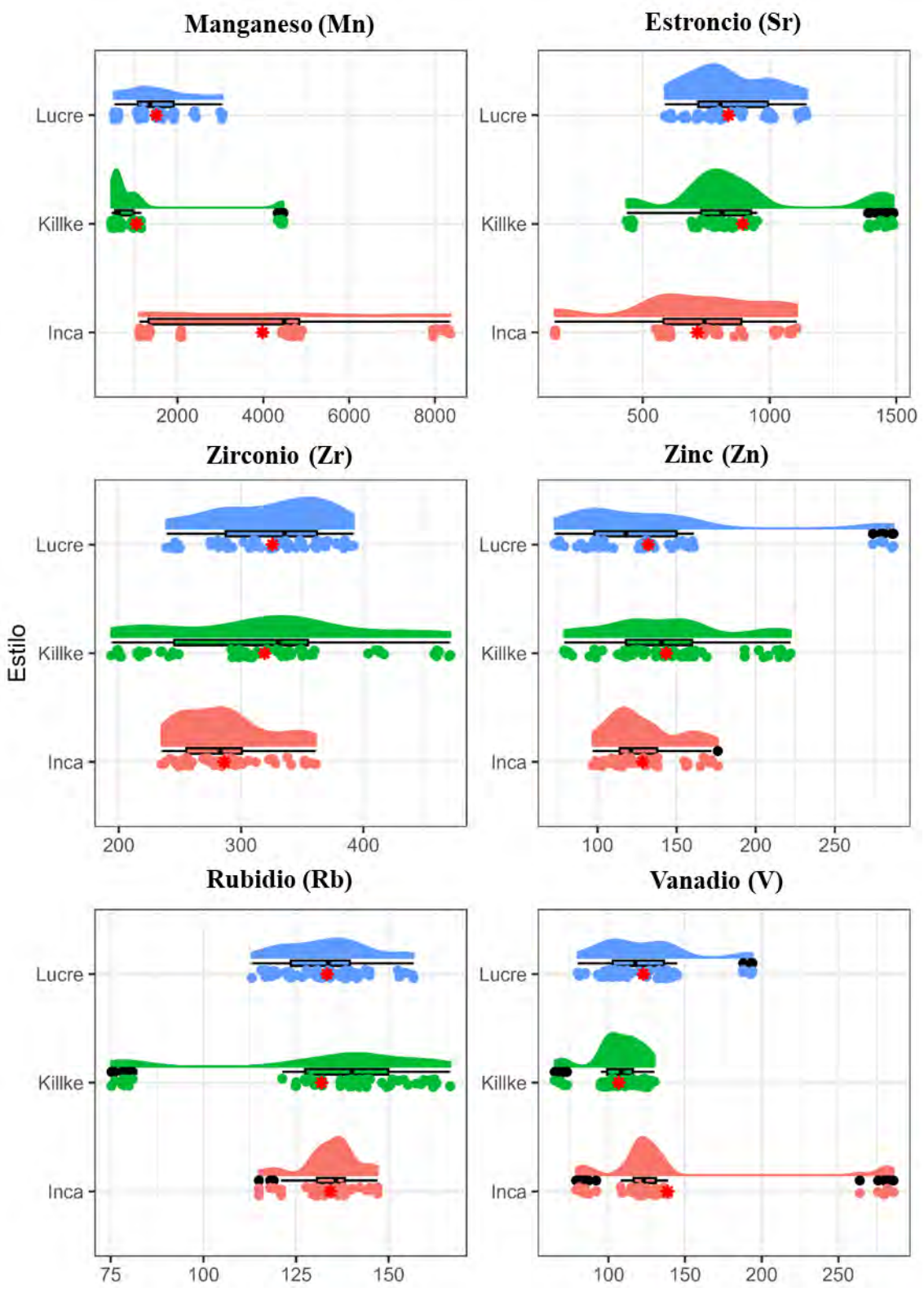


Nota. Gráficos de "nubes" de los elementos químicos identificados en la pasta matriz. Cada elemento se compara entre los tres estilos cerámicos para mostrar su variación composicional interna. El eje X (horizontal) representa la concentración del elemento en partes por millón "ppm" y el eje Y (vertical), los estilos cerámicos.

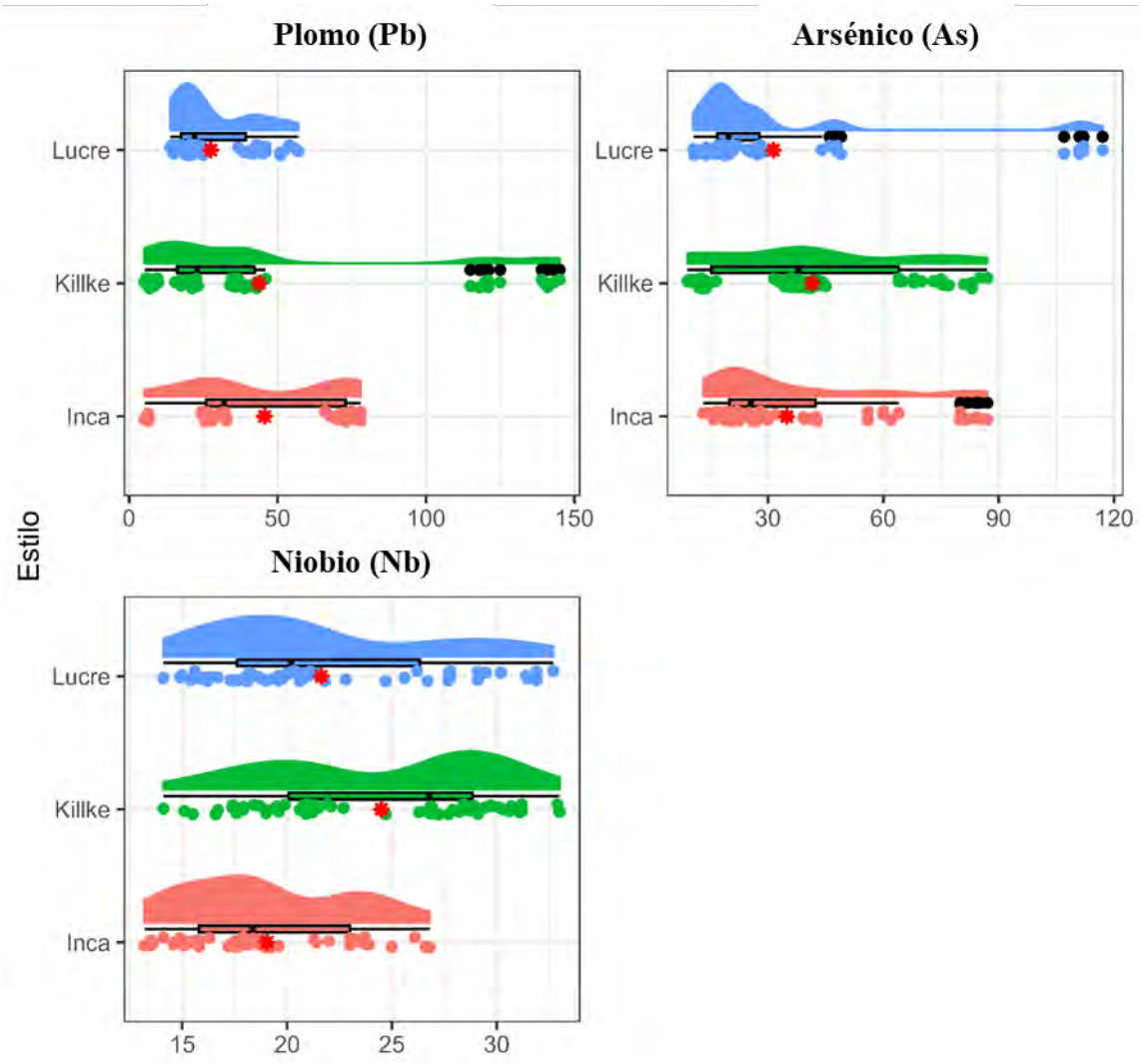
Apéndice E.2. Pigmento Blanco



Nota. Gráficos de "nubes" de los elementos químicos identificados en el pigmento blanco. Cada elemento se compara entre los tres estilos cerámicos para mostrar su variación composicional interna. El eje X (horizontal) representa la concentración del elemento en partes por millón "ppm" y el eje Y (vertical), los estilos cerámicos.

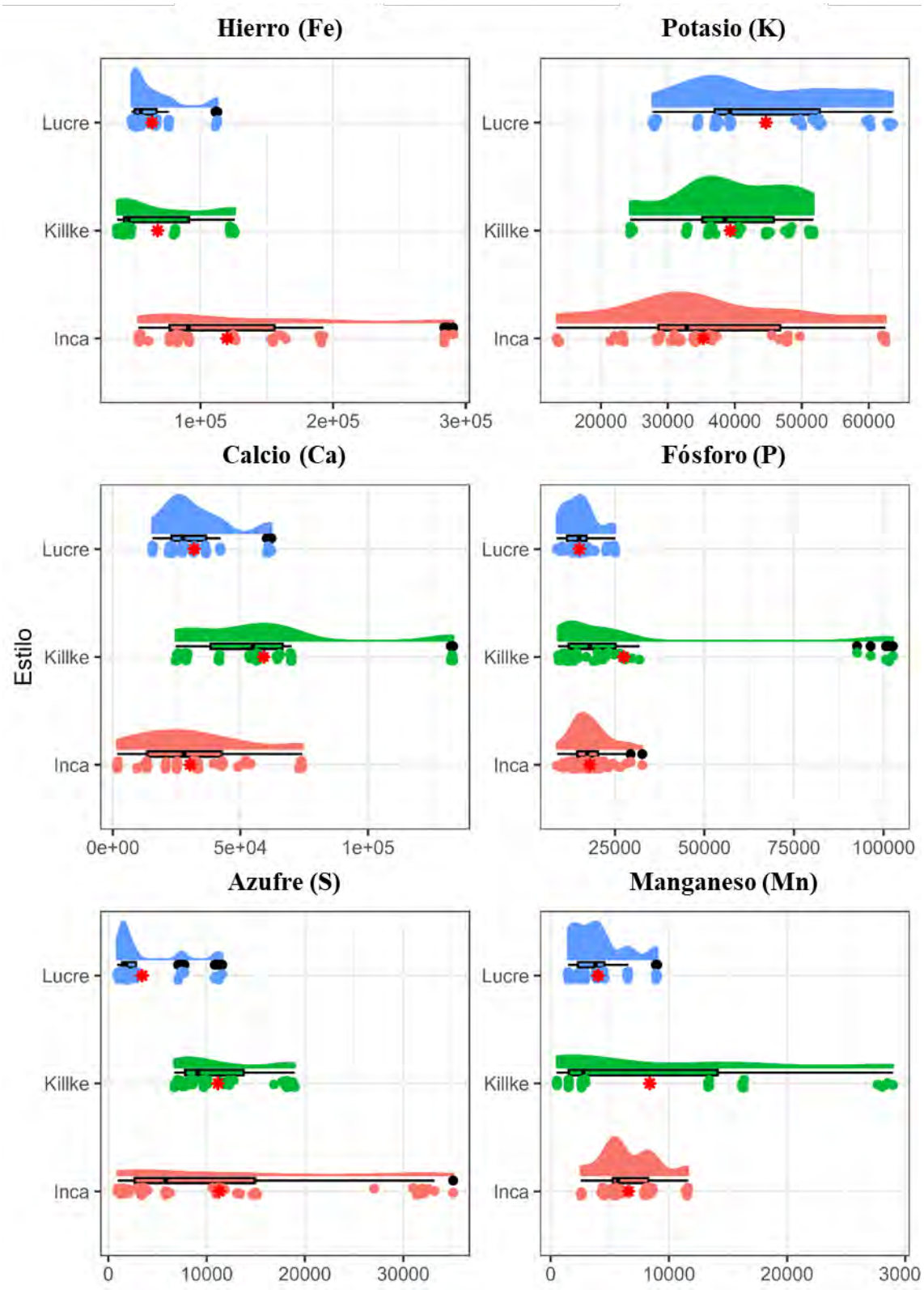


Nota. Gráficos de "nubes" de los elementos químicos identificados en el pigmento blanco. Cada elemento se compara entre los tres estilos cerámicos para mostrar su variación composicional interna. El eje X (horizontal) representa la concentración del elemento en partes por millón "ppm" y el eje Y (vertical), los estilos cerámicos.

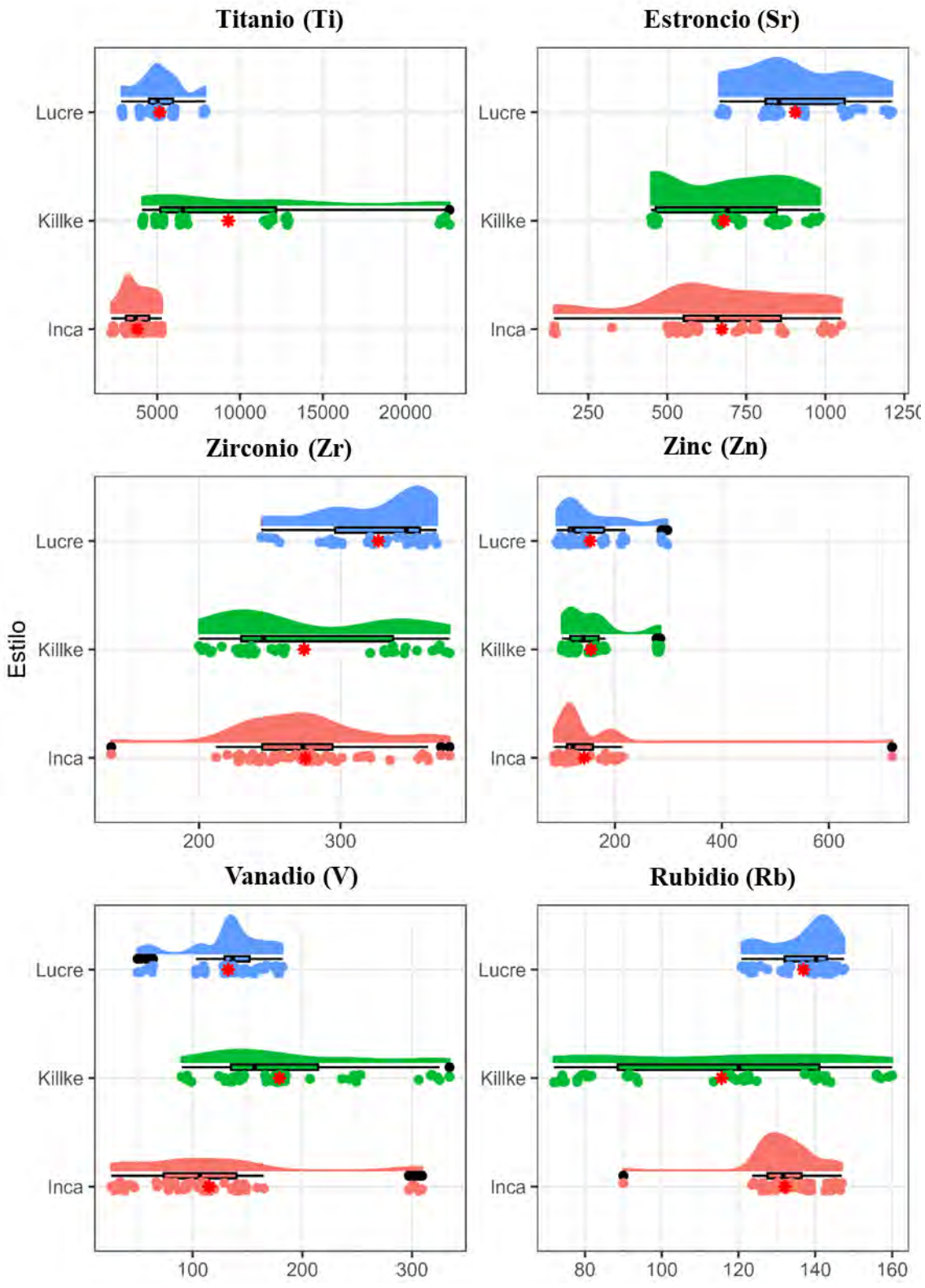


Nota. Gráficos de “nubes” de los elementos químicos identificados en el pigmento blanco. Cada elemento se compara entre los tres estilos cerámicos para mostrar su variación composicional interna. El eje X (horizontal) representa la concentración del elemento en partes por millón “ppm” y el eje Y (vertical), los estilos cerámicos.

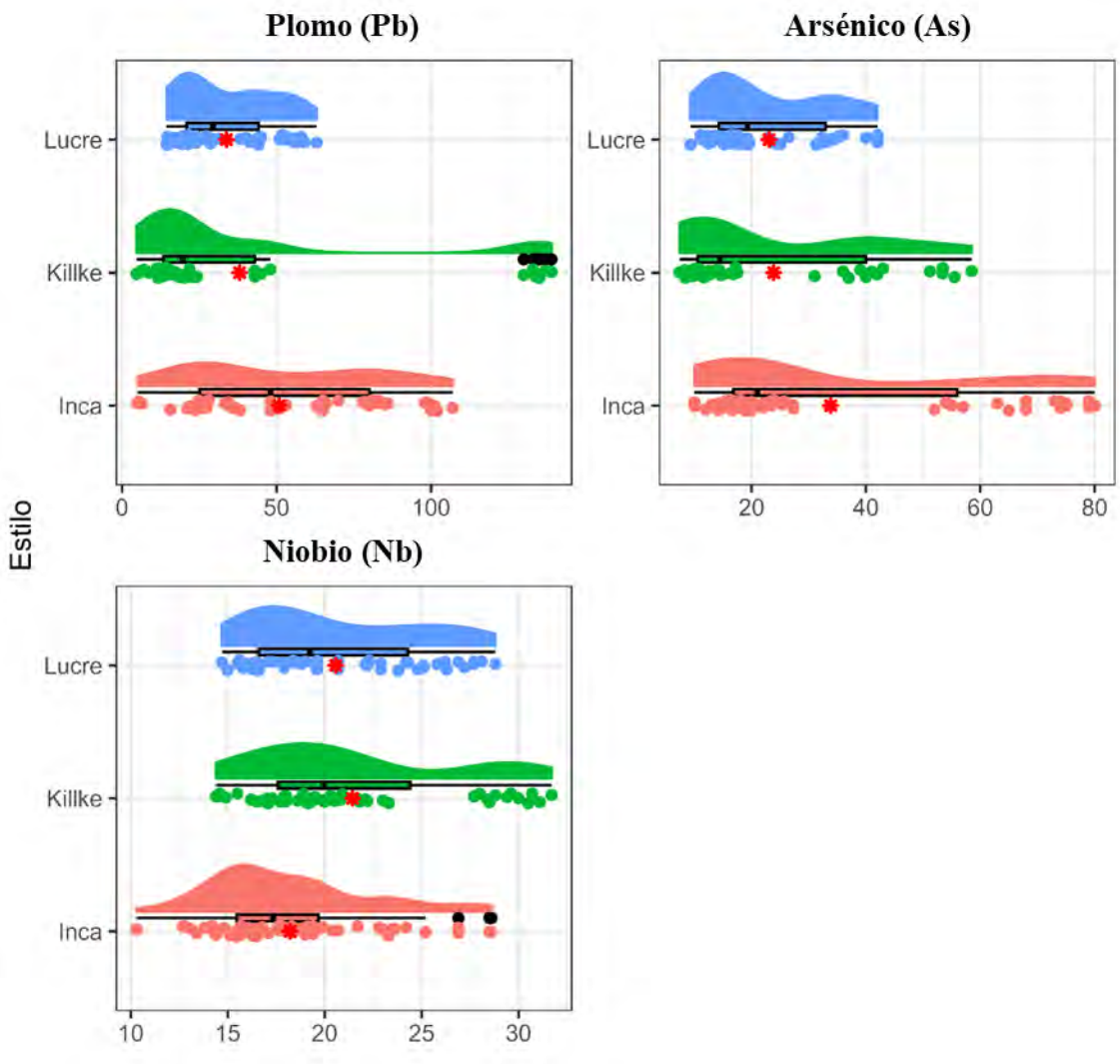
Apéndice E.3. Pigmento Negro



Nota. Gráficos de "nubes" de los elementos químicos identificados en el pigmento negro. Cada elemento se compara entre los tres estilos cerámicos para mostrar su variación composicional interna. El eje X (horizontal)representa la concentración del elemento en partes por millón "ppm" y el eje Y (vertical), los estilos cerámicos.

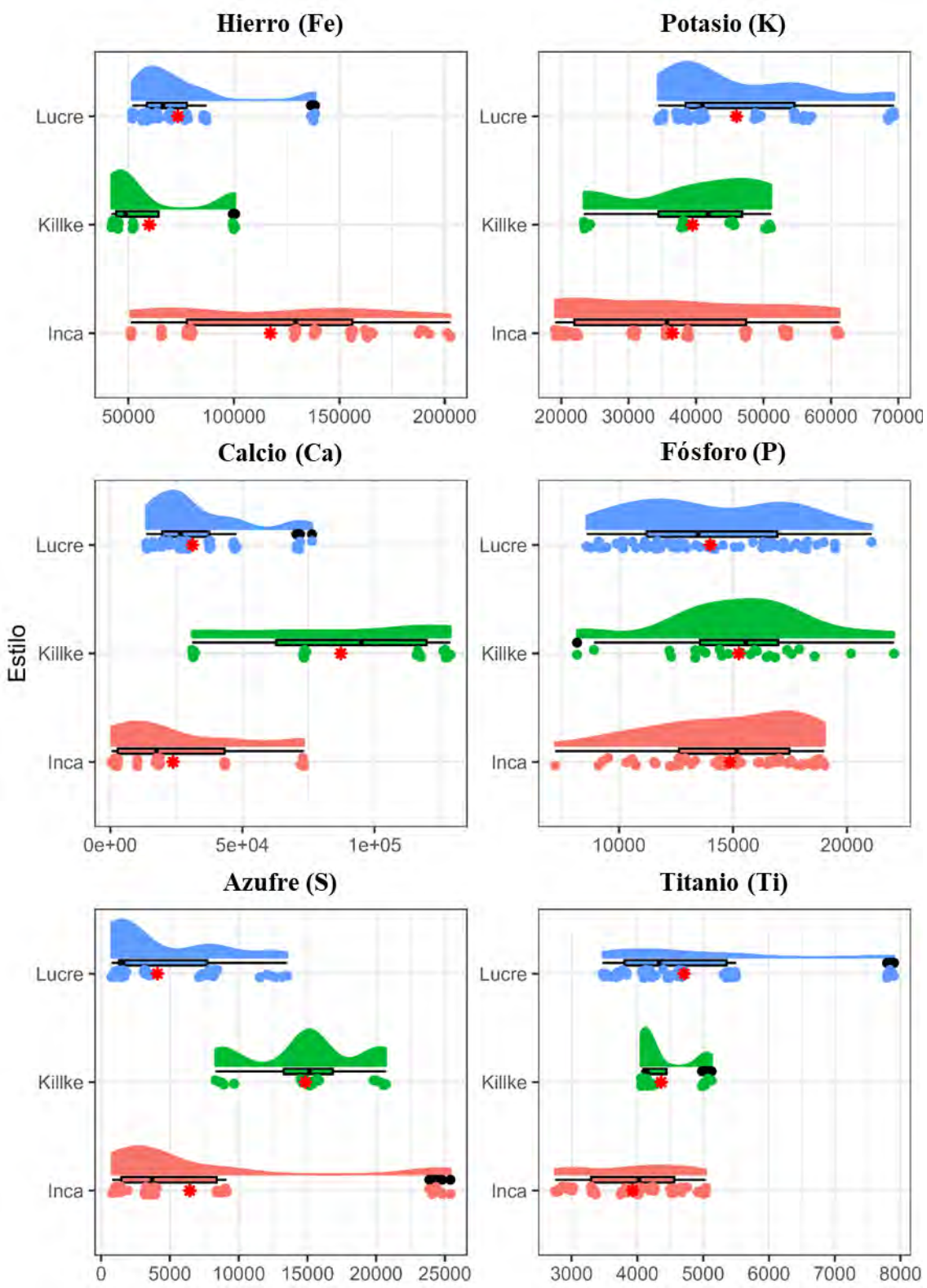


Nota. Gráficos de "nubes" de los elementos químicos identificados en el pigmento negro. Cada elemento se compara entre los tres estilos cerámicos para mostrar su variación composicional interna. El eje X (horizontal) representa la concentración del elemento en partes por millón "ppm" y el eje Y (vertical), los estilos cerámicos.

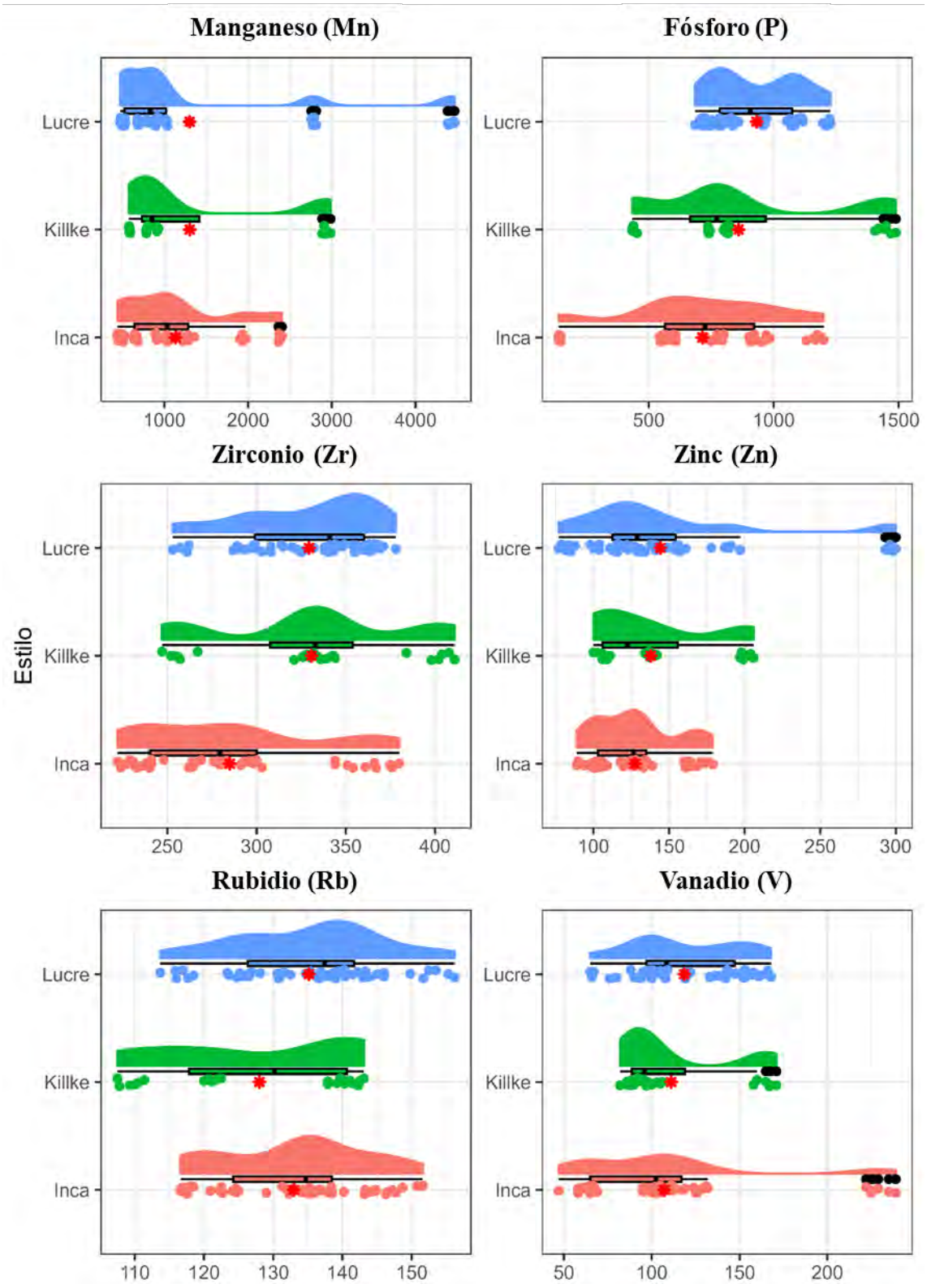


Nota. Gráficos de "nubes" de los elementos químicos identificados en el pigmento negro. Cada elemento se compara entre los tres estilos cerámicos para mostrar su variación composicional interna. El eje X (horizontal) representa la concentración del elemento en partes por millón "ppm" y el eje Y (vertical), los estilos cerámicos.

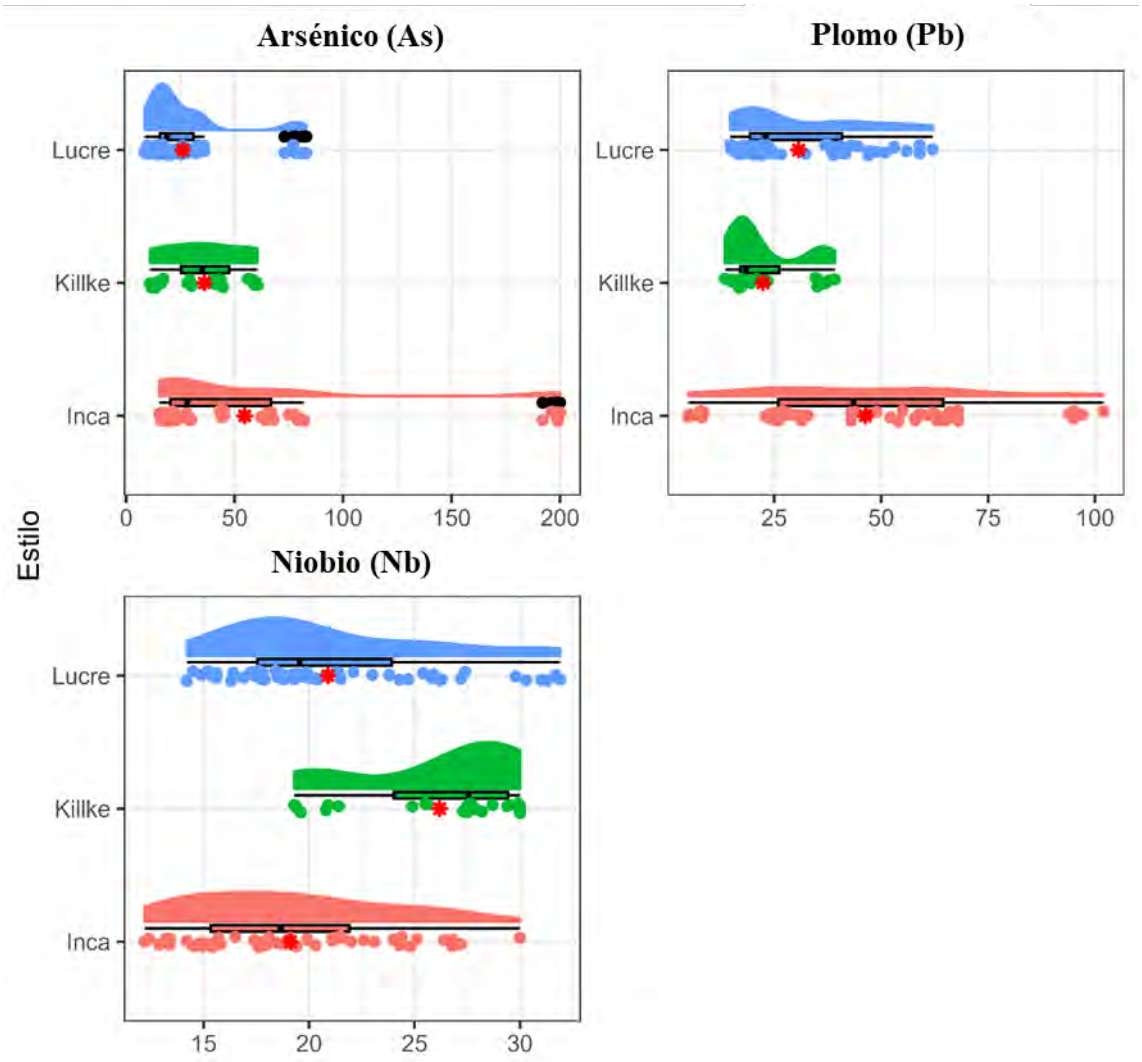
Apéndice E.4. Pigmento Rojo



Nota. Gráficos de "nubes" de los elementos químicos identificados en el pigmento rojo. Cada elemento se compara entre los tres estilos cerámicos para mostrar su variación composicional interna. El eje X (horizontal) representa la concentración del elemento en partes por millón "ppm" y el eje Y (vertical), los estilos cerámicos.



Nota. Gráficos de "nubes" de los elementos químicos identificados en el pigmento rojo. Cada elemento se compara entre los tres estilos cerámicos para mostrar su variación composicional interna. El eje X (horizontal) representa la concentración del elemento en partes por millón "ppm" y el eje Y (vertical), los estilos cerámicos.



Nota. Gráficos de "nubes" de los elementos químicos identificados en el pigmento rojo. Cada elemento se compara entre los tres estilos cerámicos para mostrar su variación composicional interna. El eje X (horizontal) representa la concentración del elemento en partes por millón "ppm" y el eje Y (vertical), los estilos cerámicos.

Apéndice F. Tabla de Valores de los Elementos Químicos Identificados en la Pasta Matriz y en los Pigmentos Blanco, Negro y Rojo

Apéndice F.1. Tabla de valores de los elementos químicos en la PASTA MATRIZ de los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca

Elemento	Estilo	Nombre	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Si	Lucre	L11	311,728.89	0.89	316,672.61	308,758.05	6
Si	Lucre	L6	294,475.31	0.68	297,094.76	291,313.23	6
Si	Lucre	L8	279,690.57	0.60	281,716.15	277,484.04	6
Si	Lucre	L1	275,052.96	0.98	278,283.84	270,109.92	6
Si	Lucre	L7	264,095.42	0.55	266,521.63	262,430.62	6
Si	Lucre	L2	261,127.54	0.89	263,698.39	257,370.67	6
Si	Lucre	L5	256,374.47	0.51	258,179.28	254,978.46	6
Si	Lucre	L4	244,045.23	0.92	247,252.27	241,119.76	6
Si	Lucre	L9	240,361.43	1.31	245,907.18	236,742.02	6
Si	Lucre	L3	240,281.89	0.70	241,920.88	237,353.96	6
Si	Lucre	L10	188,992.53	1.02	191,609.60	186,219.91	6
Al	Lucre	L8	115,259.49	0.45	115,939.09	114,618.22	6
Al	Lucre	L1	99,370.80	1.49	101,139.69	97,787.40	6
Al	Lucre	L3	97,392.18	1.28	98,945.95	95,303.78	6
Al	Lucre	L11	97,064.62	0.81	98,224.91	95,887.23	6
Al	Lucre	L9	92,264.47	1.55	93,919.00	90,591.98	6
Al	Lucre	L2	89,964.04	1.55	92,262.92	88,071.58	6
Al	Lucre	L5	87,310.72	0.87	88,493.92	86,547.50	6
Al	Lucre	L7	86,444.70	1.16	87,819.66	84,826.69	6
Al	Lucre	L4	85,582.41	0.76	86,593.34	84,796.70	6
Al	Lucre	L6	82,218.43	1.24	83,737.85	81,030.58	6
Al	Lucre	L10	77,596.59	1.21	78,949.76	76,632.97	6
Fe	Lucre	L10	66,058.99	0.99	66,818.31	65,236.17	6
Fe	Lucre	L8	65,019.91	0.84	65,796.45	64,190.76	6
Fe	Lucre	L5	64,552.91	0.97	65,204.56	63,611.54	6
Fe	Lucre	L4	61,108.87	0.75	61,561.58	60,347.49	6
Fe	Lucre	L3	60,867.36	0.79	61,583.11	60,265.66	6
Fe	Lucre	L2	60,210.85	1.09	61,446.41	59,496.30	6
Fe	Lucre	L11	59,729.09	0.99	60,745.71	59,269.99	6
Fe	Lucre	L9	58,548.06	0.96	59,195.67	57,946.21	6
Fe	Lucre	L1	54,713.50	2.18	56,241.60	52,802.77	6

Elemento	Estilo	Nombre	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Fe	Lucre	L7	53,339.76	0.96	53,932.56	52,670.27	6
K	Lucre	L8	49,511.14	0.67	49,914.21	49,108.40	6
K	Lucre	L1	48,972.64	2.47	50,203.53	46,696.65	6
Fe	Lucre	L6	45,375.90	0.95	45,814.39	44,573.51	6
Ca	Lucre	L10	44,074.85	1.35	44,741.93	43,291.41	6
K	Lucre	L11	43,366.51	0.88	43,961.75	43,011.83	6
Ca	Lucre	L4	40,930.04	1.44	41,835.81	40,075.46	6
K	Lucre	L5	36,297.60	1.29	37,010.74	35,769.20	6
K	Lucre	L4	36,063.28	0.62	36,290.22	35,686.92	6
K	Lucre	L9	34,573.32	0.98	34,951.77	34,189.55	6
K	Lucre	L2	33,045.49	1.19	33,703.64	32,637.58	6
Ca	Lucre	L7	32,870.06	1.17	33,342.64	32,517.58	6
K	Lucre	L6	32,594.49	0.36	32,719.76	32,435.22	6
Ca	Lucre	L2	32,268.68	1.61	32,952.79	31,551.19	6
K	Lucre	L3	30,244.05	1.13	30,724.32	29,828.60	6
K	Lucre	L7	29,542.45	0.88	29,868.83	29,245.75	6
K	Lucre	L10	27,956.58	0.91	28,271.84	27,555.75	6
Ca	Lucre	L9	26,822.81	1.84	27,524.48	26,375.48	6
S	Lucre	L10	24,945.56	1.23	25,489.97	24,611.55	6
Ca	Lucre	L3	24,510.51	1.57	24,963.45	23,940.99	6
S	Lucre	L9	19,645.52	1.20	19,939.20	19,279.16	6
Ca	Lucre	L1	18,818.88	2.34	19,506.95	18,327.05	6
S	Lucre	L3	17,750.25	1.03	18,008.00	17,523.00	6
Ca	Lucre	L6	17,133.63	1.36	17,583.87	16,943.17	6
S	Lucre	L4	16,051.78	1.20	16,197.31	15,667.47	6
Ca	Lucre	L5	15,653.39	2.68	16,289.23	15,134.85	6
S	Lucre	L6	12,220.89	1.17	12,441.48	12,057.95	6
Ca	Lucre	L8	8,638.59	2.33	8,845.69	8,342.02	6
Ti	Lucre	L5	7,594.74	6.55	8,180.81	6,847.80	6
Ca	Lucre	L11	7,586.40	1.78	7,836.53	7,489.90	6
P	Lucre	L4	6,986.32	2.87	7,180.45	6,633.01	6
Ti	Lucre	L4	6,859.12	5.68	7,355.66	6,318.31	6
S	Lucre	L5	6,658.41	2.51	6,842.24	6,393.81	6
Ti	Lucre	L8	6,515.43	3.10	6,845.74	6,298.10	6
Ti	Lucre	L10	6,494.54	3.91	6,952.37	6,238.80	6
Ti	Lucre	L2	6,302.25	5.98	6,737.12	5,736.74	6
Ti	Lucre	L7	5,754.95	2.90	5,938.83	5,515.31	6

Elemento	Estilo	Nombre	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
P	Lucre	L9	5,729.29	3.88	6,067.43	5,489.47	6
Ti	Lucre	L9	5,683.98	5.77	6,315.19	5,437.42	6
Ti	Lucre	L3	5,673.01	6.41	6,075.43	5,211.16	6
Ti	Lucre	L6	5,632.54	7.12	6,253.70	5,238.60	6
Ti	Lucre	L1	5,631.26	3.37	5,787.61	5,292.13	6
Ti	Lucre	L11	5,504.92	5.76	6,038.96	5,168.16	6
P	Lucre	L7	4,551.09	1.50	4,641.98	4,436.02	6
P	Lucre	L2	4,525.88	3.20	4,702.73	4,332.37	6
P	Lucre	L3	4,284.44	3.62	4,505.34	4,110.53	6
P	Lucre	L10	3,775.99	2.80	3,855.56	3,623.17	6
P	Lucre	L1	2,915.54	6.87	3,098.27	2,665.65	6
S	Lucre	L2	2,872.70	2.77	3,001.25	2,763.68	6
P	Lucre	L5	2,155.67	6.86	2,333.25	1,952.53	6
P	Lucre	L6	1,877.97	10.09	2,208.69	1,684.37	6
P	Lucre	L8	1,677.32	8.25	1,798.43	1,473.03	6
Mn	Lucre	L8	1,416.04	9.60	1,572.24	1,254.28	6
Sr	Lucre	L4	1,224.49	1.54	1,242.41	1,188.78	6
Sr	Lucre	L9	1,110.70	1.29	1,126.84	1,092.77	6
Mn	Lucre	L2	1,099.29	6.38	1,183.14	989.44	6
Sr	Lucre	L1	1,097.58	1.65	1,121.01	1,076.24	6
Mn	Lucre	L10	1,052.17	9.87	1,233.90	941.98	6
Sr	Lucre	L3	1,033.08	1.69	1,049.52	1,010.39	6
Sr	Lucre	L2	1,031.95	2.27	1,061.11	1,007.26	6
Sr	Lucre	L11	1,018.29	1.07	1,037.39	1,006.86	6
Mn	Lucre	L11	936.56	9.95	1,045.75	795.53	6
Sr	Lucre	L10	883.77	0.81	894.52	875.68	6
Sr	Lucre	L8	833.44	1.60	847.71	817.96	6
Sr	Lucre	L5	825.20	1.89	851.36	806.83	6
P	Lucre	L11	824.84	15.88	997.95	599.08	6
Mn	Lucre	L7	789.12	6.87	861.82	734.52	6
Mn	Lucre	L5	776.55	6.38	866.36	740.79	6
Sr	Lucre	L7	772.92	1.71	786.55	748.40	6
Mn	Lucre	L1	692.73	10.64	786.59	599.36	6
Sr	Lucre	L6	680.89	1.69	699.96	671.33	6
Mn	Lucre	L3	639.74	13.23	744.98	545.78	6
Mn	Lucre	L4	634.62	9.23	700.58	539.58	6
Mn	Lucre	L9	585.65	8.54	668.17	531.21	6

Elemento	Estilo	Nombre	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Mn	Lucre	L6	571.31	9.90	632.52	466.44	6
S	Lucre	L1	477.59	36.53	728.79	324.71	6
Zn	Lucre	L10	336.82	2.14	345.60	329.43	6
Zr	Lucre	L11	312.75	2.20	319.94	301.68	6
Zr	Lucre	L3	311.78	2.96	322.96	299.46	6
Zr	Lucre	L4	288.68	3.26	298.85	274.04	6
Zr	Lucre	L9	287.92	3.04	298.16	271.81	6
S	Lucre	L7	284.98	12.44	328.48	252.74	6
Zr	Lucre	L5	278.82	4.38	295.88	266.53	6
Zr	Lucre	L7	271.71	2.38	283.78	266.77	6
Zr	Lucre	L10	265.03	2.47	272.32	255.34	6
Zn	Lucre	L8	261.65	7.92	288.90	235.08	6
Zr	Lucre	L8	253.95	2.57	263.06	247.58	6
Zr	Lucre	L2	251.97	2.88	260.41	241.05	6
Zr	Lucre	L1	231.73	3.51	244.57	221.96	6
Zn	Lucre	L5	224.92	5.96	241.19	209.07	6
Zr	Lucre	L6	212.82	4.44	224.19	198.40	6
Zn	Lucre	L4	212.33	3.14	218.32	202.17	6
Rb	Lucre	L5	162.20	3.10	170.60	155.70	6
Zn	Lucre	L11	155.16	5.74	166.20	144.28	6
Rb	Lucre	L4	152.89	2.74	159.79	147.91	6
Rb	Lucre	L8	148.60	2.31	153.96	143.92	6
Zn	Lucre	L3	148.28	3.55	155.46	142.43	6
Rb	Lucre	L1	147.94	1.50	149.68	143.67	6
Zn	Lucre	L1	144.13	13.16	170.18	123.56	6
Rb	Lucre	L11	143.36	2.15	146.97	139.08	6
Rb	Lucre	L3	142.78	3.64	149.65	136.18	6
Rb	Lucre	L2	138.74	5.22	150.33	132.28	6
Zn	Lucre	L7	138.46	10.82	154.75	119.29	6
Rb	Lucre	L10	138.06	2.84	144.54	133.83	6
Rb	Lucre	L7	134.98	2.05	137.88	131.76	6
Zn	Lucre	L9	131.50	6.29	143.88	122.63	6
Rb	Lucre	L9	123.42	5.06	129.39	112.33	6
Zn	Lucre	L2	115.10	4.39	123.83	109.71	6
Rb	Lucre	L6	109.72	6.41	119.12	102.47	6
Zn	Lucre	L6	95.99	11.63	114.82	81.99	6
Nb	Lucre	L5	41.50	11.29	45.98	33.28	6

Elemento	Estilo	Nombre	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Y	Lucre	L5	36.57	6.32	39.94	33.37	6
Nb	Lucre	L4	35.46	14.34	38.80	25.34	6
Y	Lucre	L4	33.49	8.34	37.75	29.48	6
Y	Lucre	L11	33.45	9.94	38.03	29.67	6
Nb	Lucre	L10	32.28	13.51	36.73	25.34	6
Nb	Lucre	L11	29.87	13.03	37.16	25.95	6
Y	Lucre	L8	29.68	17.11	35.07	22.01	6
Y	Lucre	L9	29.58	11.02	35.30	26.01	6
Y	Lucre	L10	29.48	5.35	31.32	27.57	6
Y	Lucre	L2	28.66	16.34	34.89	21.69	6
Y	Lucre	L3	27.66	12.67	32.01	23.22	6
Y	Lucre	L7	26.67	8.09	29.76	23.05	6
Nb	Lucre	L9	26.32	13.04	29.71	21.37	6
Y	Lucre	L1	26.14	15.11	31.37	21.45	6
Y	Lucre	L6	25.95	12.90	29.77	21.23	6
Nb	Lucre	L1	24.41	22.83	28.34	15.68	6
Nb	Lucre	L2	24.17	33.71	34.65	14.24	6
Nb	Lucre	L8	24.16	14.78	28.24	18.86	6
Nb	Lucre	L7	22.57	16.50	27.08	19.16	6
Nb	Lucre	L3	21.08	18.48	26.02	15.15	6
Nb	Lucre	L6	18.73	12.57	21.41	15.93	6
S	Lucre	L11					6
S	Lucre	L8					6
Si	Killke	K9	275,535.13	1.01	279,130.88	270,970.62	6
Si	Killke	K5	262,865.78	0.59	265,266.86	260,825.33	6
Si	Killke	K7	259,838.44	0.39	261,226.70	258,335.49	6
Si	Killke	K2	246,660.25	1.03	250,767.51	243,274.80	6
Si	Killke	K4	237,084.79	0.80	239,287.51	234,087.33	6
Si	Killke	K8	234,388.83	1.01	237,573.05	231,276.09	6
Si	Killke	K1	222,376.65	1.16	225,544.35	218,745.01	6
Si	Killke	K3	200,661.55	0.61	202,085.15	199,024.46	6
Al	Killke	K7	101,134.60	0.43	101,590.90	100,590.89	6
Al	Killke	K2	100,746.70	1.25	102,441.43	99,155.94	6
Al	Killke	K9	100,704.39	1.16	102,248.11	99,607.77	6
Al	Killke	K5	93,514.78	1.80	95,835.05	91,757.90	6
Al	Killke	K8	85,024.89	1.26	85,921.38	83,001.65	6
Ca	Killke	K8	82,503.68	0.98	83,779.25	81,696.12	6

Elemento	Estilo	Nombre	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Al	Killke	K4	81,984.84	1.38	83,334.30	80,018.93	6
Al	Killke	K1	79,844.48	2.11	82,296.04	78,005.23	6
Ca	Killke	K3	76,728.23	0.90	77,458.33	75,589.58	6
Al	Killke	K3	72,871.32	1.67	74,306.40	70,696.34	6
K	Killke	K5	66,132.30	1.15	67,339.44	65,298.38	6
Ca	Killke	K1	65,061.77	0.76	65,571.23	64,140.21	6
Fe	Killke	K2	61,690.34	0.80	62,527.01	61,206.96	6
Fe	Killke	K5	59,496.64	1.33	60,363.22	58,029.22	6
Fe	Killke	K4	54,722.41	0.82	55,117.83	54,013.93	6
Fe	Killke	K9	54,393.85	1.11	55,223.20	53,432.00	6
Fe	Killke	K1	53,240.85	0.51	53,641.73	52,899.84	6
Fe	Killke	K3	52,672.94	0.88	53,455.14	52,027.35	6
Fe	Killke	K7	52,513.88	1.20	53,362.28	51,624.99	6
Fe	Killke	K8	48,877.74	0.92	49,555.35	48,363.43	6
K	Killke	K4	44,978.44	1.19	45,727.06	44,272.87	6
S	Killke	K8	39,650.21	0.84	40,219.61	39,262.75	6
Ca	Killke	K7	36,968.79	1.30	37,611.25	36,241.21	6
K	Killke	K2	36,611.45	1.39	37,137.45	35,795.86	6
Ca	Killke	K9	35,365.28	0.63	35,661.43	35,117.41	6
K	Killke	K3	31,439.27	0.90	31,695.98	30,914.59	6
K	Killke	K9	30,308.21	0.91	30,654.41	29,933.54	6
K	Killke	K7	29,516.37	0.82	29,753.32	29,202.59	6
K	Killke	K8	28,449.22	1.34	29,111.02	28,068.58	6
K	Killke	K1	27,135.54	0.51	27,284.29	26,966.98	6
Ca	Killke	K4	26,680.19	1.38	27,177.44	26,255.86	6
Ca	Killke	K2	24,857.88	1.33	25,265.57	24,423.34	6
S	Killke	K4	23,879.78	1.25	24,191.16	23,459.79	6
Ca	Killke	K5	20,231.70	2.02	20,758.81	19,610.04	6
S	Killke	K1	19,698.19	0.78	19,967.68	19,533.19	6
S	Killke	K3	19,228.23	0.63	19,378.60	19,091.39	6
S	Killke	K2	15,117.25	1.93	15,491.64	14,637.69	6
S	Killke	K7	7,411.95	2.14	7,704.07	7,259.12	6
Ti	Killke	K5	6,958.67	5.65	7,432.06	6,502.85	6
Ti	Killke	K4	6,591.65	6.54	7,291.72	5,954.75	6
P	Killke	K2	6,347.20	3.00	6,691.88	6,107.06	6
S	Killke	K5	5,722.48	3.76	6,093.42	5,509.21	6
Ti	Killke	K2	5,559.43	6.82	5,859.92	4,851.14	6

Elemento	Estilo	Nombre	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Ti	Killke	K8	4,923.62	8.98	5,441.65	4,228.73	6
Ti	Killke	K1	4,917.08	7.47	5,332.41	4,550.70	6
Ti	Killke	K7	4,889.40	4.00	5,142.34	4,623.73	6
Ti	Killke	K9	4,841.34	7.38	5,239.34	4,376.96	6
Ti	Killke	K3	3,860.45	6.45	4,157.99	3,496.07	6
P	Killke	K1	2,678.95	3.57	2,781.88	2,545.15	6
P	Killke	K4	2,520.59	6.70	2,778.64	2,261.26	6
P	Killke	K8	2,508.20	2.78	2,599.26	2,407.73	6
P	Killke	K3	2,294.58	3.45	2,385.14	2,172.58	6
P	Killke	K5	2,292.47	5.32	2,428.45	2,153.78	6
S	Killke	K9	2,160.82	2.75	2,273.99	2,110.82	6
P	Killke	K9	1,571.01	7.56	1,729.68	1,397.86	6
Mn	Killke	K7	1,315.04	5.46	1,382.83	1,195.77	6
P	Killke	K7	999.40	10.27	1,142.73	888.42	6
Sr	Killke	K2	949.29	1.91	975.54	930.32	6
Sr	Killke	K4	933.76	0.89	942.06	918.09	6
Mn	Killke	K8	917.01	8.07	1,053.28	846.01	6
Sr	Killke	K5	905.40	2.31	945.33	886.99	6
Mn	Killke	K1	835.89	10.91	984.28	712.45	6
Mn	Killke	K3	797.53	7.02	890.50	727.00	6
Mn	Killke	K5	743.79	10.88	821.80	635.60	6
Mn	Killke	K9	728.71	5.53	790.38	681.28	6
Sr	Killke	K8	717.23	0.67	726.07	712.59	6
Mn	Killke	K4	682.04	6.91	756.96	628.98	6
Sr	Killke	K1	668.97	1.72	690.91	660.86	6
Mn	Killke	K2	646.48	8.61	737.28	588.31	6
Sr	Killke	K9	492.60	1.76	500.21	479.79	6
Sr	Killke	K7	487.78	3.72	505.43	455.18	6
Sr	Killke	K3	452.32	1.80	461.40	441.37	6
Zr	Killke	K5	279.48	1.60	284.12	272.37	6
Zr	Killke	K4	271.80	2.28	278.21	260.47	6
Zn	Killke	K3	269.15	8.09	290.80	239.14	6
Zr	Killke	K2	235.19	1.64	240.84	231.02	6
Zr	Killke	K9	202.02	1.53	205.21	196.79	6
Zn	Killke	K5	199.56	4.90	214.35	186.62	6
Zr	Killke	K7	191.02	1.72	196.52	186.33	6
Zn	Killke	K4	185.81	4.03	194.51	175.72	6

Elemento	Estilo	Nombre	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Zr	Killke	K1	164.28	2.41	169.14	158.90	6
Zr	Killke	K8	162.56	5.18	172.80	151.59	6
Rb	Killke	K5	161.60	3.76	171.02	152.44	6
Zn	Killke	K2	161.23	9.50	187.33	146.58	6
Rb	Killke	K2	149.88	1.49	152.75	146.62	6
Zn	Killke	K1	142.94	10.76	159.35	120.07	6
Zr	Killke	K3	141.37	2.88	145.83	136.14	6
Rb	Killke	K4	140.99	3.57	147.33	135.21	6
Rb	Killke	K7	131.18	1.22	133.74	129.84	6
Rb	Killke	K9	124.55	3.64	129.31	116.55	6
Zn	Killke	K9	119.27	6.57	132.26	108.74	6
Rb	Killke	K1	91.64	3.38	96.03	87.27	6
Zn	Killke	K7	88.33	9.46	98.42	78.70	6
Rb	Killke	K3	78.30	4.18	83.04	75.30	6
Rb	Killke	K8	44.88	4.49	47.67	43.16	6
Nb	Killke	K5	40.47	6.25	44.69	38.43	6
Zn	Killke	K8	40.17	7.36	43.56	36.28	6
Y	Killke	K5	34.80	5.38	37.17	32.24	6
Nb	Killke	K4	32.86	8.81	35.52	29.22	6
Y	Killke	K4	32.79	10.55	36.53	28.21	6
Y	Killke	K9	27.66	18.07	34.31	19.08	6
Nb	Killke	K2	27.64	30.81	43.63	20.18	6
Y	Killke	K2	27.21	7.99	28.72	23.71	6
Nb	Killke	K9	27.12	9.77	29.29	22.68	6
Nb	Killke	K1	26.77	6.78	29.26	24.60	6
Y	Killke	K8	26.29	3.66	27.70	25.09	6
Y	Killke	K7	25.15	11.98	28.67	21.04	6
Y	Killke	K1	25.05	22.14	29.55	17.55	6
Nb	Killke	K8	23.28	14.16	29.20	20.53	6
Nb	Killke	K3	22.20	30.28	35.55	17.07	6
Nb	Killke	K7	21.30	17.42	25.87	15.89	6
Y	Killke	K3	20.36	22.36	26.77	14.42	6
Si	Inca	I9	297,161.39	0.69	299,272.75	294,450.34	6
Si	Inca	I6	283,202.16	0.79	286,655.33	280,411.04	6
Si	Inca	I3	273,918.74	0.68	276,499.90	271,476.76	6
Si	Inca	I10	267,352.34	0.33	268,621.79	266,491.46	6
Si	Inca	I5	264,300.13	1.04	267,105.25	259,835.53	6

Elemento	Estilo	Nombre	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Si	Inca	I4	262,396.26	0.97	264,496.20	257,792.39	6
Si	Inca	I8	259,591.24	0.75	262,841.82	257,506.63	6
Si	Inca	I2	252,677.10	1.23	257,457.35	249,213.40	6
Si	Inca	I1	218,638.08	0.55	219,917.48	216,887.92	6
Si	Inca	I7	217,679.25	1.00	220,399.33	214,634.31	6
Al	Inca	I3	125,743.19	0.84	126,477.68	123,672.82	6
Al	Inca	I6	105,482.25	0.47	106,429.53	105,098.70	6
Al	Inca	I9	103,892.69	0.68	104,674.10	103,021.52	6
Al	Inca	I10	92,764.02	0.80	93,427.41	91,469.06	6
Al	Inca	I2	92,460.06	1.87	95,218.59	90,706.63	6
Al	Inca	I8	89,527.77	1.58	91,063.23	87,759.25	6
Al	Inca	I4	89,155.58	1.88	92,086.25	87,512.71	6
Al	Inca	I5	85,339.14	1.39	86,734.10	83,458.25	6
Al	Inca	I1	82,930.67	1.56	84,888.84	81,433.12	6
Al	Inca	I7	78,536.25	1.61	80,397.08	76,769.55	6
Ca	Inca	I1	71,792.49	1.09	72,636.79	70,930.91	6
Fe	Inca	I6	66,383.43	1.12	67,171.68	65,280.96	6
Fe	Inca	I3	65,569.91	0.59	66,176.28	65,057.60	6
Fe	Inca	I1	64,516.05	1.44	65,677.45	63,183.53	6
Ca	Inca	I7	62,382.55	2.10	64,089.03	60,750.43	6
Fe	Inca	I9	60,403.14	0.57	60,830.52	59,972.35	6
Fe	Inca	I10	60,073.22	0.51	60,403.89	59,675.67	6
Fe	Inca	I5	59,996.54	1.61	61,565.85	59,166.10	6
Fe	Inca	I8	58,801.44	0.97	59,772.27	58,204.14	6
K	Inca	I9	56,632.19	0.89	57,307.67	55,989.04	6
Fe	Inca	I7	54,646.94	0.94	55,075.06	53,678.91	6
K	Inca	I7	53,343.34	1.48	54,660.62	52,544.91	6
Fe	Inca	I4	52,108.43	1.02	52,897.32	51,303.66	6
Fe	Inca	I2	51,495.77	1.64	52,491.38	50,194.70	6
K	Inca	I5	51,073.49	1.76	51,928.83	49,397.53	6
K	Inca	I6	34,887.72	0.69	35,217.82	34,545.99	6
Ca	Inca	I2	34,494.85	1.89	35,258.44	33,577.41	6
K	Inca	I8	34,014.13	1.22	34,776.14	33,542.34	6
K	Inca	I4	33,929.26	0.90	34,148.75	33,319.91	6
Ca	Inca	I8	30,635.13	1.67	31,328.74	30,146.01	6
Ca	Inca	I5	30,523.16	1.52	30,915.27	29,649.68	6
K	Inca	I2	30,309.14	1.24	30,928.86	29,866.07	6

Elemento	Estilo	Nombre	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
K	Inca	I10	30,213.09	0.85	30,493.69	29,837.94	6
K	Inca	I1	26,578.82	1.14	26,922.41	26,229.26	6
K	Inca	I3	18,055.90	0.88	18,284.55	17,805.43	6
Ca	Inca	I4	17,736.95	1.69	18,260.62	17,472.58	6
Ca	Inca	I9	15,826.28	1.66	16,177.59	15,380.50	6
S	Inca	I7	14,571.67	2.78	15,029.62	13,993.81	6
S	Inca	I1	13,126.99	2.05	13,365.47	12,656.78	6
Ca	Inca	I10	13,124.70	1.04	13,282.84	12,930.53	6
S	Inca	I5	12,996.54	1.18	13,120.51	12,753.02	6
Ti	Inca	I6	8,208.13	2.11	8,465.34	7,980.09	6
Ti	Inca	I4	6,236.54	7.27	6,984.14	5,710.14	6
Ti	Inca	I5	5,757.20	3.46	5,963.19	5,504.97	6
Ti	Inca	I2	5,609.38	5.76	5,985.07	5,196.96	6
Ti	Inca	I8	5,346.19	7.34	5,713.77	4,737.57	6
Ti	Inca	I10	5,058.58	6.78	5,420.32	4,468.29	6
Ti	Inca	I3	4,961.79	4.43	5,290.34	4,655.65	6
S	Inca	I10	4,890.44	3.30	5,192.41	4,748.66	6
Ti	Inca	I1	4,816.29	6.95	5,267.79	4,347.45	6
Ti	Inca	I9	4,687.30	11.97	5,265.78	3,662.84	6
Ca	Inca	I6	4,658.55	2.73	4,803.33	4,475.46	6
Ti	Inca	I7	4,478.20	4.76	4,787.90	4,242.41	6
P	Inca	I8	4,405.10	4.76	4,659.37	4,183.54	6
S	Inca	I4	3,322.73	2.09	3,393.05	3,219.43	6
P	Inca	I1	2,944.41	4.25	3,072.96	2,778.18	6
P	Inca	I7	2,702.37	5.78	2,893.07	2,458.26	6
P	Inca	I10	2,619.99	4.89	2,743.02	2,414.88	6
P	Inca	I4	2,405.87	7.78	2,679.44	2,191.56	6
P	Inca	I3	1,929.31	2.92	2,002.88	1,855.50	6
P	Inca	I2	1,755.00	2.47	1,806.47	1,684.80	6
P	Inca	I5	1,688.85	3.92	1,751.45	1,571.87	6
P	Inca	I9	1,364.71	8.67	1,509.48	1,232.90	6
P	Inca	I6	1,196.83	3.58	1,237.39	1,116.44	6
Sr	Inca	I8	1,179.52	1.94	1,211.69	1,146.88	6
Mn	Inca	I1	1,037.09	5.33	1,111.81	977.35	6
Mn	Inca	I8	1,019.62	5.55	1,088.89	930.96	6
Mn	Inca	I10	1,018.95	5.61	1,104.65	929.63	6
Mn	Inca	I9	973.74	3.36	1,032.81	940.49	6

Elemento	Estilo	Nombre	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Sr	Inca	I1	971.90	1.01	981.78	959.36	6
Mn	Inca	I7	970.44	3.33	1,021.41	932.53	6
S	Inca	I8	958.60	6.35	1,024.53	878.23	6
Mn	Inca	I5	862.40	7.34	925.72	756.25	6
Mn	Inca	I2	830.93	3.10	851.22	792.40	6
Mn	Inca	I4	826.75	8.37	923.40	749.52	6
Sr	Inca	I6	820.24	1.19	833.78	811.77	6
Sr	Inca	I2	780.45	1.14	794.07	767.20	6
Sr	Inca	I4	766.40	1.02	776.16	752.29	6
Mn	Inca	I6	734.34	5.17	802.67	694.36	6
S	Inca	I9	689.99	9.04	772.56	594.63	6
Sr	Inca	I5	657.72	1.48	671.41	648.90	6
Sr	Inca	I9	631.79	1.40	638.47	619.31	6
Sr	Inca	I10	591.60	2.17	605.46	578.09	6
Sr	Inca	I7	560.46	2.94	582.84	533.63	6
S	Inca	I2	476.18	16.76	590.39	388.39	6
Mn	Inca	I3	350.38	18.90	457.67	277.68	6
Zr	Inca	I6	299.20	3.02	312.17	288.16	6
Zr	Inca	I8	270.96	3.28	281.50	261.36	6
Zn	Inca	I4	253.14	2.04	259.74	246.60	6
Zr	Inca	I4	240.70	4.83	255.10	226.04	6
Zn	Inca	I6	227.34	4.35	238.28	209.52	6
Zr	Inca	I10	219.49	1.78	227.15	216.72	6
Zr	Inca	I2	208.85	3.25	219.89	200.63	6
Zr	Inca	I1	207.33	3.91	219.39	197.33	6
Zr	Inca	I3	205.05	1.69	209.63	199.87	6
Zr	Inca	I9	204.49	1.94	209.68	198.85	6
Zr	Inca	I5	193.44	1.79	196.37	187.31	6
Zr	Inca	I7	192.71	2.72	199.71	183.75	6
Zn	Inca	I1	166.02	9.45	183.45	140.79	6
Zn	Inca	I10	156.81	6.51	168.90	139.96	6
Zn	Inca	I2	155.17	7.43	171.50	142.09	6
Zn	Inca	I5	154.76	8.80	169.21	135.79	6
Rb	Inca	I6	153.87	3.87	163.45	149.02	6
Rb	Inca	I8	148.96	5.19	158.65	139.14	6
Zn	Inca	I8	145.74	8.82	162.35	130.95	6
Rb	Inca	I4	143.36	2.24	148.41	139.35	6

Elemento	Estilo	Nombre	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Rb	Inca	I9	142.93	3.38	149.08	136.59	6
Rb	Inca	I7	142.35	3.17	149.22	135.35	6
Rb	Inca	I3	139.46	2.27	144.10	135.90	6
Rb	Inca	I2	137.95	5.44	147.45	128.45	6
Zn	Inca	I9	137.42	6.15	148.86	128.78	6
Rb	Inca	I10	135.73	4.25	144.55	128.73	6
Rb	Inca	I1	135.28	1.11	137.53	133.80	6
Sr	Inca	I3	133.12	2.08	137.34	130.62	6
Zn	Inca	I7	132.06	12.43	157.98	112.22	6
Rb	Inca	I5	128.08	5.94	142.55	121.99	6
Zn	Inca	I3	116.17	5.37	122.19	104.87	6
Nb	Inca	I6	47.20	10.62	53.80	40.81	6
Y	Inca	I3	41.24	9.85	45.40	35.02	6
Y	Inca	I8	36.11	9.32	40.62	32.48	6
Nb	Inca	I8	35.37	15.63	44.31	28.49	6
Y	Inca	I6	33.61	11.06	36.67	26.94	6
Y	Inca	I4	30.08	6.26	32.13	27.33	6
Nb	Inca	I4	29.91	16.26	39.22	25.99	6
Y	Inca	I2	29.31	11.06	33.95	25.10	6
Y	Inca	I9	29.00	5.34	30.66	26.76	6
Y	Inca	I1	28.71	8.19	30.91	25.58	6
Nb	Inca	I3	27.19	15.92	32.87	21.11	6
Nb	Inca	I10	26.38	10.34	29.89	23.23	6
Y	Inca	I7	25.26	12.35	28.73	19.71	6
Y	Inca	I10	24.86	10.82	28.36	21.81	6
Nb	Inca	I1	24.38	8.81	26.85	22.42	6
Nb	Inca	I2	23.18	23.54	32.52	17.35	6
Y	Inca	I5	22.95	5.71	25.13	21.65	6
Nb	Inca	I7	22.24	17.81	26.79	19.54	6
Nb	Inca	I9	20.91	18.98	25.97	15.73	6
Nb	Inca	I5	16.26	11.36	17.90	14.33	6
Ca	Inca	I3	<LOD		<LOD	<LOD	6
S	Inca	I3	<LOD		<LOD	<LOD	6
S	Inca	I6	<LOD		<LOD	<LOD	6

Apéndice F.2. Tabla de valores de los elementos químicos en los PIGMENTOS BLANCO, NEGRO Y ROJO de los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Lucre	Blanco	L10-B	Ca	146,733.50	0.36	147,411.0	146,147.0	6
Lucre	Blanco	L9-B	Ca	115,812.67	1.74	118,795.0	113,939.0	6
Lucre	Blanco	L8-B	Ca	94,891.83	0.39	95,427.0	94,436.0	6
Lucre	Blanco	L1-B	Ca	82,425.50	0.93	83,879.0	81,662.0	6
Lucre	Blanco	L5-B	Ca	77,303.33	0.59	77,654.0	76,407.0	6
Lucre	Blanco	L2-B	K	74,424.33	0.47	74,794.0	73,961.0	6
Lucre	Blanco	L1-B	Fe	71,800.17	0.56	72,375.0	71,374.0	6
Lucre	Blanco	L6-B	K	68,148.17	0.81	69,072.0	67,566.0	6
Lucre	Blanco	L5-B_r	K	64,623.67	0.67	65,053.0	63,897.0	6
Lucre	Blanco	L6-B	Ca	63,084.17	0.51	63,588.0	62,756.0	6
Lucre	Blanco	L8-B	Fe	58,598.83	0.49	58,975.0	58,239.0	6
Lucre	Blanco	L7-B	Fe	57,494.67	0.46	57,920.0	57,222.0	6
Lucre	Blanco	L5-B	K	57,284.00	0.72	57,824.0	56,682.0	6
Lucre	Blanco	L11-B	K	53,949.33	0.46	54,275.0	53,560.0	6
Lucre	Blanco	L5-B	Fe	51,402.50	0.31	51,633.0	51,148.0	6
Lucre	Blanco	L11-B	Fe	49,330.67	0.72	49,926.0	48,825.0	6
Lucre	Blanco	L9-B	K	48,066.33	0.96	48,565.0	47,424.0	6
Lucre	Blanco	L10-B	Fe	47,057.17	0.37	47,357.0	46,829.0	6
Lucre	Blanco	L7-B	Ca	42,431.00	0.51	42,657.0	42,091.0	6
Lucre	Blanco	L2-B	Fe	39,984.83	0.55	40,408.0	39,786.0	6
Lucre	Blanco	L8-B	K	39,828.50	0.59	40,111.0	39,512.0	6
Lucre	Blanco	L1-B	K	39,519.00	1.43	40,194.0	38,640.0	6
Lucre	Blanco	L9-B	Fe	39,121.00	0.81	39,541.0	38,807.0	6
Lucre	Blanco	L7-B	K	37,826.17	0.84	38,214.0	37,396.0	6
Lucre	Blanco	L6-B	Fe	35,132.17	0.34	35,266.0	34,922.0	6
Lucre	Blanco	L2-B	Ca	34,729.17	0.30	34,822.0	34,578.0	6
Lucre	Blanco	L5-B_r	Fe	33,514.50	0.66	33,869.0	33,273.0	6
Lucre	Blanco	L5-B_r	Ca	31,640.67	0.75	32,020.0	31,310.0	6
Lucre	Blanco	L10-B	K	29,639.17	0.97	29,946.0	29,240.0	6
Lucre	Blanco	L9-B	S	25,795.67	7.51	28,003.0	22,735.0	6
Lucre	Blanco	L11-B	Ca	20,724.83	0.22	20,791.0	20,674.0	6
Lucre	Blanco	L7-B	P	20,652.00	11.28	23,049.0	17,295.0	6
Lucre	Blanco	L9-B	P	18,186.33	8.52	20,675.0	16,416.0	6
Lucre	Blanco	L10-B	P	16,789.83	18.03	22,371.0	13,111.0	6
Lucre	Blanco	L1-B	P	15,635.00	19.99	19,962.0	11,896.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Lucre	Blanco	L6-B	P	14,089.67	20.52	18,028.0	9,186.0	6
Lucre	Blanco	L8-B	P	13,901.83	17.04	18,032.0	11,682.0	6
Lucre	Blanco	L5-B	P	13,456.33	16.66	17,095.0	10,946.0	6
Lucre	Blanco	L2-B	P	11,755.50	8.65	13,690.0	10,782.0	6
Lucre	Blanco	L5-B_r	P	10,679.33	10.02	12,150.0	9,395.0	6
Lucre	Blanco	L5-B	S	10,309.50	2.32	10,630.0	10,028.0	6
Lucre	Blanco	L11-B	P	10,017.33	12.73	11,396.0	8,062.0	6
Lucre	Blanco	L6-B	S	7,818.33	3.62	8,088.0	7,314.0	6
Lucre	Blanco	L5-B_r	Ti	5,514.67	0.70	5,580.0	5,480.0	6
Lucre	Blanco	L11-B	Ti	5,498.50	0.97	5,585.0	5,432.0	6
Lucre	Blanco	L2-B	Ti	5,365.17	0.63	5,410.0	5,328.0	6
Lucre	Blanco	L5-B	Ti	5,166.33	0.64	5,204.0	5,110.0	6
Lucre	Blanco	L10-B	Ti	4,725.00	0.82	4,792.0	4,694.0	6
Lucre	Blanco	L8-B	Ti	4,241.17	1.03	4,298.0	4,176.0	6
Lucre	Blanco	L9-B	Ti	4,198.50	1.78	4,322.0	4,111.0	6
Lucre	Blanco	L10-B	S	4,118.00	4.06	4,421.0	3,974.0	6
Lucre	Blanco	L7-B	Ti	3,898.50	0.71	3,921.0	3,850.0	6
Lucre	Blanco	L6-B	Ti	3,814.00	0.59	3,845.0	3,782.0	6
Lucre	Blanco	L8-B	S	3,395.17	7.05	3,628.0	2,995.0	6
Lucre	Blanco	L1-B	Ti	3,375.83	1.07	3,446.0	3,348.0	6
Lucre	Blanco	L8-B	Mn	3,036.33	0.58	3,050.0	3,002.0	6
Lucre	Blanco	L2-B	Mn	2,402.00	0.79	2,432.0	2,372.0	6
Lucre	Blanco	L7-B	Mn	1,911.67	1.04	1,932.0	1,880.0	6
Lucre	Blanco	L1-B	S	1,847.33	13.16	2,158.0	1,589.0	6
Lucre	Blanco	L7-B	S	1,729.33	15.90	2,071.0	1,270.0	6
Lucre	Blanco	L10-B	Mn	1,649.17	0.77	1,664.0	1,632.0	6
Lucre	Blanco	L1-B	Mn	1,513.67	1.20	1,539.0	1,488.0	6
Lucre	Blanco	L2-B	S	1,489.00	9.70	1,746.0	1,343.0	6
Lucre	Blanco	L5-B_r	S	1,397.67	16.99	1,763.0	1,084.0	6
Lucre	Blanco	L6-B	Mn	1,214.67	1.12	1,235.0	1,203.0	6
Lucre	Blanco	L9-B	Sr	1,128.17	1.30	1,147.0	1,113.0	6
Lucre	Blanco	L11-B	Mn	1,116.67	1.07	1,136.0	1,104.0	6
Lucre	Blanco	L9-B	Mn	1,098.33	4.56	1,164.0	1,057.0	6
Lucre	Blanco	L1-B	Sr	1,005.67	0.74	1,017.0	997.0	6
Lucre	Blanco	L2-B	Sr	995.50	1.18	1,011.0	980.0	6
Lucre	Blanco	L11-B	S	938.00	20.87	1,154.0	567.0	6
Lucre	Blanco	L10-B	Sr	879.17	2.06	895.0	849.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Lucre	Blanco	L5-B	Sr	806.67	0.64	814.0	801.0	6
Lucre	Blanco	L11-B	Sr	803.17	1.41	819.0	787.0	6
Lucre	Blanco	L8-B	Sr	765.50	0.97	776.0	756.0	6
Lucre	Blanco	L5-B_r	Sr	722.00	1.68	746.0	713.0	6
Lucre	Blanco	L7-B	Sr	665.83	1.04	673.0	655.0	6
Lucre	Blanco	L5-B	Mn	620.67	1.30	631.0	611.0	6
Lucre	Blanco	L6-B	Sr	604.67	1.70	616.0	587.0	6
Lucre	Blanco	L5-B_r	Mn	531.83	0.54	536.0	528.0	6
Lucre	Blanco	L10-B	Zr	386.50	1.36	392.0	378.0	6
Lucre	Blanco	L11-B	Zr	366.67	1.82	378.0	361.0	6
Lucre	Blanco	L5-B	Zr	359.17	1.96	369.0	350.0	6
Lucre	Blanco	L9-B	Zr	358.83	2.83	369.0	348.0	6
Lucre	Blanco	L5-B_r	Zr	336.67	1.63	345.0	328.0	6
Lucre	Blanco	L8-B	Zr	329.33	2.60	339.0	316.0	6
Lucre	Blanco	L2-B	Zr	309.00	1.26	312.0	302.0	6
Lucre	Blanco	L1-B	Zr	286.33	1.65	293.0	281.0	6
Lucre	Blanco	L10-B	Zn	281.17	1.70	287.0	274.0	6
Lucre	Blanco	L6-B	Zr	279.50	1.67	285.0	275.0	6
Lucre	Blanco	L7-B	Zr	245.00	1.71	250.0	239.0	6
Lucre	Blanco	L2-B	V	191.50	1.43	194.0	188.0	6
Lucre	Blanco	L5-B	Zn	157.50	2.30	161.0	151.0	6
Lucre	Blanco	L5-B	Rb	154.60	1.12	156.7	152.5	6
Lucre	Blanco	L8-B	Zn	150.67	3.13	158.0	145.0	6
Lucre	Blanco	L11-B	Rb	142.72	1.42	144.9	139.8	6
Lucre	Blanco	L10-B	Rb	140.55	1.65	144.8	138.3	6
Lucre	Blanco	L11-B	V	138.67	2.22	143.0	134.0	6
Lucre	Blanco	L7-B	V	138.33	3.47	145.0	135.0	6
Lucre	Blanco	L1-B	Rb	137.38	1.43	138.8	133.5	6
Lucre	Blanco	L8-B	Rb	135.58	1.33	138.5	133.9	6
Lucre	Blanco	L6-B	V	135.00	1.93	139.0	132.0	6
Lucre	Blanco	L5-B_r	Rb	131.92	1.44	134.1	128.8	6
Lucre	Blanco	L2-B	Zn	131.00	2.32	135.0	127.0	6
Lucre	Blanco	L11-B	Zn	130.33	2.51	136.0	126.0	6
Lucre	Blanco	L2-B	Rb	129.52	1.44	131.5	126.7	6
Lucre	Blanco	L9-B	Rb	124.33	1.60	128.0	122.9	6
Lucre	Blanco	L9-B	V	123.67	1.96	127.0	120.0	6
Lucre	Blanco	L7-B	Rb	120.72	1.56	122.7	118.5	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Lucre	Blanco	L6-B	Rb	116.58	1.91	119.9	113.1	6
Lucre	Blanco	L5-B	As	111.67	2.87	117.0	107.0	6
Lucre	Blanco	L10-B	V	109.67	3.25	115.0	105.0	6
Lucre	Blanco	L8-B	V	107.67	2.98	112.0	103.0	6
Lucre	Blanco	L6-B	Zn	104.83	2.73	110.0	102.0	6
Lucre	Blanco	L5-B_r	V	100.67	2.71	103.0	96.0	6
Lucre	Blanco	L5-B_r	Zn	99.33	3.35	105.0	95.0	6
Lucre	Blanco	L5-B	V	99.17	3.22	104.0	95.0	6
Lucre	Blanco	L7-B	Zn	98.83	1.49	101.0	97.0	6
Lucre	Blanco	L1-B	Zn	91.00	3.18	95.0	87.0	6
Lucre	Blanco	L1-B	V	84.17	5.74	93.0	80.0	6
Lucre	Blanco	L9-B	Zn	75.67	2.60	79.0	73.0	6
Lucre	Blanco	L10-B	Pb	53.50	4.84	57.0	51.0	6
Lucre	Blanco	L10-B	As	47.00	3.81	49.0	44.0	6
Lucre	Blanco	L5-B	Pb	43.92	4.59	46.0	41.4	6
Lucre	Blanco	L11-B	Pb	39.37	3.87	41.0	36.8	6
Lucre	Blanco	L5-B	Nb	31.60	2.61	32.7	30.2	6
Lucre	Blanco	L5-B_r	Nb	28.73	4.41	30.2	26.7	6
Lucre	Blanco	L5-B_r	As	27.07	2.78	27.7	25.6	6
Lucre	Blanco	L9-B	As	27.00	6.11	29.1	24.6	6
Lucre	Blanco	L10-B	Nb	26.62	4.94	27.8	24.7	6
Lucre	Blanco	L2-B	Pb	24.67	6.20	26.9	22.8	6
Lucre	Blanco	L5-B_r	Pb	22.23	6.75	24.6	20.6	6
Lucre	Blanco	L7-B	Pb	21.65	7.92	24.0	19.3	6
Lucre	Blanco	L11-B	Nb	21.13	5.11	22.8	19.8	6
Lucre	Blanco	L8-B	Pb	20.75	5.67	22.8	19.4	6
Lucre	Blanco	L8-B	Nb	20.43	3.91	21.1	19.3	6
Lucre	Blanco	L9-B	Nb	20.22	4.58	21.4	18.8	6
Lucre	Blanco	L2-B	As	19.80	7.33	22.1	18.2	6
Lucre	Blanco	L7-B	As	19.30	5.99	20.8	17.9	6
Lucre	Blanco	L2-B	Nb	18.38	4.80	20.0	17.4	6
Lucre	Blanco	L8-B	As	17.95	8.18	19.8	16.2	6
Lucre	Blanco	L6-B	As	17.80	10.40	20.5	15.4	6
Lucre	Blanco	L6-B	Nb	17.78	6.66	19.0	16.1	6
Lucre	Blanco	L1-B	Pb	16.87	7.57	19.0	15.2	6
Lucre	Blanco	L1-B	Nb	16.23	3.87	17.3	15.6	6
Lucre	Blanco	L9-B	Pb	16.07	8.74	17.7	13.9	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Lucre	Blanco	L6-B	Pb	15.58	8.95	18.0	14.0	6
Lucre	Blanco	L7-B	Nb	15.22	4.65	16.0	14.1	6
Lucre	Blanco	L1-B	As	14.30	9.91	16.6	12.3	6
Lucre	Blanco	L11-B	As	12.32	10.95	13.9	10.6	6
Lucre	Negro	L8-N	Fe	112,123.83	0.60	112,790.0	111,313.0	6
Lucre	Negro	L1-N	Fe	76,022.83	0.40	76,355.0	75,464.0	6
Lucre	Negro	L10-N	Fe	66,713.33	0.55	67,225.0	66,249.0	6
Lucre	Negro	L2-N	K	63,160.00	0.51	63,593.0	62,735.0	6
Lucre	Negro	L8-N	Ca	61,239.00	1.00	62,162.0	60,337.0	6
Lucre	Negro	L3-N	Fe	61,199.50	0.30	61,392.0	60,842.0	6
Lucre	Negro	L4-N	K	60,038.67	0.40	60,297.0	59,601.0	6
Lucre	Negro	L11-N	Fe	54,893.83	0.83	55,458.0	54,310.0	6
Lucre	Negro	L11-N	K	52,432.50	0.96	52,991.0	51,543.0	6
Lucre	Negro	L2-N	Fe	51,009.67	0.47	51,230.0	50,590.0	6
Lucre	Negro	L10-N_r	Fe	50,797.33	0.62	51,245.0	50,418.0	6
Lucre	Negro	L1-N	K	49,759.67	0.77	50,101.0	49,010.0	6
Lucre	Negro	L7-N	Fe	49,660.83	0.46	49,894.0	49,248.0	6
Lucre	Negro	L4-N	Fe	48,500.33	0.37	48,684.0	48,172.0	6
Lucre	Negro	L4-N	Ca	42,009.33	0.25	42,189.0	41,901.0	6
Lucre	Negro	L10-N_r	K	39,302.83	0.35	39,502.0	39,149.0	6
Lucre	Negro	L7-N	K	37,323.50	0.67	37,634.0	36,921.0	6
Lucre	Negro	L3-N	K	37,207.17	0.67	37,667.0	36,976.0	6
Lucre	Negro	L10-N	Ca	36,318.83	0.53	36,613.0	36,148.0	6
Lucre	Negro	L10-N	K	34,436.67	0.29	34,550.0	34,320.0	6
Lucre	Negro	L7-N	Ca	31,872.17	0.74	32,167.0	31,590.0	6
Lucre	Negro	L8-N	K	28,093.17	0.90	28,469.0	27,723.0	6
Lucre	Negro	L10-N_r	Ca	27,559.33	0.54	27,753.0	27,376.0	6
Lucre	Negro	L2-N	Ca	27,100.50	0.64	27,298.0	26,868.0	6
Lucre	Negro	L4-N	P	23,978.50	4.85	25,083.0	22,391.0	6
Lucre	Negro	L1-N	Ca	23,239.50	1.09	23,546.0	22,910.0	6
Lucre	Negro	L3-N	Ca	22,034.50	0.91	22,314.0	21,804.0	6
Lucre	Negro	L10-N	P	17,612.83	7.28	19,273.0	16,326.0	6
Lucre	Negro	L8-N	P	17,045.33	6.00	18,386.0	15,431.0	6
Lucre	Negro	L7-N	P	15,641.50	6.47	17,531.0	14,531.0	6
Lucre	Negro	L1-N	P	15,582.67	7.83	17,858.0	14,526.0	6
Lucre	Negro	L11-N	Ca	15,577.50	0.74	15,802.0	15,489.0	6
Lucre	Negro	L2-N	P	12,241.00	15.30	14,061.0	9,913.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Lucre	Negro	L10-N_r	P	11,702.67	13.80	13,361.0	9,417.0	6
Lucre	Negro	L3-N	P	11,636.50	10.54	13,061.0	10,114.0	6
Lucre	Negro	L10-N	S	11,196.67	2.61	11,595.0	10,820.0	6
Lucre	Negro	L11-N	P	9,869.33	8.62	10,895.0	8,752.0	6
Lucre	Negro	L8-N	Mn	8,965.33	0.61	9,020.0	8,899.0	6
Lucre	Negro	L10-N_r	Ti	7,860.50	0.52	7,921.0	7,800.0	6
Lucre	Negro	L4-N	S	7,453.67	3.13	7,747.0	7,100.0	6
Lucre	Negro	L3-N	Mn	6,525.67	0.65	6,580.0	6,474.0	6
Lucre	Negro	L4-N	Ti	6,022.00	0.53	6,072.0	5,978.0	6
Lucre	Negro	L10-N	Ti	5,939.00	0.94	6,034.0	5,885.0	6
Lucre	Negro	L3-N	Ti	5,212.67	0.64	5,257.0	5,154.0	6
Lucre	Negro	L2-N	Ti	5,019.83	0.75	5,081.0	4,979.0	6
Lucre	Negro	L11-N	Ti	4,948.33	1.01	5,023.0	4,890.0	6
Lucre	Negro	L7-N	Ti	4,540.83	0.95	4,596.0	4,497.0	6
Lucre	Negro	L1-N	Mn	4,497.50	0.83	4,553.0	4,454.0	6
Lucre	Negro	L1-N	Ti	3,945.00	0.45	3,969.0	3,918.0	6
Lucre	Negro	L2-N	Mn	3,936.17	0.86	3,980.0	3,890.0	6
Lucre	Negro	L10-N	Mn	3,781.33	0.22	3,793.0	3,771.0	6
Lucre	Negro	L4-N	Mn	2,923.67	0.49	2,950.0	2,911.0	6
Lucre	Negro	L8-N	Ti	2,882.33	0.89	2,916.0	2,843.0	6
Lucre	Negro	L10-N_r	S	2,665.00	6.46	2,934.0	2,499.0	6
Lucre	Negro	L11-N	Mn	2,315.00	0.85	2,343.0	2,286.0	6
Lucre	Negro	L7-N	S	1,976.67	9.01	2,233.0	1,756.0	6
Lucre	Negro	L2-N	S	1,776.83	7.56	2,032.0	1,654.0	6
Lucre	Negro	L7-N	Mn	1,628.50	0.83	1,651.0	1,613.0	6
Lucre	Negro	L1-N	S	1,521.17	12.70	1,795.0	1,199.0	6
Lucre	Negro	L10-N_r	Mn	1,483.67	1.19	1,514.0	1,469.0	6
Lucre	Negro	L11-N	S	1,467.83	9.98	1,628.0	1,285.0	6
Lucre	Negro	L4-N	Sr	1,200.00	0.74	1,211.0	1,186.0	6
Lucre	Negro	L3-N	S	1,165.67	18.05	1,425.0	886.0	6
Lucre	Negro	L1-N	Sr	1,090.67	1.50	1,118.0	1,075.0	6
Lucre	Negro	L3-N	Sr	1,058.67	0.42	1,062.0	1,050.0	6
Lucre	Negro	L8-N	S	1,045.50	4.55	1,101.0	1,002.0	6
Lucre	Negro	L2-N	Sr	928.00	1.16	936.0	908.0	6
Lucre	Negro	L10-N	Sr	848.50	1.13	859.0	834.0	6
Lucre	Negro	L10-N_r	Sr	843.83	0.77	854.0	835.0	6
Lucre	Negro	L11-N	Sr	818.17	1.44	835.0	802.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Lucre	Negro	L8-N	Sr	682.17	0.92	688.0	673.0	6
Lucre	Negro	L7-N	Sr	671.50	0.62	675.0	664.0	6
Lucre	Negro	L4-N	Zr	362.00	1.55	368.0	354.0	6
Lucre	Negro	L10-N_r	Zr	356.33	1.50	361.0	347.0	6
Lucre	Negro	L3-N	Zr	354.33	0.81	359.0	351.0	6
Lucre	Negro	L10-N	Zr	352.33	2.20	360.0	340.0	6
Lucre	Negro	L11-N	Zr	351.33	1.48	357.0	344.0	6
Lucre	Negro	L8-N	Zr	324.83	1.87	333.0	319.0	6
Lucre	Negro	L2-N	Zr	295.17	1.44	301.0	289.0	6
Lucre	Negro	L1-N	Zr	294.17	1.83	301.0	285.0	6
Lucre	Negro	L10-N_r	Zn	291.00	1.61	298.0	287.0	6
Lucre	Negro	L7-N	Zr	250.00	2.01	257.0	244.0	6
Lucre	Negro	L10-N	Zn	215.83	1.74	220.0	211.0	6
Lucre	Negro	L4-N	Zn	178.00	1.67	182.0	175.0	6
Lucre	Negro	L2-N	V	177.67	1.54	182.0	174.0	6
Lucre	Negro	L10-N_r	V	162.17	2.57	167.0	157.0	6
Lucre	Negro	L3-N	V	149.67	2.73	156.0	145.0	6
Lucre	Negro	L1-N	Rb	144.67	0.94	147.0	143.0	6
Lucre	Negro	L10-N_r	Rb	143.78	1.97	147.5	139.1	6
Lucre	Negro	L4-N	Rb	142.42	0.87	144.1	140.7	6
Lucre	Negro	L3-N	Rb	141.77	1.09	144.3	140.0	6
Lucre	Negro	L10-N	Rb	140.92	1.20	143.1	138.7	6
Lucre	Negro	L3-N	Zn	139.67	3.06	144.0	134.0	6
Lucre	Negro	L11-N	Rb	139.00	1.18	141.3	136.7	6
Lucre	Negro	L4-N	V	136.50	2.44	139.0	130.0	6
Lucre	Negro	L11-N	V	135.33	2.41	138.0	129.0	6
Lucre	Negro	L7-N	V	134.17	3.11	141.0	130.0	6
Lucre	Negro	L2-N	Rb	132.57	0.70	133.6	131.1	6
Lucre	Negro	L10-N	V	131.33	1.33	133.0	128.0	6
Lucre	Negro	L7-N	Rb	124.17	1.66	127.5	121.7	6
Lucre	Negro	L8-N	Rb	122.95	1.43	125.7	120.8	6
Lucre	Negro	L11-N	Zn	120.50	2.66	124.0	115.0	6
Lucre	Negro	L2-N	Zn	117.33	3.56	124.0	114.0	6
Lucre	Negro	L8-N	Zn	116.00	2.73	120.0	113.0	6
Lucre	Negro	L7-N	Zn	111.50	2.82	115.0	108.0	6
Lucre	Negro	L1-N	V	107.33	3.57	111.0	103.0	6
Lucre	Negro	L1-N	Zn	95.33	2.71	98.0	91.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Lucre	Negro	L8-N	V	58.50	10.07	64.0	50.0	6
Lucre	Negro	L10-N_r	Pb	57.67	5.45	63.0	54.0	6
Lucre	Negro	L4-N	Pb	53.17	2.77	55.0	51.0	6
Lucre	Negro	L10-N	Pb	43.02	4.33	45.0	40.0	6
Lucre	Negro	L4-N	As	41.67	1.96	42.0	40.0	6
Lucre	Negro	L11-N	Pb	40.52	3.78	42.9	38.3	6
Lucre	Negro	L10-N_r	As	34.00	4.16	36.0	32.0	6
Lucre	Negro	L10-N	As	33.05	4.04	35.2	31.3	6
Lucre	Negro	L4-N	Nb	27.72	2.94	28.8	26.3	6
Lucre	Negro	L2-N	Pb	27.70	9.18	30.3	23.2	6
Lucre	Negro	L3-N	Pb	26.68	12.54	31.3	23.6	6
Lucre	Negro	L10-N_r	Nb	25.68	4.55	27.2	24.3	6
Lucre	Negro	L2-N	As	24.30	5.53	26.5	22.9	6
Lucre	Negro	L10-N	Nb	24.08	5.93	26.2	22.3	6
Lucre	Negro	L7-N	Pb	21.48	7.20	23.9	19.9	6
Lucre	Negro	L11-N	Nb	20.88	8.84	22.9	18.4	6
Lucre	Negro	L3-N	Nb	19.42	4.29	20.7	18.2	6
Lucre	Negro	L8-N	As	18.72	5.58	19.5	17.1	6
Lucre	Negro	L2-N	Nb	17.65	10.10	19.6	14.7	6
Lucre	Negro	L8-N	Nb	17.20	5.62	18.8	16.4	6
Lucre	Negro	L1-N	Pb	17.08	15.16	20.8	14.7	6
Lucre	Negro	L8-N	Pb	17.02	13.61	19.9	14.4	6
Lucre	Negro	L7-N	As	16.52	6.00	18.2	15.1	6
Lucre	Negro	L1-N	Nb	16.40	6.66	17.9	15.0	6
Lucre	Negro	L7-N	Nb	16.05	2.26	16.6	15.6	6
Lucre	Negro	L3-N	As	14.35	10.34	16.1	12.4	6
Lucre	Negro	L1-N	As	13.35	7.24	14.9	12.3	6
Lucre	Negro	L11-N	As	11.23	9.62	12.5	9.3	6
Lucre	Rojo	L8-R	Fe	137,599.33	0.49	138,456.0	136,539.0	6
Lucre	Rojo	L1-R	Fe	86,112.67	0.78	87,117.0	85,429.0	6
Lucre	Rojo	L2-R	Fe	77,596.67	0.65	78,337.0	76,867.0	6
Lucre	Rojo	L9-R	Ca	71,964.67	3.04	76,324.0	70,472.0	6
Lucre	Rojo	L9-R	Fe	70,227.17	2.62	73,459.0	68,580.0	6
Lucre	Rojo	L11-R	Fe	70,034.33	0.28	70,333.0	69,784.0	6
Lucre	Rojo	L4-R	K	68,903.67	0.57	69,350.0	68,428.0	6
Lucre	Rojo	L5-R	Fe	63,687.83	0.40	64,187.0	63,521.0	6
Lucre	Rojo	L4-R	Fe	61,443.33	0.70	62,216.0	61,059.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Lucre	Rojo	L3-R	Fe	58,670.50	0.44	58,976.0	58,365.0	6
Lucre	Rojo	L7-R	Fe	56,809.00	0.46	57,218.0	56,451.0	6
Lucre	Rojo	L5-R	K	56,390.67	0.82	57,143.0	55,903.0	6
Lucre	Rojo	L2-R	K	54,589.50	0.10	54,650.0	54,504.0	6
Lucre	Rojo	L10-R	Fe	51,995.67	0.52	52,405.0	51,674.0	6
Lucre	Rojo	L1-R	K	49,161.50	0.75	49,647.0	48,670.0	6
Lucre	Rojo	L5-R	Ca	46,961.83	0.95	47,750.0	46,546.0	6
Lucre	Rojo	L9-R	K	40,862.00	1.37	41,412.0	39,789.0	6
Lucre	Rojo	L11-R	K	40,662.67	0.83	41,104.0	40,294.0	6
Lucre	Rojo	L3-R	K	38,710.50	0.47	39,003.0	38,544.0	6
Lucre	Rojo	L7-R	K	38,426.67	0.39	38,615.0	38,166.0	6
Lucre	Rojo	L10-R	Ca	37,536.50	0.89	38,077.0	37,138.0	6
Lucre	Rojo	L10-R	K	37,350.67	0.92	37,924.0	37,021.0	6
Lucre	Rojo	L8-R	K	34,834.83	1.00	35,203.0	34,383.0	6
Lucre	Rojo	L7-R	Ca	29,136.67	0.64	29,426.0	28,945.0	6
Lucre	Rojo	L3-R	Ca	27,050.67	0.55	27,237.0	26,871.0	6
Lucre	Rojo	L4-R	Ca	26,179.83	0.43	26,277.0	26,027.0	6
Lucre	Rojo	L1-R	Ca	22,570.17	1.07	22,962.0	22,222.0	6
Lucre	Rojo	L2-R	Ca	19,676.00	1.08	20,015.0	19,481.0	6
Lucre	Rojo	L7-R	P	18,312.83	4.48	19,467.0	17,178.0	6
Lucre	Rojo	L1-R	P	17,295.17	14.50	21,078.0	13,376.0	6
Lucre	Rojo	L9-R	P	16,716.50	13.57	19,480.0	13,947.0	6
Lucre	Rojo	L8-R	Ca	16,212.83	0.92	16,401.0	15,998.0	6
Lucre	Rojo	L8-R	P	15,932.00	11.57	17,497.0	12,864.0	6
Lucre	Rojo	L11-R	Ca	13,751.67	0.85	13,892.0	13,605.0	6
Lucre	Rojo	L5-R	P	13,698.17	19.11	16,738.0	10,143.0	6
Lucre	Rojo	L10-R	P	13,676.33	17.03	16,528.0	11,181.0	6
Lucre	Rojo	L4-R	P	12,711.83	11.11	15,316.0	11,071.0	6
Lucre	Rojo	L9-R	S	12,566.83	5.81	13,523.0	11,532.0	6
Lucre	Rojo	L3-R	P	11,622.17	10.80	13,550.0	10,181.0	6
Lucre	Rojo	L2-R	P	10,946.33	10.99	12,702.0	9,231.0	6
Lucre	Rojo	L11-R	P	9,136.83	5.18	9,889.0	8,582.0	6
Lucre	Rojo	L4-R	S	8,227.50	2.52	8,454.0	7,852.0	6
Lucre	Rojo	L10-R	Ti	7,835.50	0.54	7,900.0	7,795.0	6
Lucre	Rojo	L5-R	S	7,513.17	4.30	7,925.0	7,106.0	6
Lucre	Rojo	L5-R	Ti	5,427.17	1.48	5,501.0	5,308.0	6
Lucre	Rojo	L3-R	Ti	5,402.50	0.74	5,458.0	5,349.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Lucre	Rojo	L7-R	Ti	4,655.17	0.75	4,706.0	4,613.0	6
Lucre	Rojo	L11-R	Ti	4,465.83	1.05	4,534.0	4,392.0	6
Lucre	Rojo	L1-R	Mn	4,424.50	0.87	4,466.0	4,382.0	6
Lucre	Rojo	L4-R	Ti	4,215.83	0.87	4,276.0	4,179.0	6
Lucre	Rojo	L2-R	Ti	4,116.33	1.03	4,192.0	4,068.0	6
Lucre	Rojo	L1-R	Ti	3,747.33	1.81	3,835.0	3,677.0	6
Lucre	Rojo	L9-R	Ti	3,728.67	2.30	3,835.0	3,590.0	6
Lucre	Rojo	L8-R	Ti	3,494.83	0.45	3,516.0	3,473.0	6
Lucre	Rojo	L10-R	S	3,309.50	7.27	3,702.0	3,076.0	6
Lucre	Rojo	L3-R	Mn	2,781.33	0.75	2,813.0	2,755.0	6
Lucre	Rojo	L1-R	S	1,562.00	11.67	1,828.0	1,337.0	6
Lucre	Rojo	L7-R	S	1,414.17	15.52	1,657.0	1,079.0	6
Lucre	Rojo	L2-R	S	1,362.50	13.91	1,556.0	1,018.0	6
Lucre	Rojo	L3-R	S	1,266.67	19.70	1,652.0	1,001.0	6
Lucre	Rojo	L4-R	Sr	1,216.83	0.95	1,227.0	1,197.0	6
Lucre	Rojo	L8-R	S	1,118.33	16.09	1,320.0	974.0	6
Lucre	Rojo	L9-R	Sr	1,099.00	1.58	1,117.0	1,073.0	6
Lucre	Rojo	L1-R	Sr	1,075.00	1.82	1,109.0	1,052.0	6
Lucre	Rojo	L3-R	Sr	1,070.50	1.52	1,100.0	1,055.0	6
Lucre	Rojo	L7-R	Mn	1,022.00	1.01	1,037.0	1,009.0	6
Lucre	Rojo	L11-R	S	1,011.83	21.77	1,379.0	754.0	6
Lucre	Rojo	L2-R	Sr	959.50	0.66	970.0	953.0	6
Lucre	Rojo	L2-R	Mn	927.67	0.81	937.0	916.0	6
Lucre	Rojo	L8-R	Mn	888.17	1.28	897.0	866.0	6
Lucre	Rojo	L10-R	Sr	846.83	1.13	859.0	836.0	6
Lucre	Rojo	L5-R	Sr	821.00	1.86	835.0	800.0	6
Lucre	Rojo	L10-R	Mn	791.67	0.83	802.0	785.0	6
Lucre	Rojo	L11-R	Sr	787.33	0.94	799.0	780.0	6
Lucre	Rojo	L8-R	Sr	738.50	1.67	753.0	724.0	6
Lucre	Rojo	L7-R	Sr	706.00	1.83	725.0	685.0	6
Lucre	Rojo	L4-R	Mn	683.67	1.17	698.0	675.0	6
Lucre	Rojo	L11-R	Mn	525.17	1.09	534.0	519.0	6
Lucre	Rojo	L9-R	Mn	486.17	2.65	508.0	474.0	6
Lucre	Rojo	L5-R	Mn	483.33	1.29	491.0	478.0	6
Lucre	Rojo	L4-R	Zr	367.33	1.87	378.0	357.0	6
Lucre	Rojo	L11-R	Zr	361.67	1.01	367.0	356.0	6
Lucre	Rojo	L5-R	Zr	359.83	2.59	371.0	344.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Lucre	Rojo	L3-R	Zr	353.00	2.54	369.0	343.0	6
Lucre	Rojo	L9-R	Zr	343.00	3.51	363.0	326.0	6
Lucre	Rojo	L10-R	Zr	341.17	2.12	354.0	332.0	6
Lucre	Rojo	L8-R	Zr	317.50	2.00	325.0	308.0	6
Lucre	Rojo	L2-R	Zr	299.00	2.04	308.0	291.0	6
Lucre	Rojo	L10-R	Zn	296.50	0.90	300.0	293.0	6
Lucre	Rojo	L1-R	Zr	293.33	1.79	299.0	287.0	6
Lucre	Rojo	L7-R	Zr	259.00	1.32	262.0	253.0	6
Lucre	Rojo	L4-R	Zn	188.50	3.30	197.0	178.0	6
Lucre	Rojo	L10-R	V	165.17	1.77	168.0	161.0	6
Lucre	Rojo	L5-R	Zn	155.17	2.56	161.0	149.0	6
Lucre	Rojo	L2-R	V	155.00	1.91	158.0	152.0	6
Lucre	Rojo	L5-R	Rb	153.17	1.54	156.2	149.8	6
Lucre	Rojo	L3-R	V	145.83	4.74	154.0	136.0	6
Lucre	Rojo	L1-R	Rb	144.50	0.95	146.0	143.0	6
Lucre	Rojo	L3-R	Rb	141.60	1.34	143.6	138.5	6
Lucre	Rojo	L3-R	Zn	139.67	2.63	143.0	133.0	6
Lucre	Rojo	L7-R	V	139.00	4.10	148.0	133.0	6
Lucre	Rojo	L11-R	Rb	138.58	1.23	140.4	136.4	6
Lucre	Rojo	L4-R	Rb	138.07	1.25	140.3	135.4	6
Lucre	Rojo	L10-R	Rb	137.57	1.19	139.0	134.7	6
Lucre	Rojo	L7-R	Rb	130.28	1.95	132.5	125.3	6
Lucre	Rojo	L7-R	Zn	128.67	2.54	134.0	124.0	6
Lucre	Rojo	L2-R	Rb	125.83	0.50	126.7	125.2	6
Lucre	Rojo	L8-R	Rb	125.42	1.49	128.1	123.4	6
Lucre	Rojo	L11-R	V	117.83	3.81	122.0	109.0	6
Lucre	Rojo	L9-R	Zn	116.67	16.83	132.0	85.0	6
Lucre	Rojo	L9-R	Rb	116.47	1.44	118.5	113.7	6
Lucre	Rojo	L11-R	Zn	116.17	3.33	123.0	111.0	6
Lucre	Rojo	L8-R	Zn	116.17	1.99	119.0	113.0	6
Lucre	Rojo	L1-R	Zn	101.83	2.36	104.0	98.0	6
Lucre	Rojo	L9-R	V	100.67	7.84	108.0	88.0	6
Lucre	Rojo	L4-R	V	98.17	1.87	101.0	96.0	6
Lucre	Rojo	L5-R	V	97.17	4.09	101.0	92.0	6
Lucre	Rojo	L1-R	V	97.00	3.86	100.0	90.0	6
Lucre	Rojo	L2-R	Zn	82.33	4.78	88.0	77.0	6
Lucre	Rojo	L5-R	As	78.17	4.46	83.0	73.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Lucre	Rojo	L8-R	V	70.00	9.08	80.0	65.0	6
Lucre	Rojo	L10-R	Pb	59.00	3.22	62.0	56.0	6
Lucre	Rojo	L4-R	Pb	50.00	5.51	53.0	47.0	6
Lucre	Rojo	L5-R	Pb	41.18	5.15	44.5	38.9	6
Lucre	Rojo	L11-R	Pb	37.77	8.27	41.7	32.3	6
Lucre	Rojo	L10-R	As	33.67	4.85	36.0	31.0	6
Lucre	Rojo	L4-R	As	31.78	9.79	35.7	28.0	6
Lucre	Rojo	L5-R	Nb	31.00	2.63	31.9	29.8	6
Lucre	Rojo	L4-R	Nb	26.05	4.45	27.4	24.3	6
Lucre	Rojo	L10-R	Nb	24.58	5.28	26.3	23.0	6
Lucre	Rojo	L9-R	As	24.18	5.32	25.8	22.6	6
Lucre	Rojo	L7-R	Pb	22.72	5.49	24.1	20.4	6
Lucre	Rojo	L2-R	Pb	22.63	10.31	26.6	20.3	6
Lucre	Rojo	L11-R	Nb	20.60	4.98	22.1	19.2	6
Lucre	Rojo	L9-R	Pb	20.35	6.62	22.0	18.4	6
Lucre	Rojo	L9-R	Nb	20.25	5.43	21.5	18.6	6
Lucre	Rojo	L2-R	As	19.97	8.57	22.7	18.2	6
Lucre	Rojo	L1-R	Pb	19.43	17.57	25.0	15.0	6
Lucre	Rojo	L3-R	Nb	18.48	5.98	19.8	17.3	6
Lucre	Rojo	L8-R	Nb	18.15	6.71	19.3	16.4	6
Lucre	Rojo	L2-R	Nb	17.97	4.63	19.4	17.2	6
Lucre	Rojo	L3-R	As	17.83	9.57	20.4	15.7	6
Lucre	Rojo	L3-R	Pb	17.42	8.72	19.4	15.5	6
Lucre	Rojo	L7-R	As	17.10	6.95	18.9	15.9	6
Lucre	Rojo	L8-R	Pb	16.95	9.05	19.0	14.7	6
Lucre	Rojo	L1-R	Nb	16.27	9.71	17.9	14.2	6
Lucre	Rojo	L7-R	Nb	15.57	4.57	16.4	14.5	6
Lucre	Rojo	L8-R	As	13.78	13.69	15.8	10.9	6
Lucre	Rojo	L1-R	As	13.28	17.63	16.0	9.8	6
Lucre	Rojo	L11-R	As	10.92	16.87	13.6	8.5	6
Killke	Blanco	K6-B	Ca	129,584.67	0.56	130,580.0	128,747.0	6
Killke	Blanco	K5-B	Ca	124,659.67	0.63	125,284.0	123,211.0	6
Killke	Blanco	K6-B_r	Ca	115,664.67	0.67	116,714.0	114,444.0	6
Killke	Blanco	K3-B	Ca	95,261.50	0.83	96,048.0	93,768.0	6
Killke	Blanco	K4-B_r	Ca	84,454.50	0.51	85,070.0	83,955.0	6
Killke	Blanco	K5-B_r	Ca	81,906.67	0.92	82,841.0	81,076.0	6
Killke	Blanco	K1-B	K	80,151.33	0.34	80,627.0	79,908.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Killke	Blanco	K1-B	Ca	77,367.83	0.45	77,954.0	77,046.0	6
Killke	Blanco	K8-B	Ca	71,088.00	0.40	71,390.0	70,735.0	6
Killke	Blanco	K2-B_r	K	69,938.33	0.49	70,455.0	69,554.0	6
Killke	Blanco	K2-B	Ca	63,369.67	0.71	63,981.0	62,955.0	6
Killke	Blanco	K4-B_r	K	59,791.33	0.36	60,098.0	59,593.0	6
Killke	Blanco	K5-B_r	K	57,863.00	0.91	58,638.0	57,219.0	6
Killke	Blanco	K3-B	K	52,430.33	0.81	52,804.0	51,650.0	6
Killke	Blanco	K2-B_r	Ca	51,896.00	0.41	52,222.0	51,727.0	6
Killke	Blanco	K4-B	Ca	51,179.83	0.77	51,492.0	50,421.0	6
Killke	Blanco	K2-B	K	51,045.00	0.71	51,426.0	50,524.0	6
Killke	Blanco	K3-B	Fe	50,152.33	0.54	50,454.0	49,815.0	6
Killke	Blanco	K4-B	K	48,977.00	0.38	49,227.0	48,793.0	6
Killke	Blanco	K5-B	K	48,364.50	0.87	48,721.0	47,551.0	6
Killke	Blanco	K6-B	Fe	45,652.33	0.63	46,014.0	45,257.0	6
Killke	Blanco	K6-B_r	K	43,546.67	0.68	43,993.0	43,269.0	6
Killke	Blanco	K4-B	Fe	42,605.17	0.42	42,910.0	42,405.0	6
Killke	Blanco	K2-B_r	S	42,549.17	0.95	43,202.0	42,111.0	6
Killke	Blanco	K2-B_r	Fe	40,670.17	0.30	40,819.0	40,494.0	6
Killke	Blanco	K2-B	Fe	40,453.67	0.59	40,820.0	40,162.0	6
Killke	Blanco	K6-B_r	Fe	38,935.67	1.01	39,460.0	38,497.0	6
Killke	Blanco	K8-B	K	38,371.17	0.68	38,692.0	37,980.0	6
Killke	Blanco	K1-B	Fe	37,879.17	0.50	38,073.0	37,556.0	6
Killke	Blanco	K5-B	Fe	37,020.83	0.33	37,212.0	36,854.0	6
Killke	Blanco	K4-B_r	Fe	36,149.17	0.50	36,421.0	35,899.0	6
Killke	Blanco	K6-B	K	35,202.67	0.31	35,374.0	35,081.0	6
Killke	Blanco	K5-B_r	Fe	34,786.17	0.28	34,896.0	34,663.0	6
Killke	Blanco	K4-B_r	S	34,458.00	1.15	35,193.0	34,101.0	6
Killke	Blanco	K8-B	Fe	33,931.33	0.24	34,033.0	33,809.0	6
Killke	Blanco	K8-B	S	21,896.17	1.97	22,507.0	21,207.0	6
Killke	Blanco	K2-B	S	20,704.67	2.38	21,387.0	20,079.0	6
Killke	Blanco	K6-B_r	S	18,531.33	2.80	19,306.0	17,816.0	6
Killke	Blanco	K3-B	S	16,965.67	2.57	17,581.0	16,517.0	6
Killke	Blanco	K5-B	P	16,525.50	22.42	20,023.0	9,278.0	6
Killke	Blanco	K6-B_r	P	13,573.20	18.59	16,422.0	9,896.0	6
Killke	Blanco	K3-B	P	13,185.17	13.17	15,492.0	11,152.0	6
Killke	Blanco	K6-B	P	13,012.67	15.85	15,502.0	10,128.0	6
Killke	Blanco	K2-B_r	P	12,626.17	18.46	16,863.0	10,414.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Killke	Blanco	K4-B_r	P	12,541.83	11.93	14,324.0	10,522.0	6
Killke	Blanco	K8-B	P	12,004.00	11.10	13,422.0	9,779.0	6
Killke	Blanco	K5-B	S	11,648.17	4.46	12,164.0	10,870.0	6
Killke	Blanco	K4-B	P	10,378.83	23.61	12,591.0	5,876.0	6
Killke	Blanco	K2-B	P	9,315.83	16.82	11,205.0	7,545.0	6
Killke	Blanco	K1-B	P	9,061.33	25.26	11,522.0	6,394.0	6
Killke	Blanco	K5-B_r	P	7,901.33	15.78	9,878.0	6,530.0	6
Killke	Blanco	K4-B	S	7,866.33	1.95	8,071.0	7,603.0	6
Killke	Blanco	K3-B	Ti	6,202.83	1.10	6,257.0	6,080.0	6
Killke	Blanco	K6-B	S	5,694.17	5.37	5,974.0	5,111.0	6
Killke	Blanco	K4-B	Ti	5,487.67	0.59	5,543.0	5,454.0	6
Killke	Blanco	K5-B_r	Ti	5,073.50	0.67	5,120.0	5,026.0	6
Killke	Blanco	K8-B	Ti	5,032.50	0.57	5,065.0	4,981.0	6
Killke	Blanco	K6-B_r	Ti	4,730.00	0.56	4,765.0	4,703.0	6
Killke	Blanco	K6-B	Ti	4,641.17	0.89	4,690.0	4,570.0	6
Killke	Blanco	K2-B	Ti	4,630.17	1.22	4,698.0	4,558.0	6
Killke	Blanco	K5-B	Ti	4,591.17	0.81	4,630.0	4,533.0	6
Killke	Blanco	K2-B_r	Ti	4,457.83	0.74	4,521.0	4,436.0	6
Killke	Blanco	K1-B	Ti	4,429.17	1.07	4,489.0	4,356.0	6
Killke	Blanco	K3-B	Mn	4,421.50	1.07	4,470.0	4,335.0	6
Killke	Blanco	K4-B_r	Ti	4,295.67	0.94	4,373.0	4,253.0	6
Killke	Blanco	K5-B_r	S	3,798.67	8.55	4,309.0	3,477.0	6
Killke	Blanco	K1-B	S	3,337.17	6.02	3,582.0	3,034.0	6
Killke	Blanco	K6-B_r	Sr	1,471.83	1.00	1,489.0	1,457.0	6
Killke	Blanco	K6-B	Sr	1,410.83	1.43	1,439.0	1,389.0	6
Killke	Blanco	K5-B	Mn	1,142.00	0.88	1,157.0	1,129.0	6
Killke	Blanco	K8-B	Mn	976.50	1.18	991.0	956.0	6
Killke	Blanco	K6-B	Mn	933.33	1.02	947.0	919.0	6
Killke	Blanco	K2-B_r	Sr	928.83	1.57	951.0	912.0	6
Killke	Blanco	K2-B	Sr	915.17	1.66	936.0	893.0	6
Killke	Blanco	K5-B	Sr	845.67	1.86	863.0	822.0	6
Killke	Blanco	K5-B_r	Sr	814.67	1.78	840.0	798.0	6
Killke	Blanco	K4-B_r	Sr	792.17	0.77	801.0	787.0	6
Killke	Blanco	K4-B	Sr	773.33	1.53	789.0	757.0	6
Killke	Blanco	K8-B	Sr	720.67	1.20	731.0	707.0	6
Killke	Blanco	K1-B	Sr	700.17	0.88	707.0	692.0	6
Killke	Blanco	K1-B	Mn	697.33	0.56	705.0	694.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Killke	Blanco	K6-B_r	Mn	625.83	1.41	632.0	611.0	6
Killke	Blanco	K4-B_r	Mn	579.83	0.65	586.0	575.0	6
Killke	Blanco	K4-B	Mn	575.50	1.07	581.0	564.0	6
Killke	Blanco	K5-B_r	Mn	543.83	1.43	553.0	533.0	6
Killke	Blanco	K2-B	Mn	541.00	0.74	547.0	536.0	6
Killke	Blanco	K2-B_r	Mn	470.67	1.13	477.0	463.0	6
Killke	Blanco	K6-B	Zr	463.50	1.20	471.0	458.0	6
Killke	Blanco	K3-B	Sr	452.50	2.25	462.0	436.0	6
Killke	Blanco	K6-B_r	Zr	412.00	1.10	417.0	404.0	6
Killke	Blanco	K4-B	Zr	355.83	1.22	360.0	350.0	6
Killke	Blanco	K5-B	Zr	347.67	2.06	359.0	339.0	6
Killke	Blanco	K4-B_r	Zr	337.67	1.29	341.0	329.0	6
Killke	Blanco	K5-B_r	Zr	331.50	1.81	337.0	321.0	6
Killke	Blanco	K2-B_r	Zr	305.00	2.28	313.0	295.0	6
Killke	Blanco	K2-B	Zr	300.67	2.65	313.0	292.0	6
Killke	Blanco	K1-B	Zr	241.17	2.40	249.0	234.0	6
Killke	Blanco	K8-B	Zr	217.67	1.38	223.0	215.0	6
Killke	Blanco	K6-B_r	Zn	217.50	1.32	222.0	215.0	6
Killke	Blanco	K3-B	Zn	202.33	4.00	213.0	193.0	6
Killke	Blanco	K3-B	Zr	199.33	1.41	202.0	194.0	6
Killke	Blanco	K1-B	Rb	162.67	1.33	166.6	160.2	6
Killke	Blanco	K4-B	Zn	162.67	2.51	169.0	158.0	6
Killke	Blanco	K5-B	Rb	158.90	1.50	162.0	155.2	6
Killke	Blanco	K2-B_r	Zn	157.33	1.18	159.0	155.0	6
Killke	Blanco	K4-B_r	Zn	151.67	2.72	158.0	147.0	6
Killke	Blanco	K4-B	Rb	151.10	1.37	154.1	148.2	6
Killke	Blanco	K5-B_r	Rb	143.65	0.84	145.0	142.0	6
Killke	Blanco	K2-B_r	Rb	143.45	2.28	149.4	139.9	6
Killke	Blanco	K2-B_r	Pb	141.50	1.53	145.0	139.0	6
Killke	Blanco	K2-B	Zn	141.00	3.01	148.0	137.0	6
Killke	Blanco	K4-B_r	Rb	139.67	1.15	142.0	137.0	6
Killke	Blanco	K2-B	Rb	138.67	0.99	140.0	137.0	6
Killke	Blanco	K6-B_r	Rb	130.83	0.89	132.0	129.0	6
Killke	Blanco	K5-B_r	Zn	127.00	2.68	131.0	122.0	6
Killke	Blanco	K6-B_r	V	126.83	1.83	130.0	123.0	6
Killke	Blanco	K6-B	Rb	125.23	1.84	127.7	121.3	6
Killke	Blanco	K2-B	V	121.17	4.50	128.0	114.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Killke	Blanco	K2-B	Pb	120.00	2.79	125.0	115.0	6
Killke	Blanco	K5-B	Zn	120.00	3.73	126.0	113.0	6
Killke	Blanco	K8-B	Zn	119.17	3.07	125.0	115.0	6
Killke	Blanco	K2-B_r	V	117.83	3.66	124.0	112.0	6
Killke	Blanco	K6-B	V	116.83	3.57	123.0	111.0	6
Killke	Blanco	K4-B	V	111.67	2.87	116.0	109.0	6
Killke	Blanco	K5-B_r	V	108.17	4.39	115.0	103.0	6
Killke	Blanco	K3-B	V	105.50	2.92	110.0	102.0	6
Killke	Blanco	K5-B	V	100.33	3.26	105.0	96.0	6
Killke	Blanco	K4-B_r	V	98.83	1.49	101.0	97.0	6
Killke	Blanco	K1-B	Zn	98.50	2.71	103.0	95.0	6
Killke	Blanco	K1-B	V	98.17	3.43	103.0	95.0	6
Killke	Blanco	K5-B	As	83.67	2.47	87.0	81.0	6
Killke	Blanco	K6-B	Zn	80.83	2.40	84.0	79.0	6
Killke	Blanco	K8-B	Rb	78.50	2.42	80.9	75.2	6
Killke	Blanco	K3-B	Rb	78.22	1.57	79.9	76.1	6
Killke	Blanco	K6-B	As	75.17	1.77	77.0	73.0	6
Killke	Blanco	K8-B	V	69.50	4.04	73.0	65.0	6
Killke	Blanco	K5-B_r	As	66.50	3.77	70.0	64.0	6
Killke	Blanco	K4-B	Pb	42.65	5.54	46.0	39.9	6
Killke	Blanco	K4-B_r	As	42.15	4.02	44.2	39.2	6
Killke	Blanco	K2-B_r	As	39.50	7.64	43.0	35.0	6
Killke	Blanco	K2-B	As	39.00	10.26	45.0	36.0	6
Killke	Blanco	K6-B_r	As	39.00	3.24	41.0	38.0	6
Killke	Blanco	K4-B_r	Pb	36.65	4.86	39.1	34.6	6
Killke	Blanco	K6-B_r	Pb	36.17	4.76	39.0	34.0	6
Killke	Blanco	K4-B	As	34.20	4.75	36.0	31.6	6
Killke	Blanco	K6-B_r	Nb	30.62	7.35	33.0	27.2	6
Killke	Blanco	K5-B	Nb	29.28	5.43	31.2	26.8	6
Killke	Blanco	K6-B	Nb	29.27	4.73	31.1	27.7	6
Killke	Blanco	K4-B	Nb	29.18	3.39	30.6	27.9	6
Killke	Blanco	K4-B_r	Nb	27.53	4.47	29.7	26.3	6
Killke	Blanco	K5-B_r	Nb	27.45	5.80	29.0	24.7	6
Killke	Blanco	K8-B	Nb	21.10	4.27	22.1	19.6	6
Killke	Blanco	K2-B	Nb	20.97	6.27	22.7	18.7	6
Killke	Blanco	K5-B	Pb	20.40	9.08	23.2	17.5	6
Killke	Blanco	K5-B_r	Pb	20.08	12.88	22.7	16.5	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Killke	Blanco	K1-B	Nb	19.53	6.30	20.9	17.6	6
Killke	Blanco	K2-B_r	Nb	18.65	6.82	20.8	17.4	6
Killke	Blanco	K8-B	Pb	17.33	8.74	19.7	15.5	6
Killke	Blanco	K3-B	Nb	15.90	7.66	17.4	14.1	6
Killke	Blanco	K8-B	As	13.53	15.98	16.5	10.3	6
Killke	Blanco	K3-B	As	12.82	7.14	14.2	11.5	6
Killke	Blanco	K1-B	As	10.73	12.26	12.1	9.1	6
Killke	Blanco	K6-B	Pb	8.17	11.86	9.6	7.0	6
Killke	Blanco	K1-B	Pb	7.82	15.06	9.8	6.6	6
Killke	Blanco	K3-B	Pb	5.45	6.49	5.7	5.2	6
Killke	Negro	K5-N	Ca	132,954.33	0.25	133,381.0	132,476.0	6
Killke	Negro	K8-N	Fe	125,041.33	0.59	125,906.0	123,971.0	6
Killke	Negro	K1-N	Fe	122,652.00	0.36	123,272.0	122,136.0	6
Killke	Negro	K5-N	P	99,130.33	3.87	102,630.0	92,603.0	6
Killke	Negro	K3-N	Fe	80,649.83	0.56	80,969.0	79,804.0	6
Killke	Negro	K3-N	Ca	69,812.00	0.36	70,023.0	69,418.0	6
Killke	Negro	K2-N	Ca	64,777.00	0.85	65,519.0	64,228.0	6
Killke	Negro	K1-N	Ca	56,246.33	0.66	56,721.0	55,739.0	6
Killke	Negro	K9-N	Ca	53,680.67	0.35	53,925.0	53,392.0	6
Killke	Negro	K4-N	K	51,332.50	0.62	51,743.0	51,032.0	6
Killke	Negro	K5-N	K	48,063.33	0.66	48,443.0	47,515.0	6
Killke	Negro	K2-N	Fe	47,606.83	0.39	47,898.0	47,404.0	6
Killke	Negro	K2-N	K	44,781.00	0.55	45,252.0	44,609.0	6
Killke	Negro	K9-N	Fe	44,095.17	0.45	44,352.0	43,872.0	6
Killke	Negro	K4-N	Fe	43,327.67	0.41	43,485.0	42,984.0	6
Killke	Negro	K7-N	Ca	41,579.67	0.48	41,850.0	41,341.0	6
Killke	Negro	K7-N	Fe	41,261.17	0.29	41,477.0	41,110.0	6
Killke	Negro	K8-N	K	40,514.33	0.77	40,970.0	40,025.0	6
Killke	Negro	K5-N	Fe	37,473.50	0.64	37,873.0	37,195.0	6
Killke	Negro	K3-N	K	36,575.17	0.79	37,120.0	36,349.0	6
Killke	Negro	K7-N	K	36,085.00	0.41	36,307.0	35,930.0	6
Killke	Negro	K9-N	K	32,826.83	0.25	32,939.0	32,692.0	6
Killke	Negro	K4-N	Ca	28,724.33	1.38	29,335.0	28,236.0	6
Killke	Negro	K1-N	P	28,392.50	7.10	31,801.0	26,375.0	6
Killke	Negro	K8-N	Mn	28,278.17	1.55	28,958.0	27,666.0	6
Killke	Negro	K8-N	Ca	25,283.67	1.55	25,656.0	24,599.0	6
Killke	Negro	K1-N	K	24,515.33	0.71	24,847.0	24,357.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Killke	Negro	K1-N	Ti	22,329.17	0.96	22,650.0	22,050.0	6
Killke	Negro	K8-N	P	21,826.50	5.10	23,273.0	20,100.0	6
Killke	Negro	K3-N	P	21,389.00	9.97	24,857.0	18,997.0	6
Killke	Negro	K9-N	S	18,484.00	2.13	18,972.0	18,018.0	6
Killke	Negro	K2-N	S	18,056.33	3.77	18,760.0	16,875.0	6
Killke	Negro	K7-N	Mn	16,277.00	0.43	16,366.0	16,202.0	6
Killke	Negro	K4-N	P	13,683.33	14.38	16,918.0	11,545.0	6
Killke	Negro	K3-N	Mn	13,369.83	0.41	13,430.0	13,315.0	6
Killke	Negro	K9-N	P	12,917.50	10.30	14,339.0	10,973.0	6
Killke	Negro	K3-N	Ti	12,838.17	0.61	12,925.0	12,725.0	6
Killke	Negro	K1-N	S	12,040.33	3.89	12,720.0	11,407.0	6
Killke	Negro	K7-N	P	11,891.83	8.88	13,402.0	10,480.0	6
Killke	Negro	K8-N	Ti	11,743.83	1.77	11,982.0	11,437.0	6
Killke	Negro	K2-N	P	10,621.83	11.91	12,094.0	9,088.0	6
Killke	Negro	K5-N	S	9,812.17	2.41	10,092.0	9,512.0	6
Killke	Negro	K4-N	S	8,307.67	2.59	8,636.0	8,083.0	6
Killke	Negro	K7-N	S	8,138.17	4.21	8,689.0	7,755.0	6
Killke	Negro	K3-N	S	7,407.00	4.47	7,869.0	6,953.0	6
Killke	Negro	K8-N	S	6,944.50	2.53	7,112.0	6,707.0	6
Killke	Negro	K4-N	Ti	6,713.33	1.10	6,842.0	6,643.0	6
Killke	Negro	K9-N	Ti	6,375.00	0.41	6,420.0	6,344.0	6
Killke	Negro	K7-N	Ti	5,333.50	0.74	5,372.0	5,269.0	6
Killke	Negro	K2-N	Ti	4,898.83	0.52	4,939.0	4,861.0	6
Killke	Negro	K5-N	Ti	4,131.50	0.69	4,169.0	4,090.0	6
Killke	Negro	K9-N	Mn	2,920.50	0.34	2,935.0	2,905.0	6
Killke	Negro	K1-N	Mn	2,622.17	0.67	2,650.0	2,602.0	6
Killke	Negro	K2-N	Mn	1,536.00	0.73	1,550.0	1,521.0	6
Killke	Negro	K5-N	Mn	1,512.17	0.68	1,531.0	1,502.0	6
Killke	Negro	K2-N	Sr	962.67	1.74	984.0	938.0	6
Killke	Negro	K4-N	Sr	863.67	1.69	879.0	838.0	6
Killke	Negro	K5-N	Sr	840.50	1.69	865.0	821.0	6
Killke	Negro	K8-N	Sr	722.83	1.93	738.0	704.0	6
Killke	Negro	K1-N	Sr	664.83	1.18	677.0	654.0	6
Killke	Negro	K4-N	Mn	535.00	1.79	545.0	522.0	6
Killke	Negro	K9-N	Sr	462.50	1.17	469.0	454.0	6
Killke	Negro	K3-N	Sr	460.00	1.19	466.0	452.0	6
Killke	Negro	K7-N	Sr	457.67	1.71	471.0	449.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Killke	Negro	K4-N	Zr	368.00	2.19	377.0	354.0	6
Killke	Negro	K5-N	Zr	336.50	1.60	346.0	331.0	6
Killke	Negro	K2-N	Zr	334.67	2.40	345.0	321.0	6
Killke	Negro	K8-N	V	320.50	2.92	334.0	306.0	6
Killke	Negro	K3-N	Zn	280.83	1.09	285.0	278.0	6
Killke	Negro	K9-N	Zr	256.33	1.47	261.0	251.0	6
Killke	Negro	K7-N	V	245.83	2.36	253.0	236.0	6
Killke	Negro	K7-N	Zr	234.33	1.80	240.0	229.0	6
Killke	Negro	K8-N	Zr	232.17	1.75	239.0	228.0	6
Killke	Negro	K1-N	Zr	227.33	2.69	233.0	216.0	6
Killke	Negro	K3-N	Zr	205.17	1.73	209.0	200.0	6
Killke	Negro	K1-N	V	184.67	6.45	207.0	174.0	6
Killke	Negro	K7-N	Zn	178.33	2.52	183.0	171.0	6
Killke	Negro	K3-N	V	175.50	4.17	184.0	166.0	6
Killke	Negro	K4-N	Zn	161.67	4.12	169.0	150.0	6
Killke	Negro	K4-N	Rb	157.33	1.11	160.0	156.0	6
Killke	Negro	K2-N	Zn	157.17	2.39	162.0	153.0	6
Killke	Negro	K9-N	V	142.67	2.61	147.0	137.0	6
Killke	Negro	K5-N	Rb	141.73	1.01	144.0	140.0	6
Killke	Negro	K2-N	Rb	140.42	1.55	142.8	137.2	6
Killke	Negro	K4-N	V	137.50	2.79	142.0	132.0	6
Killke	Negro	K2-N	Pb	134.67	2.33	139.0	130.0	6
Killke	Negro	K2-N	V	131.50	3.93	139.0	124.0	6
Killke	Negro	K5-N	Zn	124.67	2.94	130.0	121.0	6
Killke	Negro	K8-N	Zn	124.00	4.65	132.0	116.0	6
Killke	Negro	K7-N	Rb	122.33	1.09	124.7	121.0	6
Killke	Negro	K9-N	Rb	117.28	1.77	119.3	113.5	6
Killke	Negro	K9-N	Zn	113.00	2.09	117.0	110.0	6
Killke	Negro	K1-N	Zn	102.50	2.02	106.0	101.0	6
Killke	Negro	K5-N	V	95.00	3.39	99.0	90.0	6
Killke	Negro	K1-N	Rb	92.35	1.44	93.8	90.8	6
Killke	Negro	K3-N	Rb	79.58	1.89	81.7	78.0	6
Killke	Negro	K8-N	Rb	73.72	1.57	74.8	71.9	6
Killke	Negro	K5-N	As	54.25	4.59	58.5	51.2	6
Killke	Negro	K4-N	Pb	44.33	4.44	48.0	43.0	6
Killke	Negro	K4-N	As	40.50	3.40	43.0	39.0	6
Killke	Negro	K2-N	As	37.67	10.44	42.0	31.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Killke	Negro	K4-N	Nb	30.12	3.78	31.7	28.4	6
Killke	Negro	K5-N	Nb	28.95	4.30	31.1	27.7	6
Killke	Negro	K9-N	Nb	22.18	4.07	23.3	20.8	6
Killke	Negro	K8-N	Nb	20.28	6.88	21.8	17.7	6
Killke	Negro	K5-N	Pb	20.15	14.35	24.2	15.8	6
Killke	Negro	K7-N	Pb	19.97	9.54	22.5	17.4	6
Killke	Negro	K2-N	Nb	19.28	4.39	20.3	18.0	6
Killke	Negro	K7-N	Nb	18.62	5.06	19.5	17.0	6
Killke	Negro	K1-N	Nb	16.58	6.73	17.9	14.6	6
Killke	Negro	K7-N	As	16.12	8.19	17.5	14.4	6
Killke	Negro	K3-N	Nb	15.52	7.52	17.3	14.4	6
Killke	Negro	K9-N	Pb	13.77	8.77	15.6	11.9	6
Killke	Negro	K9-N	As	13.03	8.17	14.9	12.1	6
Killke	Negro	K8-N	Pb	11.63	16.42	14.5	8.5	6
Killke	Negro	K1-N	As	10.12	16.04	11.9	8.3	6
Killke	Negro	K8-N	As	9.93	10.40	11.3	8.4	6
Killke	Negro	K3-N	As	9.20	14.07	10.8	7.4	6
Killke	Negro	K1-N	Pb	6.00		6.0	6.0	6
Killke	Negro	K3-N	Pb	6.00	30.64	7.3	4.7	6
Killke	Rojo	K6-R	Ca	127,410.00	0.79	128,743.0	126,092.0	6
Killke	Rojo	K5-R	Ca	116,752.67	0.51	117,597.0	115,983.0	6
Killke	Rojo	K9-R	Fe	100,013.17	0.41	100,598.0	99,460.0	6
Killke	Rojo	K4-R	Ca	73,439.83	0.60	74,162.0	72,929.0	6
Killke	Rojo	K4-R	Fe	52,290.33	0.41	52,527.0	51,967.0	6
Killke	Rojo	K4-R	K	50,667.17	0.62	51,117.0	50,253.0	6
Killke	Rojo	K5-R	K	45,329.17	0.68	45,697.0	44,915.0	6
Killke	Rojo	K6-R	Fe	45,060.17	0.42	45,341.0	44,767.0	6
Killke	Rojo	K5-R	Fe	42,306.50	0.53	42,642.0	41,963.0	6
Killke	Rojo	K6-R	K	38,195.67	0.89	38,802.0	37,797.0	6
Killke	Rojo	K9-R	Ca	31,438.83	1.26	32,085.0	30,944.0	6
Killke	Rojo	K9-R	K	23,726.17	1.63	24,296.0	23,373.0	6
Killke	Rojo	K9-R	S	20,292.00	1.68	20,711.0	19,820.0	6
Killke	Rojo	K9-R	P	17,639.00	12.81	22,060.0	15,944.0	6
Killke	Rojo	K5-R	P	17,053.67	12.05	20,173.0	14,803.0	6
Killke	Rojo	K5-R	S	15,279.33	3.25	15,847.0	14,490.0	6
Killke	Rojo	K4-R	S	15,017.50	2.11	15,460.0	14,643.0	6
Killke	Rojo	K6-R	P	13,951.83	14.19	17,568.0	12,210.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Killke	Rojo	K4-R	P	12,367.33	25.04	15,771.0	8,163.0	6
Killke	Rojo	K6-R	S	8,814.33	5.33	9,667.0	8,318.0	6
Killke	Rojo	K9-R	Ti	5,052.67	1.12	5,127.0	4,982.0	6
Killke	Rojo	K5-R	Ti	4,207.50	0.98	4,263.0	4,149.0	6
Killke	Rojo	K4-R	Ti	4,110.50	0.88	4,148.0	4,059.0	6
Killke	Rojo	K6-R	Ti	4,074.33	0.46	4,098.0	4,053.0	6
Killke	Rojo	K9-R	Mn	2,926.50	1.15	2,985.0	2,884.0	6
Killke	Rojo	K6-R	Sr	1,445.17	2.14	1,489.0	1,406.0	6
Killke	Rojo	K5-R	Mn	912.33	1.08	928.0	897.0	6
Killke	Rojo	K5-R	Sr	812.33	1.03	822.0	799.0	6
Killke	Rojo	K6-R	Mn	790.67	1.16	805.0	782.0	6
Killke	Rojo	K4-R	Sr	740.50	0.43	745.0	737.0	6
Killke	Rojo	K4-R	Mn	583.50	1.01	593.0	577.0	6
Killke	Rojo	K9-R	Sr	439.33	1.61	453.0	434.0	6
Killke	Rojo	K6-R	Zr	401.17	2.38	411.0	384.0	6
Killke	Rojo	K4-R	Zr	336.67	1.61	343.0	330.0	6
Killke	Rojo	K5-R	Zr	330.17	2.53	344.0	321.0	6
Killke	Rojo	K9-R	Zr	255.33	2.63	267.0	247.0	6
Killke	Rojo	K6-R	Zn	201.00	1.78	206.0	197.0	6
Killke	Rojo	K9-R	V	164.83	3.01	171.0	158.0	6
Killke	Rojo	K5-R	Rb	140.92	1.47	143.1	137.9	6
Killke	Rojo	K4-R	Rb	140.45	1.10	142.3	137.9	6
Killke	Rojo	K4-R	Zn	138.00	2.15	142.0	134.0	6
Killke	Rojo	K6-R	Rb	121.25	0.74	122.5	120.0	6
Killke	Rojo	K9-R	Rb	109.43	1.40	111.4	107.5	6
Killke	Rojo	K9-R	Zn	108.00	1.94	111.0	106.0	6
Killke	Rojo	K5-R	Zn	105.00	2.95	109.0	100.0	6
Killke	Rojo	K6-R	V	101.17	4.21	106.0	95.0	6
Killke	Rojo	K5-R	V	92.17	3.85	97.0	87.0	6
Killke	Rojo	K4-R	V	86.33	2.99	89.0	82.0	6
Killke	Rojo	K5-R	As	58.70	2.61	60.5	56.1	6
Killke	Rojo	K4-R	As	42.48	4.03	44.6	39.9	6
Killke	Rojo	K4-R	Pb	36.52	4.91	39.2	34.7	6
Killke	Rojo	K4-R	Nb	29.58	1.70	30.0	28.7	6
Killke	Rojo	K6-R	As	29.10	2.26	30.1	28.2	6
Killke	Rojo	K5-R	Nb	28.03	3.61	30.0	27.3	6
Killke	Rojo	K6-R	Nb	26.92	7.19	30.0	24.9	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Killke	Rojo	K9-R	Nb	20.23	4.47	21.4	19.3	6
Killke	Rojo	K9-R	Pb	18.80	12.77	23.4	16.8	6
Killke	Rojo	K5-R	Pb	18.45	6.67	20.8	17.2	6
Killke	Rojo	K6-R	Pb	15.73	13.23	19.6	13.5	6
Killke	Rojo	K9-R	As	14.00	17.39	17.1	11.0	6
Inca	Blanco	I6-B	Fe	262,255.83	1.05	266,033.0	258,451.0	6
Inca	Blanco	I8-B	Fe	139,670.83	0.52	140,431.0	138,349.0	6
Inca	Blanco	I2-B	Ca	112,970.33	0.72	114,182.0	111,828.0	6
Inca	Blanco	I4-B	Fe	73,319.17	0.25	73,616.0	73,078.0	6
Inca	Blanco	I3-B	K	71,636.17	0.36	71,941.0	71,192.0	6
Inca	Blanco	I1-B	Ca	69,166.67	0.56	69,839.0	68,863.0	6
Inca	Blanco	I9-B	Fe	55,106.33	0.58	55,522.0	54,574.0	6
Inca	Blanco	I7-B	Fe	54,495.17	1.24	55,860.0	54,104.0	6
Inca	Blanco	I1-B	Fe	54,337.17	0.49	54,698.0	54,023.0	6
Inca	Blanco	I7-B	K	52,417.83	0.36	52,546.0	52,036.0	6
Inca	Blanco	I10-B	Fe	51,595.33	0.39	51,848.0	51,298.0	6
Inca	Blanco	I3-B	Fe	51,302.17	0.47	51,597.0	51,005.0	6
Inca	Blanco	I8-B	K	50,168.33	1.26	51,016.0	49,515.0	6
Inca	Blanco	I2-B	Fe	45,321.50	0.33	45,524.0	45,154.0	6
Inca	Blanco	I2-B	K	42,932.67	1.42	43,469.0	41,985.0	6
Inca	Blanco	I3-B	S	41,646.67	1.57	42,346.0	40,768.0	6
Inca	Blanco	I1-B	K	39,953.00	0.80	40,263.0	39,495.0	6
Inca	Blanco	I4-B	K	39,389.00	0.83	40,032.0	39,155.0	6
Inca	Blanco	I9-B	Ca	38,801.67	2.64	39,862.0	37,073.0	6
Inca	Blanco	I10-B	K	38,217.33	0.82	38,619.0	37,847.0	6
Inca	Blanco	I10-B	Ca	38,163.83	0.47	38,335.0	37,860.0	6
Inca	Blanco	I9-B	K	35,300.83	0.70	35,605.0	35,022.0	6
Inca	Blanco	I7-B	Ca	33,833.83	1.27	34,068.0	32,963.0	6
Inca	Blanco	I4-B	Ca	28,838.67	1.16	29,303.0	28,498.0	6
Inca	Blanco	I6-B	Ca	27,290.00	1.25	27,754.0	26,696.0	6
Inca	Blanco	I3-B	P	24,006.33	8.22	27,327.0	22,445.0	6
Inca	Blanco	I6-B	P	20,862.33	12.53	25,644.0	18,019.0	6
Inca	Blanco	I8-B	Ca	19,515.83	1.09	19,869.0	19,230.0	6
Inca	Blanco	I8-B	P	19,347.83	13.48	23,848.0	16,251.0	6
Inca	Blanco	I3-B	Ca	18,603.50	0.57	18,727.0	18,418.0	6
Inca	Blanco	I4-B	P	15,771.00	8.25	17,896.0	14,080.0	6
Inca	Blanco	I7-B	P	14,068.50	7.35	15,585.0	12,737.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Inca	Blanco	I9-B	P	13,214.67	17.97	15,903.0	10,131.0	6
Inca	Blanco	I2-B	P	12,459.33	24.06	18,429.0	10,034.0	6
Inca	Blanco	I1-B	P	12,444.67	18.14	16,170.0	9,794.0	6
Inca	Blanco	I10-B	P	11,766.67	7.45	12,997.0	10,656.0	6
Inca	Blanco	I6-B	K	11,333.00	1.52	11,504.0	11,024.0	6
Inca	Blanco	I1-B	S	10,040.67	3.66	10,461.0	9,464.0	6
Inca	Blanco	I9-B	Mn	8,281.83	0.83	8,354.0	8,156.0	6
Inca	Blanco	I8-B	Mn	8,056.50	1.32	8,241.0	7,950.0	6
Inca	Blanco	I2-B	S	6,314.50	3.75	6,632.0	6,072.0	6
Inca	Blanco	I9-B	Ti	5,198.00	0.52	5,237.0	5,161.0	6
Inca	Blanco	I2-B	Mn	4,786.83	1.70	4,907.0	4,694.0	6
Inca	Blanco	I10-B	Ti	4,764.33	0.71	4,803.0	4,715.0	6
Inca	Blanco	I3-B	Ti	4,598.67	0.73	4,649.0	4,561.0	6
Inca	Blanco	I3-B	Mn	4,549.83	0.67	4,588.0	4,516.0	6
Inca	Blanco	I6-B	Mn	4,486.83	1.20	4,560.0	4,431.0	6
Inca	Blanco	I1-B	Ti	4,458.83	1.25	4,514.0	4,381.0	6
Inca	Blanco	I8-B	S	4,407.50	11.97	4,950.0	3,514.0	6
Inca	Blanco	I7-B	Ti	4,401.17	1.23	4,459.0	4,304.0	6
Inca	Blanco	I4-B	Ti	4,295.67	1.31	4,382.0	4,228.0	6
Inca	Blanco	I2-B	Ti	4,009.50	1.48	4,075.0	3,940.0	6
Inca	Blanco	I8-B	Ti	3,508.00	1.98	3,584.0	3,401.0	6
Inca	Blanco	I6-B	Ti	2,908.00	1.75	2,969.0	2,829.0	6
Inca	Blanco	I7-B	S	2,185.17	17.27	2,793.0	1,713.0	6
Inca	Blanco	I10-B	Mn	2,078.33	0.70	2,100.0	2,063.0	6
Inca	Blanco	I9-B	S	1,805.33	14.55	2,204.0	1,526.0	6
Inca	Blanco	I10-B	S	1,751.00	4.60	1,889.0	1,667.0	6
Inca	Blanco	I7-B	Mn	1,338.50	1.38	1,369.0	1,316.0	6
Inca	Blanco	I1-B	Mn	1,149.33	1.39	1,169.0	1,128.0	6
Inca	Blanco	I4-B	Mn	1,121.83	0.56	1,131.0	1,113.0	6
Inca	Blanco	I8-B	Sr	1,088.00	0.98	1,107.0	1,077.0	6
Inca	Blanco	I4-B	S	1,031.67	29.20	1,443.0	779.0	6
Inca	Blanco	I1-B	Sr	1,026.83	0.90	1,039.0	1,016.0	6
Inca	Blanco	I6-B	Sr	883.50	1.43	899.0	861.0	6
Inca	Blanco	I4-B	Sr	792.17	0.76	800.0	784.0	6
Inca	Blanco	I2-B	Sr	745.50	0.94	759.0	740.0	6
Inca	Blanco	I7-B	Sr	600.83	1.56	610.0	585.0	6
Inca	Blanco	I10-B	Sr	581.33	0.42	584.0	577.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Inca	Blanco	I9-B	Sr	564.33	1.56	574.0	550.0	6
Inca	Blanco	I6-B	Zr	354.67	1.09	361.0	352.0	6
Inca	Blanco	I8-B	Zr	328.00	3.21	341.0	312.0	6
Inca	Blanco	I4-B	Zr	300.00	1.19	306.0	295.0	6
Inca	Blanco	I1-B	Zr	288.50	1.78	296.0	280.0	6
Inca	Blanco	I3-B	Zr	284.83	1.70	292.0	278.0	6
Inca	Blanco	I9-B	V	278.50	2.82	286.0	264.0	6
Inca	Blanco	I2-B	Zr	273.00	1.11	278.0	269.0	6
Inca	Blanco	I9-B	Zr	254.00	1.49	258.0	247.0	6
Inca	Blanco	I10-B	Zr	253.00	1.97	260.0	248.0	6
Inca	Blanco	I7-B	Zr	239.83	1.66	246.0	235.0	6
Inca	Blanco	I4-B	Zn	169.83	2.34	176.0	165.0	6
Inca	Blanco	I2-B	Zn	156.33	0.52	157.0	155.0	6
Inca	Blanco	I3-B	Sr	154.00	0.82	155.0	152.0	6
Inca	Blanco	I8-B	Rb	145.67	0.83	147.0	144.0	6
Inca	Blanco	I9-B	Rb	139.45	1.10	142.2	138.0	6
Inca	Blanco	I3-B	Rb	136.92	1.05	138.7	134.7	6
Inca	Blanco	I1-B	Rb	136.78	0.58	137.8	135.8	6
Inca	Blanco	I7-B	Rb	135.90	1.94	140.0	133.2	6
Inca	Blanco	I3-B	V	135.17	2.54	139.0	131.0	6
Inca	Blanco	I3-B	Zn	134.83	2.07	138.0	130.0	6
Inca	Blanco	I4-B	Rb	134.03	1.36	136.9	132.5	6
Inca	Blanco	I1-B	Zn	132.50	2.97	138.0	129.0	6
Inca	Blanco	I10-B	Rb	131.22	1.22	133.3	129.5	6
Inca	Blanco	I1-B	V	130.33	2.10	135.0	127.0	6
Inca	Blanco	I2-B	Rb	129.93	0.84	130.7	127.8	6
Inca	Blanco	I10-B	V	125.17	2.96	129.0	119.0	6
Inca	Blanco	I7-B	V	122.17	0.62	123.0	121.0	6
Inca	Blanco	I2-B	V	118.83	2.02	121.0	115.0	6
Inca	Blanco	I6-B	Rb	118.17	2.30	121.0	115.0	6
Inca	Blanco	I8-B	Zn	118.17	1.96	121.0	114.0	6
Inca	Blanco	I9-B	Zn	117.67	3.86	123.0	112.0	6
Inca	Blanco	I7-B	Zn	117.17	2.38	121.0	114.0	6
Inca	Blanco	I4-B	V	113.33	3.47	118.0	108.0	6
Inca	Blanco	I6-B	Zn	109.00	3.94	114.0	102.0	6
Inca	Blanco	I10-B	Zn	100.50	2.58	104.0	97.0	6
Inca	Blanco	I8-B	V	84.50	5.49	92.0	79.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Inca	Blanco	I6-B	As	83.00	3.41	87.0	80.0	6
Inca	Blanco	I1-B	Pb	74.83	1.97	76.0	72.0	6
Inca	Blanco	I3-B	Pb	74.17	3.12	78.0	72.0	6
Inca	Blanco	I6-B	Pb	73.50	3.73	78.0	70.0	6
Inca	Blanco	I8-B	Pb	70.33	3.99	73.0	66.0	6
Inca	Blanco	I3-B	As	59.67	5.37	64.0	56.0	6
Inca	Blanco	I7-B	As	41.15	3.61	42.7	39.2	6
Inca	Blanco	I4-B	Pb	31.92	2.79	32.8	30.7	6
Inca	Blanco	I1-B	As	29.33	5.13	32.0	28.0	6
Inca	Blanco	I7-B	Pb	27.07	6.14	29.2	24.5	6
Inca	Blanco	I9-B	Pb	26.25	4.81	28.3	24.6	6
Inca	Blanco	I10-B	Pb	26.12	3.03	27.2	25.2	6
Inca	Blanco	I6-B	Nb	25.08	6.90	26.8	23.0	6
Inca	Blanco	I8-B	As	24.67	8.76	27.0	22.0	6
Inca	Blanco	I3-B	Nb	23.70	0.00	23.7	23.7	6
Inca	Blanco	I8-B	Nb	22.57	5.04	23.9	21.3	6
Inca	Blanco	I2-B	As	22.50	2.70	23.3	21.8	6
Inca	Blanco	I4-B	As	19.88	4.75	20.5	18.0	6
Inca	Blanco	I4-B	Nb	18.90	2.27	19.6	18.4	6
Inca	Blanco	I1-B	Nb	18.02	5.45	19.2	16.3	6
Inca	Blanco	I10-B	As	17.92	6.88	19.3	16.0	6
Inca	Blanco	I2-B	Nb	17.52	5.34	18.3	15.8	6
Inca	Blanco	I9-B	As	15.90	10.80	17.9	13.2	6
Inca	Blanco	I10-B	Nb	15.43	13.80	18.7	13.2	6
Inca	Blanco	I9-B	Nb	15.42	8.30	17.5	13.6	6
Inca	Blanco	I7-B	Nb	14.70	6.65	15.8	13.5	6
Inca	Blanco	I2-B	Pb	6.18	8.40	6.7	5.2	6
Inca	Blanco	I6-B	S	<LOD		<LOD	<LOD	6
Inca	Blanco	I6-B	V	<LOD		<LOD	<LOD	6
Inca	Negro	I8-N	Fe	285,432.50	0.91	290,391.0	283,690.0	6
Inca	Negro	I6-N	Fe	190,655.33	0.60	192,661.0	189,451.0	6
Inca	Negro	I5-N	Fe	157,782.67	2.78	164,506.0	153,141.0	6
Inca	Negro	I1-N	Fe	125,333.17	0.70	126,541.0	124,278.0	6
Inca	Negro	I10-N	Fe	91,117.67	0.31	91,516.0	90,734.0	6
Inca	Negro	I7-N_r	Fe	83,243.67	13.81	91,565.0	60,839.0	6
Inca	Negro	I4-N	Fe	82,182.00	0.30	82,455.0	81,777.0	6
Inca	Negro	I2-N	Fe	76,939.00	0.36	77,388.0	76,647.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Inca	Negro	I9-N	Ca	73,701.17	0.63	74,178.0	72,826.0	6
Inca	Negro	I3-N	K	62,157.50	0.38	62,507.0	61,943.0	6
Inca	Negro	I3-N	Fe	54,336.00	0.65	54,893.0	53,850.0	6
Inca	Negro	I9-N	Fe	53,737.67	0.57	54,078.0	53,206.0	6
Inca	Negro	I7-N_r	Ca	49,782.67	10.84	54,043.0	39,401.0	6
Inca	Negro	I2-N	K	47,472.50	0.98	47,912.0	46,605.0	6
Inca	Negro	I7-N_r	K	45,549.33	11.61	49,680.0	35,113.0	6
Inca	Negro	I1-N	Ca	42,877.67	0.53	43,176.0	42,583.0	6
Inca	Negro	I4-N	K	36,568.83	1.07	37,272.0	36,158.0	6
Inca	Negro	I9-N	K	34,075.17	0.74	34,368.0	33,744.0	6
Inca	Negro	I4-N	Ca	33,067.83	1.19	33,612.0	32,517.0	6
Inca	Negro	I3-N	S	31,957.17	1.63	32,593.0	31,014.0	6
Inca	Negro	I7-N_r	S	31,636.50	8.42	35,075.0	27,033.0	6
Inca	Negro	I8-N	K	31,534.83	1.39	31,960.0	30,958.0	6
Inca	Negro	I1-N	K	30,792.00	0.97	31,294.0	30,428.0	6
Inca	Negro	I6-N	Ca	30,705.50	1.07	31,362.0	30,461.0	6
Inca	Negro	I8-N	P	28,679.33	8.28	32,619.0	26,111.0	6
Inca	Negro	I10-N	K	28,590.33	0.86	28,911.0	28,340.0	6
Inca	Negro	I2-N	Ca	25,087.00	0.65	25,402.0	24,975.0	6
Inca	Negro	I5-N	K	22,701.17	3.49	23,471.0	21,429.0	6
Inca	Negro	I9-N	P	20,883.50	9.74	23,456.0	17,974.0	6
Inca	Negro	I10-N	Ca	20,782.00	0.73	20,973.0	20,604.0	6
Inca	Negro	I7-N_r	P	19,836.83	17.95	24,442.0	14,229.0	6
Inca	Negro	I1-N	P	19,322.50	16.79	23,326.0	14,264.0	6
Inca	Negro	I6-N	P	18,141.67	6.19	19,786.0	16,408.0	6
Inca	Negro	I5-N	P	17,368.00	10.65	20,024.0	14,380.0	6
Inca	Negro	I4-N	P	15,971.67	4.38	17,201.0	15,186.0	6
Inca	Negro	I5-N	S	14,356.33	6.04	15,130.0	13,096.0	6
Inca	Negro	I3-N	P	14,114.50	10.18	16,015.0	12,379.0	6
Inca	Negro	I10-N	P	13,662.00	12.49	14,842.0	10,421.0	6
Inca	Negro	I6-N	K	13,649.00	0.93	13,787.0	13,439.0	6
Inca	Negro	I3-N	Ca	13,422.33	1.03	13,587.0	13,246.0	6
Inca	Negro	I5-N	Ca	11,865.00	15.43	13,345.0	9,546.0	6
Inca	Negro	I2-N	Mn	11,520.50	0.64	11,623.0	11,412.0	6
Inca	Negro	I2-N	P	11,381.83	16.44	13,859.0	8,807.0	6
Inca	Negro	I1-N	S	11,270.17	4.09	11,842.0	10,590.0	6
Inca	Negro	I1-N	Mn	8,529.83	1.22	8,672.0	8,435.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Inca	Negro	I9-N	Mn	8,282.83	0.59	8,359.0	8,214.0	6
Inca	Negro	I8-N	Mn	7,996.67	0.81	8,098.0	7,910.0	6
Inca	Negro	I2-N	S	5,948.67	2.85	6,270.0	5,815.0	6
Inca	Negro	I3-N	Mn	5,494.83	0.54	5,541.0	5,458.0	6
Inca	Negro	I5-N	Mn	5,455.50	14.44	6,077.0	4,402.0	6
Inca	Negro	I7-N_r	Mn	5,448.67	11.21	5,935.0	4,268.0	6
Inca	Negro	I6-N	Mn	5,317.00	1.53	5,424.0	5,196.0	6
Inca	Negro	I9-N	Ti	5,247.67	0.49	5,277.0	5,209.0	6
Inca	Negro	I10-N	Mn	5,211.00	0.52	5,250.0	5,183.0	6
Inca	Negro	I3-N	Ti	4,875.83	1.02	4,938.0	4,795.0	6
Inca	Negro	I4-N	Ti	4,519.00	0.96	4,602.0	4,476.0	6
Inca	Negro	I2-N	Ti	4,195.33	0.76	4,237.0	4,142.0	6
Inca	Negro	I10-N	Ti	3,825.17	1.35	3,898.0	3,747.0	6
Inca	Negro	I9-N	S	3,552.83	7.44	3,798.0	3,054.0	6
Inca	Negro	I6-N	Ti	3,506.00	2.40	3,620.0	3,413.0	6
Inca	Negro	I8-N	S	3,390.17	12.17	3,989.0	2,876.0	6
Inca	Negro	I1-N	Ti	3,146.83	1.02	3,178.0	3,103.0	6
Inca	Negro	I5-N	Ti	3,140.33	2.02	3,231.0	3,060.0	6
Inca	Negro	I7-N_r	Ti	3,081.00	2.87	3,217.0	2,974.0	6
Inca	Negro	I4-N	Mn	2,594.33	0.95	2,621.0	2,551.0	6
Inca	Negro	I8-N	Ti	2,330.50	2.42	2,383.0	2,225.0	6
Inca	Negro	I8-N	Ca	1,841.17	8.10	2,003.0	1,634.0	6
Inca	Negro	I10-N	S	1,687.83	20.54	2,086.0	1,233.0	6
Inca	Negro	I6-N	S	1,386.50	10.96	1,494.0	1,279.0	6
Inca	Negro	I4-N	S	1,145.00	19.64	1,542.0	945.0	6
Inca	Negro	I1-N	Sr	1,009.17	1.69	1,029.0	985.0	6
Inca	Negro	I8-N	Sr	1,007.17	2.16	1,050.0	990.0	6
Inca	Negro	I6-N	Sr	862.50	0.72	872.0	857.0	6
Inca	Negro	I4-N	Sr	779.17	0.99	787.0	767.0	6
Inca	Negro	I2-N	Sr	727.33	1.25	738.0	715.0	6
Inca	Negro	I9-N	Sr	593.67	0.78	600.0	587.0	6
Inca	Negro	I10-N	Sr	566.83	1.29	576.0	555.0	6
Inca	Negro	I5-N	Sr	544.33	1.61	554.0	535.0	6
Inca	Negro	I7-N_r	Sr	489.83	17.04	559.0	325.0	6
Inca	Negro	I6-N	Zr	364.00	2.29	377.0	355.0	6
Inca	Negro	I8-N	Zr	320.83	2.43	335.0	312.0	6
Inca	Negro	I9-N	V	303.83	1.63	309.0	297.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Inca	Negro	I4-N	Zr	295.00	1.27	301.0	290.0	6
Inca	Negro	I1-N	Zr	277.17	2.28	284.0	268.0	6
Inca	Negro	I3-N	Zr	276.17	1.82	286.0	272.0	6
Inca	Negro	I2-N	Zr	274.17	2.74	285.0	264.0	6
Inca	Negro	I9-N	Zr	255.50	1.33	260.0	251.0	6
Inca	Negro	I7-N_r	Zn	250.33	92.57	718.0	120.0	6
Inca	Negro	I10-N	Zr	245.17	2.33	253.0	237.0	6
Inca	Negro	I5-N	Zr	234.33	1.94	240.0	229.0	6
Inca	Negro	I7-N_r	Zr	210.17	17.26	236.0	138.0	6
Inca	Negro	I2-N	Zn	201.67	1.71	206.0	197.0	6
Inca	Negro	I4-N	Zn	183.67	0.82	186.0	182.0	6
Inca	Negro	I3-N	V	146.33	2.39	149.0	141.0	6
Inca	Negro	I3-N	Rb	144.98	1.08	146.9	142.6	6
Inca	Negro	I3-N	Sr	144.00	1.64	147.0	141.0	6
Inca	Negro	I8-N	Rb	139.17	1.39	143.0	138.0	6
Inca	Negro	I2-N	V	138.33	1.35	140.0	136.0	6
Inca	Negro	I9-N	Rb	136.17	0.95	137.6	134.1	6
Inca	Negro	I4-N	Rb	134.32	1.14	136.3	132.0	6
Inca	Negro	I5-N	V	134.00	16.70	165.0	113.0	6
Inca	Negro	I2-N	Rb	132.17	0.48	133.2	131.4	6
Inca	Negro	I1-N	Rb	129.52	1.81	133.2	126.2	6
Inca	Negro	I3-N	Zn	129.00	1.83	132.0	126.0	6
Inca	Negro	I6-N	Rb	128.38	1.09	131.0	127.0	6
Inca	Negro	I5-N	Rb	127.32	1.18	130.2	126.2	6
Inca	Negro	I10-N	Rb	125.52	1.13	126.9	123.5	6
Inca	Negro	I7-N_r	Rb	123.02	13.28	131.7	90.0	6
Inca	Negro	I1-N	Zn	121.83	3.22	124.0	114.0	6
Inca	Negro	I5-N	Zn	119.33	3.92	125.0	112.0	6
Inca	Negro	I6-N	Zn	112.00	2.59	114.0	107.0	6
Inca	Negro	I9-N	Zn	111.17	2.63	114.0	106.0	6
Inca	Negro	I4-N	V	110.83	3.44	116.0	105.0	6
Inca	Negro	I10-N	Zn	105.33	3.43	111.0	101.0	6
Inca	Negro	I3-N	Pb	101.17	3.15	107.0	98.0	6
Inca	Negro	I10-N	V	97.17	7.02	110.0	91.0	6
Inca	Negro	I8-N	Zn	91.00	3.81	95.0	86.0	6
Inca	Negro	I1-N	V	84.17	6.94	94.0	78.0	6
Inca	Negro	I8-N	Pb	82.50	3.14	86.0	79.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Inca	Negro	I6-N	Pb	80.83	2.87	85.0	78.0	6
Inca	Negro	I3-N	As	74.83	5.82	80.0	68.0	6
Inca	Negro	I6-N	As	74.17	4.78	79.0	68.0	6
Inca	Negro	I7-N_r	V	69.17	17.34	79.0	47.0	6
Inca	Negro	I1-N	Pb	65.50	3.71	70.0	63.0	6
Inca	Negro	I5-N	As	57.67	9.02	65.0	52.0	6
Inca	Negro	I5-N	Pb	49.83	3.89	53.0	48.0	6
Inca	Negro	I6-N	V	36.83	11.44	44.0	32.0	6
Inca	Negro	I4-N	Pb	35.35	5.20	38.2	33.3	6
Inca	Negro	I8-N	V	31.50	12.17	37.0	26.0	6
Inca	Negro	I6-N	Nb	26.72	6.57	28.6	24.2	6
Inca	Negro	I10-N	Pb	26.03	8.90	28.2	21.8	6
Inca	Negro	I7-N_r	As	24.92	13.79	27.3	18.1	6
Inca	Negro	I9-N	Pb	23.33	6.54	25.2	21.1	6
Inca	Negro	I7-N_r	Pb	23.03	16.86	26.2	15.7	6
Inca	Negro	I3-N	Nb	22.98	3.03	23.6	21.7	6
Inca	Negro	I4-N	As	21.52	9.15	23.4	18.5	6
Inca	Negro	I1-N	As	20.17	13.82	24.0	17.0	6
Inca	Negro	I8-N	Nb	19.62	4.58	20.7	18.3	6
Inca	Negro	I2-N	Nb	18.65	6.74	19.6	16.4	6
Inca	Negro	I4-N	Nb	18.10	7.24	19.4	16.5	6
Inca	Negro	I10-N	As	17.53	8.37	19.4	15.2	6
Inca	Negro	I1-N	Nb	16.35	7.28	18.4	15.3	6
Inca	Negro	I9-N	As	16.32	10.53	18.9	14.1	6
Inca	Negro	I10-N	Nb	15.75	9.05	17.8	13.8	6
Inca	Negro	I9-N	Nb	15.68	3.81	16.4	14.8	6
Inca	Negro	I2-N	As	15.43	6.65	17.1	14.2	6
Inca	Negro	I5-N	Nb	14.50	8.50	15.7	12.7	6
Inca	Negro	I7-N_r	Nb	13.68	17.40	17.6	10.3	6
Inca	Negro	I8-N	As	11.80	15.16	14.0	10.0	6
Inca	Negro	I2-N	Pb	5.72	10.32	6.5	5.1	6
Inca	Rojo	I5-R	Fe	193,839.17	3.37	202,702.0	187,611.0	6
Inca	Rojo	I7-R	Fe	163,765.17	0.86	165,808.0	162,073.0	6
Inca	Rojo	I6-R	Fe	155,864.83	0.42	156,853.0	155,045.0	6
Inca	Rojo	I10-R	Fe	138,468.50	0.45	139,388.0	137,728.0	6
Inca	Rojo	I8-R	Fe	129,114.00	0.43	129,710.0	128,426.0	6
Inca	Rojo	I4-R	Fe	79,796.83	0.43	80,456.0	79,483.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Inca	Rojo	I1-R	Fe	77,790.67	0.38	78,337.0	77,500.0	6
Inca	Rojo	I2-R	Ca	72,722.83	0.59	73,281.0	72,075.0	6
Inca	Rojo	I3-R	Fe	65,555.50	0.32	65,908.0	65,330.0	6
Inca	Rojo	I3-R	K	60,871.83	0.40	61,295.0	60,669.0	6
Inca	Rojo	I2-R	K	53,291.50	0.66	53,709.0	52,875.0	6
Inca	Rojo	I2-R	Fe	51,323.50	0.35	51,590.0	51,042.0	6
Inca	Rojo	I1-R	K	47,366.67	0.37	47,645.0	47,124.0	6
Inca	Rojo	I1-R	Ca	43,359.33	0.36	43,635.0	43,148.0	6
Inca	Rojo	I4-R	K	38,732.67	0.52	38,960.0	38,466.0	6
Inca	Rojo	I8-R	K	35,757.67	0.90	36,278.0	35,442.0	6
Inca	Rojo	I7-R	K	30,727.50	1.02	31,186.0	30,400.0	6
Inca	Rojo	I1-R	S	24,537.00	2.26	25,405.0	23,865.0	6
Inca	Rojo	I5-R	K	22,147.00	1.85	22,525.0	21,459.0	6
Inca	Rojo	I6-R	K	20,526.50	0.83	20,753.0	20,330.0	6
Inca	Rojo	I10-R	K	19,379.33	1.27	19,746.0	19,101.0	6
Inca	Rojo	I6-R	Ca	18,649.50	0.79	18,853.0	18,428.0	6
Inca	Rojo	I8-R	P	17,881.00	4.82	18,804.0	16,743.0	6
Inca	Rojo	I7-R	P	17,458.33	8.04	18,703.0	15,350.0	6
Inca	Rojo	I10-R	Ca	17,437.83	1.01	17,593.0	17,142.0	6
Inca	Rojo	I5-R	P	16,096.67	16.02	19,011.0	12,620.0	6
Inca	Rojo	I3-R	P	16,095.67	7.66	17,374.0	14,501.0	6
Inca	Rojo	I6-R	P	15,956.83	18.41	18,585.0	11,605.0	6
Inca	Rojo	I1-R	P	14,915.83	9.21	16,520.0	12,651.0	6
Inca	Rojo	I10-R	P	13,239.50	20.13	17,764.0	10,576.0	6
Inca	Rojo	I4-R	P	11,964.67	9.99	13,177.0	10,321.0	6
Inca	Rojo	I4-R	Ca	10,209.50	0.66	10,330.0	10,140.0	6
Inca	Rojo	I2-R	P	10,180.00	24.66	14,459.0	7,197.0	6
Inca	Rojo	I3-R	S	8,785.33	3.65	9,129.0	8,397.0	6
Inca	Rojo	I6-R	Ti	4,985.50	1.11	5,042.0	4,915.0	6
Inca	Rojo	I4-R	Ti	4,679.00	0.98	4,756.0	4,614.0	6
Inca	Rojo	I3-R	Ti	4,547.50	0.80	4,605.0	4,502.0	6
Inca	Rojo	I2-R	Ti	4,232.00	0.76	4,269.0	4,179.0	6
Inca	Rojo	I1-R	Ti	4,030.67	0.59	4,073.0	4,010.0	6
Inca	Rojo	I5-R	Ti	3,824.17	1.71	3,928.0	3,746.0	6
Inca	Rojo	I2-R	S	3,816.00	5.01	4,052.0	3,505.0	6
Inca	Rojo	I8-R	S	3,746.00	7.35	3,954.0	3,226.0	6
Inca	Rojo	I5-R	S	3,393.83	7.82	3,783.0	3,141.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Inca	Rojo	I8-R	Ti	3,323.00	0.94	3,369.0	3,294.0	6
Inca	Rojo	I10-R	Ti	2,963.83	1.88	3,029.0	2,876.0	6
Inca	Rojo	I7-R	Ti	2,791.33	1.36	2,852.0	2,749.0	6
Inca	Rojo	I3-R	Ca	2,730.67	1.30	2,782.0	2,693.0	6
Inca	Rojo	I2-R	Mn	2,384.33	0.70	2,404.0	2,363.0	6
Inca	Rojo	I7-R	Mn	1,934.33	1.15	1,972.0	1,904.0	6
Inca	Rojo	I10-R	S	1,540.40	17.07	1,934.0	1,337.0	6
Inca	Rojo	I5-R	Ca	1,345.83	48.94	1,929.0	456.0	6
Inca	Rojo	I6-R	S	1,283.60	17.81	1,464.0	988.0	6
Inca	Rojo	I3-R	Mn	1,257.50	5.08	1,358.0	1,180.0	6
Inca	Rojo	I8-R	Sr	1,170.33	2.05	1,200.0	1,131.0	6
Inca	Rojo	I4-R	Mn	1,046.33	1.17	1,065.0	1,032.0	6
Inca	Rojo	I1-R	Mn	1,042.67	1.07	1,063.0	1,032.0	6
Inca	Rojo	I4-R	S	1,011.00	28.40	1,214.0	808.0	6
Inca	Rojo	I7-R	S	1,001.50	1.48	1,012.0	991.0	6
Inca	Rojo	I1-R	Sr	970.17	0.89	984.0	958.0	6
Inca	Rojo	I6-R	Sr	918.17	1.74	946.0	901.0	6
Inca	Rojo	I6-R	Mn	910.33	1.50	929.0	890.0	6
Inca	Rojo	I4-R	Sr	783.00	1.57	800.0	767.0	6
Inca	Rojo	I2-R	Sr	732.17	2.01	751.0	720.0	6
Inca	Rojo	I5-R	Mn	659.17	2.77	684.0	638.0	6
Inca	Rojo	I5-R	Sr	601.67	0.82	609.0	597.0	6
Inca	Rojo	I10-R	Sr	565.67	1.60	577.0	550.0	6
Inca	Rojo	I7-R	Sr	548.33	1.16	560.0	543.0	6
Inca	Rojo	I8-R	Mn	504.00	2.66	526.0	486.0	6
Inca	Rojo	I10-R	Mn	450.50	2.25	465.0	440.0	6
Inca	Rojo	I6-R	Zr	373.00	1.54	380.0	366.0	6
Inca	Rojo	I8-R	Zr	353.50	2.61	367.0	344.0	6
Inca	Rojo	I3-R	Zr	298.67	0.99	303.0	295.0	6
Inca	Rojo	I4-R	Zr	293.83	0.90	298.0	291.0	6
Inca	Rojo	I1-R	Zr	279.33	0.84	283.0	276.0	6
Inca	Rojo	I2-R	Zr	264.83	0.87	269.0	262.0	6
Inca	Rojo	I10-R	Zr	241.50	1.40	248.0	238.0	6
Inca	Rojo	I7-R	Zr	231.17	1.32	236.0	227.0	6
Inca	Rojo	I5-R	V	229.33	2.82	239.0	222.0	6
Inca	Rojo	I5-R	Zr	228.83	3.01	240.0	222.0	6
Inca	Rojo	I7-R	As	197.50	1.53	200.0	192.0	6

Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Inca	Rojo	I4-R	Zn	174.17	2.10	179.0	169.0	6
Inca	Rojo	I2-R	Zn	163.17	1.88	168.0	160.0	6
Inca	Rojo	I8-R	Rb	148.37	1.80	151.6	144.2	6
Inca	Rojo	I3-R	Rb	144.80	0.96	146.4	143.2	6
Inca	Rojo	I3-R	Sr	142.83	2.23	147.0	139.0	6
Inca	Rojo	I1-R	Rb	137.53	1.48	140.2	135.0	6
Inca	Rojo	I6-R	Rb	135.53	0.71	137.0	134.3	6
Inca	Rojo	I4-R	Rb	134.20	1.55	136.8	131.9	6
Inca	Rojo	I2-R	Rb	133.82	1.06	135.5	131.3	6
Inca	Rojo	I1-R	Zn	133.17	3.02	139.0	127.0	6
Inca	Rojo	I3-R	Zn	131.67	2.02	135.0	128.0	6
Inca	Rojo	I4-R	V	127.83	2.59	132.0	124.0	6
Inca	Rojo	I5-R	Zn	125.50	2.46	129.0	121.0	6
Inca	Rojo	I5-R	Rb	125.02	1.69	129.0	122.7	6
Inca	Rojo	I6-R	Zn	120.17	2.49	126.0	118.0	6
Inca	Rojo	I7-R	Rb	119.43	2.29	122.5	116.6	6
Inca	Rojo	I10-R	Rb	117.88	0.47	118.5	117.2	6
Inca	Rojo	I1-R	V	114.17	3.15	119.0	110.0	6
Inca	Rojo	I8-R	V	104.17	5.51	111.0	97.0	6
Inca	Rojo	I10-R	Zn	103.83	3.57	109.0	100.0	6
Inca	Rojo	I3-R	V	103.17	2.16	106.0	100.0	6
Inca	Rojo	I8-R	Zn	102.17	1.30	103.0	100.0	6
Inca	Rojo	I2-R	V	99.33	4.71	106.0	95.0	6
Inca	Rojo	I8-R	Pb	96.17	3.18	102.0	94.0	6
Inca	Rojo	I7-R	Zn	93.50	3.69	98.0	89.0	6
Inca	Rojo	I3-R	As	79.17	3.14	82.0	75.0	6
Inca	Rojo	I1-R	Pb	66.33	3.11	68.0	63.0	6
Inca	Rojo	I10-R	V	65.67	3.56	69.0	62.0	6
Inca	Rojo	I5-R	As	65.33	3.31	68.0	62.0	6
Inca	Rojo	I5-R	Pb	64.17	4.11	68.0	61.0	6
Inca	Rojo	I6-R	V	62.17	5.33	65.0	58.0	6
Inca	Rojo	I7-R	V	58.00	10.23	65.0	47.0	6
Inca	Rojo	I3-R	Pb	56.03	4.82	59.0	52.2	6
Inca	Rojo	I6-R	Pb	44.83	5.72	49.0	43.0	6
Inca	Rojo	I1-R	As	44.17	1.70	45.0	43.0	6
Inca	Rojo	I4-R	Pb	31.12	4.01	32.9	29.3	6
Inca	Rojo	I6-R	As	27.50	7.88	30.0	24.0	6

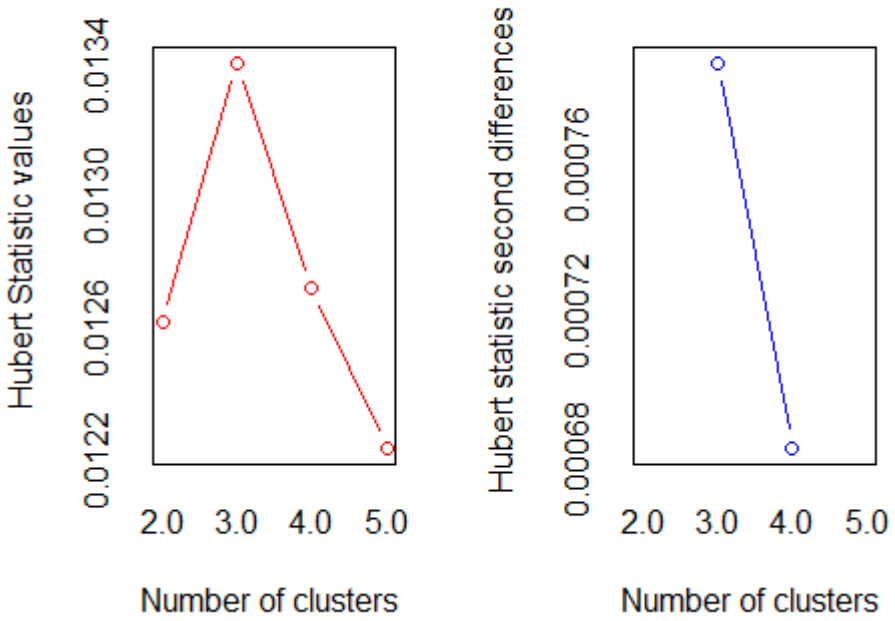
Estilo	Pigmento	Nombre	Elemento	Promedio	Coeficiente de variación (CV %)	Máximo	Mínimo	n
Inca	Rojo	I6-R	Nb	27.33	4.87	30.0	26.4	6
Inca	Rojo	I10-R	Pb	26.33	3.92	28.0	25.0	6
Inca	Rojo	I7-R	Pb	25.00	7.16	28.0	23.0	6
Inca	Rojo	I3-R	Nb	23.85	5.79	25.1	21.4	6
Inca	Rojo	I8-R	Nb	22.13	4.73	24.0	21.1	6
Inca	Rojo	I10-R	As	21.15	8.22	23.2	18.2	6
Inca	Rojo	I8-R	As	20.17	12.31	23.0	16.0	6
Inca	Rojo	I4-R	As	19.45	8.74	21.6	17.2	6
Inca	Rojo	I4-R	Nb	19.28	2.53	19.9	18.8	6
Inca	Rojo	I2-R	Nb	19.20	6.80	21.1	17.8	6
Inca	Rojo	I1-R	Nb	17.43	2.92	18.0	16.5	6
Inca	Rojo	I2-R	As	17.38	10.95	20.5	15.2	6
Inca	Rojo	I10-R	Nb	14.47	9.95	15.8	12.4	6
Inca	Rojo	I7-R	Nb	14.32	7.22	15.7	12.9	6
Inca	Rojo	I5-R	Nb	13.97	8.86	15.4	12.2	6
Inca	Rojo	I2-R	Pb	6.92	22.35	8.5	4.9	6
Inca	Rojo	I7-R	Ca	<LOD		<LOD	<LOD	6
Inca	Rojo	I8-R	Ca	<LOD		<LOD	<LOD	6

Apéndice G. Aplicación del Paquete o *Package* Nbclust

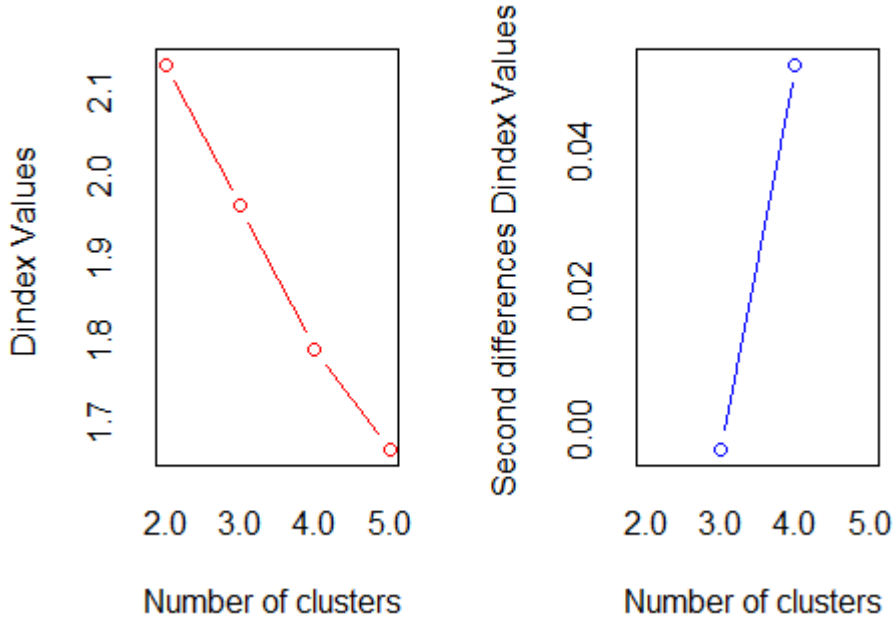
Resultados obtenidos al aplicar el paquete *NbClust()*

Apéndice G.1. Pasta Matriz

```
df <- read.csv("data_procesada/promediosPM_con_NA.csv", header = T , row.names = 1)

df <- df %>% select (-S, -Ti, -P, -Mn, -Zn, -Y, -Nb)

res.pca <- PCA(df[ , 1:8], scale.unit = TRUE, graph = FALSE)

library(NbClust)
NbClust(res.pca$ind$coord, distance = 'euclidean',   min.nc = 2, max.nc = 5,  method = 'aver
age',  index = 'alllong')
```




```
## *** : The Hubert index is a graphical method of determining the number of clusters.
##             In the plot of Hubert index, we seek a significant knee that corresponds to a
##             significant increase of the value of the measure i.e the significant peak in Hubert
##             index second differences plot.
##
```

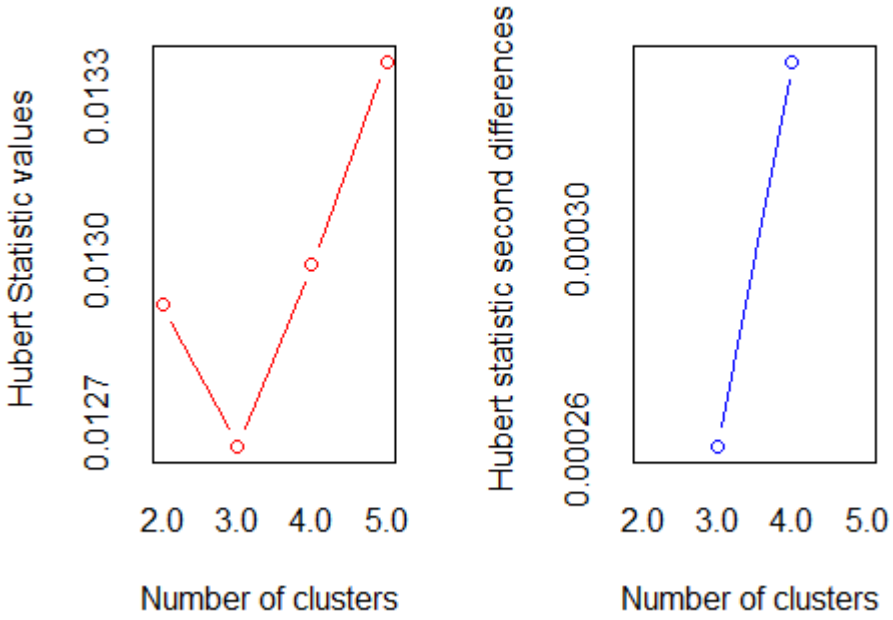



```
## *** : The D index is a graphical method of determining the number of clusters.
##             In the plot of D index, we seek a significant knee (the significant peak in Dindex
##             second differences plot) that corresponds to a significant increase of the value of
##             the measure.
##
## *******************************************************************
## * Among all indices:
## * 10 proposed 2 as the best number of clusters
## * 8 proposed 3 as the best number of clusters
## * 5 proposed 4 as the best number of clusters
## * 4 proposed 5 as the best number of clusters
##
##                 ***** Conclusion *****
##
## * According to the majority rule, the best number of clusters is  2
##
##
## *******************************************************************

## $All.index
##        KL      CH Hartigan     CCC    Scott  Marriot    TrCovW   TraceW
## 2 31.9501 11.1185   4.6848 -1.7995  36.9992 44116823 1168.0523 155.1628
## 3  0.0346  8.5378   5.1386 -3.1748  61.3132 42920898  820.4620 132.2211
## 4  1.3433  8.2016   3.7792 -3.6927  85.6843 32928571  511.9534 110.4017
## 5  0.2600  7.7049   8.4050 -4.3192 109.1026 22945002  358.7914  95.9039
##   Friedman  Rubin Cindex     DB Silhouette   Duda Pseudot2  Beale Ratkowsky
## 2   2.0612 1.4118 0.4479 0.7490     0.4048 0.9952   0.1151 0.0144    0.1672
## 3   2.9999 1.6568 0.4830 0.6327     0.3920 0.8290   4.7454 0.6188    0.2589
## 4   4.9864 1.9842 0.4645 0.6979     0.3110 0.8614   3.3793 0.4808    0.2714
```

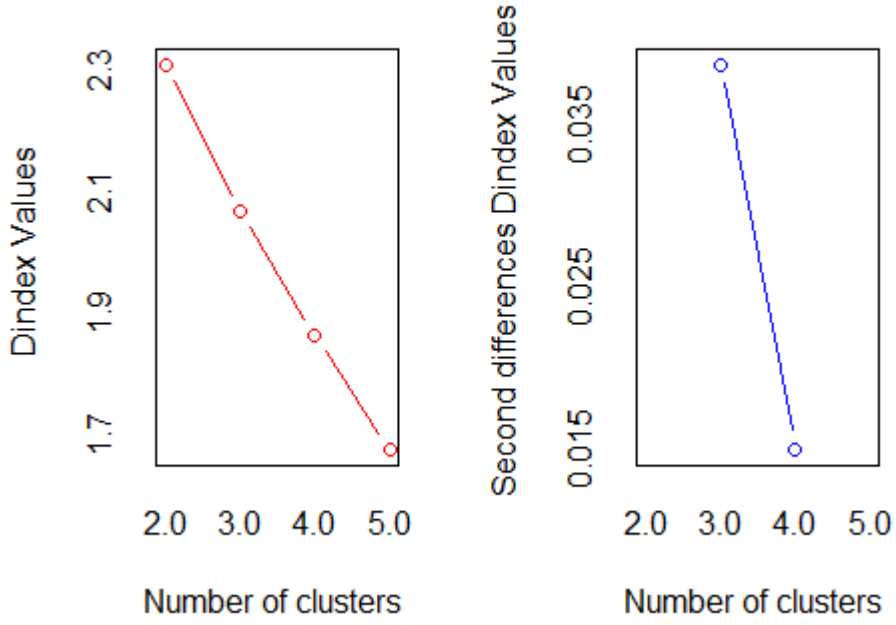
```
## 5   7.1535 2.2841 0.4798 0.8147     0.2580 0.7164   7.5200 1.1768    0.2873
##      Ball Ptbiserial     Gap   Frey McClain  Gamma   Gplus     Tau   Dunn
## 2 77.5814     0.5780 -0.6342 0.1761  0.1418 0.7836  6.8177 49.3793 0.4439
## 3 44.0737     0.6793 -1.0801 2.5199  0.1931 0.8536  5.6281 65.6133 0.5048
## 4 27.6004     0.6693 -1.6923 2.5886  0.3379 0.7931  9.7586 74.8005 0.4631
## 5 19.1808     0.6279 -1.9843 1.0507  0.5296 0.7366 13.3227 74.5000 0.4172
##   Hubert SDindex Dindex   SDbw
## 2 0.0126  0.6973 2.1355 0.4415
## 3 0.0134  0.5503 1.9639 0.2655
## 4 0.0127  0.6521 1.7896 0.2036
## 5 0.0122  0.7722 1.6679 0.1880
##
## $All.CriticalValues
##   CritValue_Duda CritValue_PseudoT2 Fvalue_Beale CritValue_Gap
## 2         0.5094            23.1180       0.9999        0.4766
## 3         0.5022            22.8018       0.6857        0.6559
## 4         0.4864            22.1752       0.7899        0.3493
## 5         0.4684            21.5624       0.3264        0.2809
##
## $Best.nc
##                    KL      CH Hartigan     CCC    Scott  Marriot   TrCovW
## Number_clusters  2.0000  2.0000   5.0000  2.0000  4.0000    4.000   3.0000
## Value_Index     31.9501 11.1185   4.6257 -1.7995 24.3711 8757.353 347.5903
##                TraceW Friedman    Rubin Cindex     DB Silhouette   Duda
## Number_clusters 4.0000   5.0000  4.0000 2.0000 3.0000     2.0000 2.0000
## Value_Index     7.3217   2.1671 -0.0275 0.4479 0.6327     0.4048 0.9952
##                PseudoT2  Beale Ratkowsky    Ball PtBiserial     Gap Frey
## Number_clusters   2.0000 2.0000    5.0000  3.0000     3.0000  2.0000    1
## Value_Index       0.1151 0.0144    0.2873 33.5077     0.6793 -0.6342   NA
##                McClain  Gamma  Gplus     Tau   Dunn Hubert SDindex Dindex
## Number_clusters  2.0000 3.0000 3.0000  4.0000 3.0000      0  3.0000      0
## Value_Index      0.1418 0.8536 5.6281 74.8005 0.5048      0  0.5503      0
##                 SDbw
## Number_clusters 5.000
## Value_Index     0.188
##
## $Best.partition
##  I1 I10  I2  I3  I4  I5  I6  I7  I8  I9  K1  K2  K3  K4  K5  K7  K8  K9  L1 L10
##   1    1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   2   1   2   1   1   1   2   1   1   1
## L11  L2  L3  L4  L5  L6  L7  L8  L9
##    1   1   1   1   1   1   1   1   1
```

Apéndice G.2. Pigmento Blanco

```
df <- read.csv("data_procesada/promediosblanco_con_NA.csv", header = T, row.names = 1)


df <- df %>% select(-S, -As, -P, -Pb, -Nb)

res.pca <- PCA(df[ , 1:10], scale.unit = TRUE, graph = FALSE)

library(NbClust)
NbClust(res.pca$ind$coord, distance = 'euclidean', min.nc = 2, max.nc = 5, method = 'averag
e', index = 'alllong')
```




```
## *** : The Hubert index is a graphical method of determining the number of clusters.
##               In the plot of Hubert index, we seek a significant knee that corresponds to a
##               significant increase of the value of the measure i.e the significant peak in Hubert
##               index second differences plot.
##
```

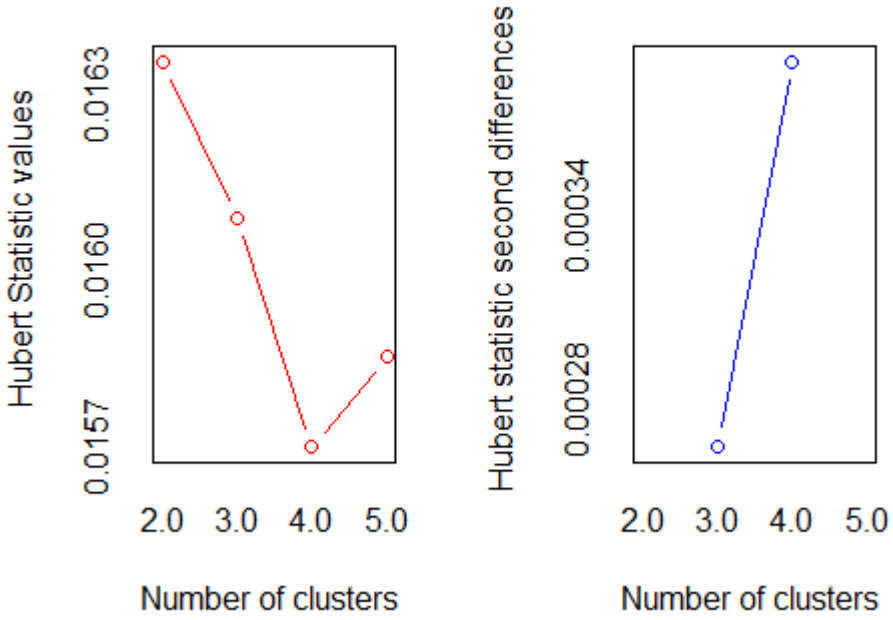



```
## ***: The D index is a graphical method of determining the number of clusters.
##              In the plot of D index, we seek a significant knee (the significant peak in Dindex
##              second differences plot) that corresponds to a significant increase of the value of
##              the measure.
##
## *******************************************************************
## * Among all indices:
## * 10 proposed 2 as the best number of clusters
## * 7 proposed 3 as the best number of clusters
## * 3 proposed 4 as the best number of clusters
## * 8 proposed 5 as the best number of clusters
##
##                 ***** Conclusion *****
##
## * According to the majority rule, the best number of clusters is  2
##
##
## *******************************************************************

## $All.index
##        KL     CH Hartigan     CCC    Scott   Marriot    TrCovW   TraceW Friedman
## 2  1.4471 4.1444   8.1797 -3.3269  35.4475 251921744 2236.8619 216.4593   1.3745
## 3  0.9423 6.5257   6.8360 -3.0691  78.1977 136324936 1279.9051 167.5212   3.9150
## 4  0.7172 7.4443   7.9671 -2.7042 148.4853  23277472  824.8948 133.6765  14.3274
## 5  1.1888 8.9287   7.1635 -1.5969 179.0026  13151419  671.9759 102.3223  19.6113
##    Rubin Cindex     DB Silhouette   Duda Pseudot2  Beale Ratkowsky     Ball
## 2  1.1480 0.3615 0.4746     0.4526 0.7739   7.8875 0.8817    0.2121 108.2297
## 3  1.4834 0.3653 0.6700     0.4323 0.7914   6.5900 0.7933    0.2846  55.8404
## 4  1.8590 0.3379 0.7371     0.4137 0.7615   7.2043 0.9395    0.3226  33.4191
```

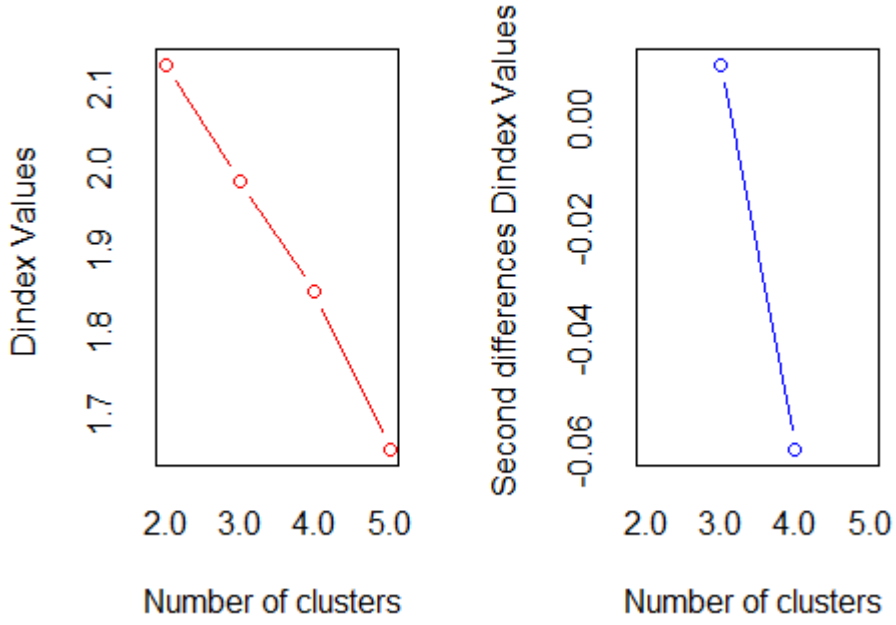
```
## 5 2.4286 0.2919 0.7060     0.3905 0.7780   5.9911 0.8523    0.3284  20.4645
##   Ptbiserial     Gap   Frey McClain  Gamma  Gplus     Tau   Dunn Hubert SDindex
## 2     0.3869 -0.6060 1.1381  0.0403 0.8198 2.4391 22.1885 0.4934 0.0129  0.5270
## 3     0.5992 -0.9581 1.1672  0.1283 0.8123 6.3034 54.5563 0.3970 0.0127  0.4950
## 4     0.6898 -1.2925 0.7903  0.2312 0.8473 7.0483 78.2391 0.4137 0.0130  0.5177
## 5     0.7546 -1.3081 1.0720  0.3436 0.9020 5.1632 95.0161 0.3760 0.0134  0.5191
##   Dindex   SDbw
## 2 2.3091 0.4599
## 3 2.0681 0.4123
## 4 1.8658 0.3681
## 5 1.6786 0.3289
##
## $All.CriticalValues
##   CritValue_Duda CritValue_PseudoT2 Fvalue_Beale CritValue_Gap
## 2         0.5287           24.0721       0.4953        0.3786
## 3         0.5162           23.4355       0.5564        0.3722
## 4         0.5022           22.8018       0.4583        0.0614
## 5         0.4864           22.1752       0.5159        0.6527
##
## $Best.nc
##                    KL     CH Hartigan     CCC   Scott   Marriot   TrCovW
## Number_clusters 2.0000 5.0000   3.0000  5.0000  4.0000         4   3.0000
## Value_Index     1.4471 8.9287   1.3437 -1.5969 70.2876 102921412 956.9569
##                  TraceW Friedman  Rubin Cindex     DB Silhouette   Duda
## Number_clusters  3.0000   4.0000 3.0000 5.0000 2.0000     2.0000 2.0000
## Value_Index     15.0934  10.4123 0.0402 0.2919 0.4746     0.4526 0.7739
##                PseudoT2  Beale Ratkowsky    Ball PtBiserial    Gap   Frey
## Number_clusters   2.0000 2.0000    5.0000  3.0000     5.0000  2.000 3.0000
## Value_Index       7.8875 0.8817    0.3284 52.3893     0.7546 -0.606 1.1672
##                McClain Gamma  Gplus     Tau   Dunn Hubert SDindex Dindex
## Number_clusters  2.0000 5.000 2.0000  5.0000 2.0000      0   3.000      0
## Value_Index      0.0403 0.902 2.4391 95.0161 0.4934      0   0.495      0
##                  SDbw
## Number_clusters 5.0000
## Value_Index     0.3289
##
## $Best.partition
##   I1-B  I10-B   I2-B   I3-B   I4-B   I6-B   I7-B   I8-B   I9-B   K1-B   K2-B
##      1      1      1      1      1      1      1      1      2      1      1
## K2-B_r   K3-B   K4-B K4-B_r   K5-B K5-B_r   K6-B K6-B_r   K8-B   L1-B  L10-B
##      1      1      1      1      1      1      1      1      1      1      1
##  L11-B   L2-B   L5-B L5-B_r   L6-B   L7-B   L8-B   L9-B
##      1      1      1      1      1      1      1      1
```

Apéndice G.3. Pigmento Negro

```
df <- read.csv("data_procesada/promediosnegro_con_NA.csv", header = T,row.names = 1)

df <- df %>% select(-S, -As, -P, -Zn, -V, -Pb, -Nb)

res.pca <- PCA(df[ , 1:8], scale.unit = TRUE, graph = FALSE)


library(NbClust)
NbClust(res.pca$ind$coord, distance = 'euclidean', min.nc = 2, max.nc = 5, method = 'averag
e',  index = 'alllong')
```




```
## *** : The Hubert index is a graphical method of determining the number of clusters.
##               In the plot of Hubert index, we seek a significant knee that corresponds to a
##               significant increase of the value of the measure i.e the significant peak in Hubert
##               index second differences plot.
##
```

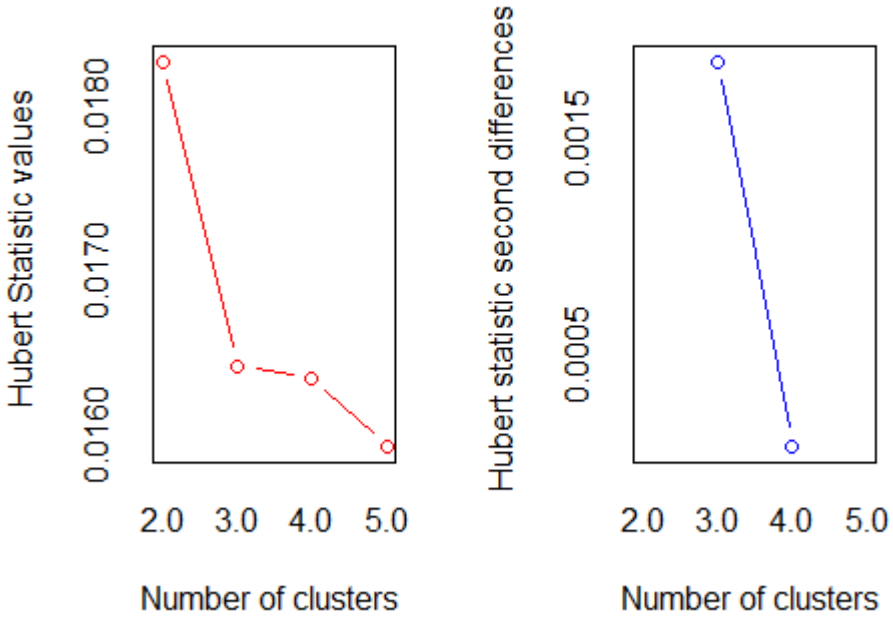



```
## ***: The D index is a graphical method of determining the number of clusters.
##              In the plot of D index, we seek a significant knee (the significant peak in Dindex
##              second differences plot) that corresponds to a significant increase of the value of
##              the measure.
##
## *******************************************************************
## * Among all indices:
## * 12 proposed 2 as the best number of clusters
## * 3 proposed 3 as the best number of clusters
## * 4 proposed 4 as the best number of clusters
## * 8 proposed 5 as the best number of clusters
##
##                 ***** Conclusion *****
##
## * According to the majority rule, the best number of clusters is  2
##
##
## *******************************************************************

## $All.index
##       KL      CH Hartigan     CCC    Scott  Marriot   TrCovW   TraceW Friedman
## 2 1.4358 10.1780   3.1025 -1.1062  74.5158 12531943 984.7970 141.1672   7.4781
## 3 3.0405  6.9809   2.5411 -2.9263  97.0592 12234600 773.2998 125.5826  10.0817
## 4 0.0970  5.7440   6.5070 -4.2115 131.3331  6111858 660.6095 113.5590  18.8823
## 5 5.0974  6.8425   2.4976 -3.5281 157.8376  3578237 397.4169  88.5165  21.4641
##    Rubin Cindex     DB Silhouette   Duda Pseudot2   Beale Ratkowsky    Ball
## 2 1.4071 0.3588 1.0139     0.4335 0.9969   0.0684  0.0093    0.2543 70.5836
## 3 1.5817 0.3966 0.8435     0.3401 1.6070  -0.3777 -0.5911    0.2987 41.8609
## 4 1.7492 0.3943 0.6353     0.3545 0.7675   6.3610  0.9049    0.3052 28.3898
```

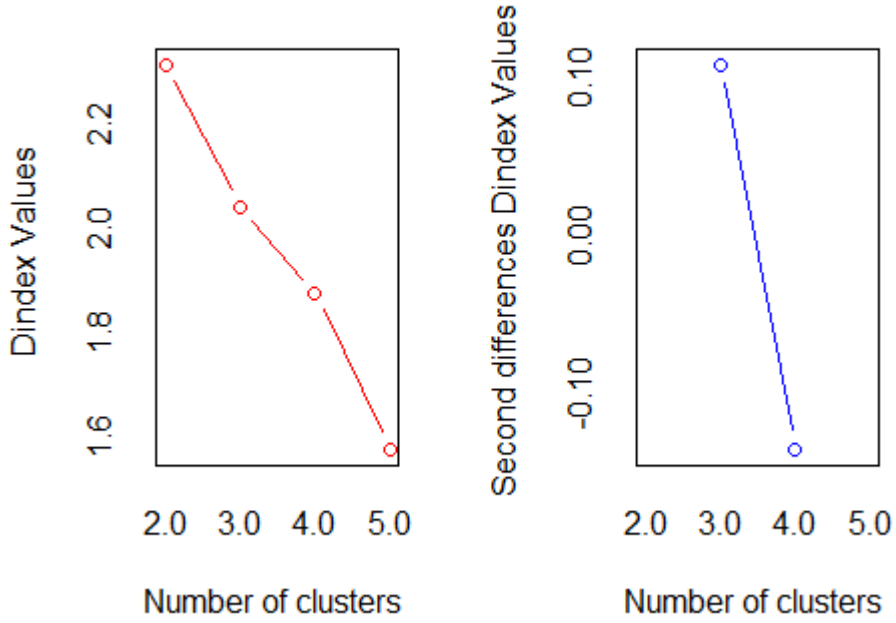
```
## 5 2.2441 0.3956 0.6593     0.3376 0.9516   0.9667  0.1513    0.3155 17.7033
##   Ptbiserial     Gap   Frey McClain  Gamma  Gplus     Tau   Dunn Hubert SDindex
## 2     0.6703 -0.5114 2.2032  0.1403 0.8917 3.0997 51.0313 0.4162 0.0164  0.7576
## 3     0.6936 -0.9929 1.5360  0.2035 0.8664 4.6296 60.0285 0.4113 0.0161  0.6948
## 4     0.6963 -1.7065 1.3056  0.2092 0.8656 4.7179 60.7578 0.4113 0.0157  0.5424
## 5     0.7367 -1.7540 1.9652  0.3496 0.8692 5.4900 72.9744 0.3898 0.0159  0.5269
##   Dindex   SDbw
## 2 2.1286 0.7602
## 3 1.9856 0.4896
## 4 1.8522 0.2686
## 5 1.6591 0.2257
##
## $All.CriticalValues
##   CritValue_Duda CritValue_PseudoT2 Fvalue_Beale CritValue_Gap
## 2         0.4945            22.4873       1.0000        0.5148
## 3        -0.1969            -6.0787       1.0000        0.7601
## 4         0.4864            22.1752       0.4809        0.0968
## 5         0.4684            21.5624       0.9792        0.6486
##
## $Best.nc
##                       KL     CH Hartigan     CCC   Scott Marriot   TrCovW TraceW
## Number_clusters 5.0000  2.000   5.0000  2.0000  4.0000       4   5.0000  3.000
## Value_Index     5.0974 10.178   4.0095 -1.1062 34.2738 3589122 263.1925  3.561
##                 Friedman   Rubin Cindex     DB Silhouette   Duda PseudoT2
## Number_clusters   4.0000  3.0000 2.0000 4.0000     2.0000 2.0000   2.0000
## Value_Index       8.8006 -0.0071 0.3588 0.6353     0.4335 0.9969   0.0684
##                  Beale Ratkowsky    Ball PtBiserial     Gap Frey McClain  Gamma
## Number_clusters 2.0000    5.0000  3.0000     5.0000  2.0000   NA  2.0000 2.0000
## Value_Index     0.0093    0.3155 28.7227     0.7367 -0.5114   NA  0.1403 0.8917
##                 Gplus     Tau   Dunn Hubert SDindex Dindex   SDbw
## Number_clusters 2.0000  5.0000 2.0000      0  5.0000      0 5.0000
## Value_Index     3.0997 72.9744 0.4162      0  0.5269      0 0.2257
##
## $Best.partition
##   I1-N   I10-N    I2-N    I3-N    I4-N    I5-N    I6-N  I7-N_r    I8-N    I9-N
##      1       1       1       1       1       1       1       1       1       1
##   K1-N    K2-N    K3-N    K4-N    K5-N    K7-N    K8-N    K9-N    L1-N   L10-N
##      2       1       2       1       1       1       2       1       1       1
## L10-N_r   L11-N    L2-N    L3-N    L4-N    L7-N    L8-N
##       1       1       1       1       1       1       1
```

Apéndice G.4. Pigmento Rojo

```
df <- read.csv("data_procesada/promediosrojo_con_NA.csv", header = T,row.names = 1)

df <- df %>% select(-S, -As, -P, -Ca, -Pb, -Nb)
res.pca <- PCA(df[ , 1:9], scale.unit = TRUE, graph = FALSE)

library(NbClust)
NbClust(res.pca$ind$coord, distance = 'euclidean', min.nc = 2, max.nc = 5, method = 'averag
e',  index = 'alllong')
```




```
## *** : The Hubert index is a graphical method of determining the number of clusters.
##             In the plot of Hubert index, we seek a significant knee that corresponds to a
##             significant increase of the value of the measure i.e the significant peak in Hubert
##             index second differences plot.
##
```




```
## ***: The D index is a graphical method of determining the number of clusters.
##              In the plot of D index, we seek a significant knee (the significant peak in Dindex
##              second differences plot) that corresponds to a significant increase of the value of
##              the measure.
##
## *******************************************************************
## * Among all indices:
## * 10 proposed 2 as the best number of clusters
## * 6 proposed 3 as the best number of clusters
## * 4 proposed 4 as the best number of clusters
## * 8 proposed 5 as the best number of clusters
##
##                 ***** Conclusion *****
##
## * According to the majority rule, the best number of clusters is  2
##
##
## *******************************************************************

## $All.index
##        KL     CH Hartigan     CCC    Scott  Marriot    TrCovW   TraceW Friedman
## 2  1.5948 3.8970   5.3765 -3.1473  20.9844 46051836 1316.5474 150.8530   1.0214
## 3 10.7375 4.8910   2.5821 -3.5024  49.0063 30641468  696.3299 120.1036   4.3099
## 4  0.0256 4.3152   8.6649 -4.6915  73.5982 18699662  644.6180 106.3708   6.1999
## 5  2.4055 6.5166   4.4588 -2.9606 126.6455  2910681  352.0002  73.0546  17.2503
##    Rubin Cindex     DB Silhouette   Duda Pseudot2  Beale Ratkowsky    Ball
## 2 1.1856 0.4695 0.4840     0.4167 0.7962   5.1205 0.7631    0.1998 75.4265
## 3 1.4891 0.4701 0.7389     0.3209 0.9609   0.7334 0.1208    0.2263 40.0345
## 4 1.6814 0.4486 0.6943     0.3038 0.6777   8.0850 1.4058    0.2848 26.5927
```

```
## 5 2.4481 0.3761 0.8505     0.3325 0.7227   4.6043 1.1085    0.3115 14.6109
##   Ptbiserial     Gap   Frey McClain  Gamma  Gplus     Tau   Dunn Hubert SDindex
## 2     0.4628 -0.9342 2.6737  0.0573 0.8485 1.5217 17.0435 0.6311 0.0183  0.6387
## 3     0.5739 -1.2277 1.5623  0.2054 0.7548 5.7391 35.3281 0.4686 0.0164  0.6420
## 4     0.6002 -2.1374 1.0370  0.2979 0.7575 6.6759 41.7154 0.4686 0.0163  0.6314
## 5     0.6247 -2.1963 0.5881  0.8800 0.7678 7.0672 46.7431 0.3284 0.0159  0.7708
##   Dindex   SDbw
## 2 2.3145 0.4355
## 3 2.0419 0.3255
## 4 1.8767 0.2381
## 5 1.5764 0.2480
##
## $All.CriticalValues
##   CritValue_Duda CritValue_PseudoT2 Fvalue_Beale CritValue_Gap
## 2         0.4777           21.8665       0.5785        0.3298
## 3         0.4584           21.2644       0.9874        0.9710
## 4         0.4477           20.9744       0.2304        0.1256
## 5         0.3776           19.7832       0.3655        0.2876
##
## $Best.nc
##                    KL     CH Hartigan     CCC    Scott Marriot    TrCovW
## Number_clusters  3.0000 5.0000   4.0000  5.0000  5.0000       3   3.0000
## Value_Index     10.7375 6.5166   6.0828 -2.9606 53.0473 3468561 620.2175
##                  TraceW Friedman    Rubin Cindex    DB Silhouette   Duda
## Number_clusters  3.0000   5.0000  3.0000 5.0000 2.000     2.0000 2.0000
## Value_Index     17.0166  11.0504 -0.1113 0.3761 0.484     0.4167 0.7962
##                 PseudoT2  Beale Ratkowsky    Ball PtBiserial     Gap  Frey
## Number_clusters   2.0000 2.0000    5.0000  3.000     5.0000  2.0000 4.000
## Value_Index       5.1205 0.7631    0.3115 35.392     0.6247 -0.9342 1.037
##                 McClain  Gamma  Gplus     Tau   Dunn Hubert SDindex Dindex
## Number_clusters  2.0000 2.0000 2.0000  5.0000 2.0000      0  4.0000      0
## Value_Index      0.0573 0.8485 1.5217 46.7431 0.6311      0  0.6314      0
##                   SDbw
## Number_clusters 4.0000
## Value_Index     0.2381
##
## $Best.partition
##  I1-R I10-R  I2-R  I3-R  I4-R  I5-R  I6-R  I7-R  I8-R  K4-R  K5-R  K6-R  K9-R
##     1     1     1     1     1     1     1     1     1     1     1     1     1
##  L1-R L10-R L11-R  L2-R  L3-R  L4-R  L5-R  L7-R  L8-R  L9-R
##     1     2     1     1     1     1     1     1     1     1
```

Apéndice H. Autorización del Proyecto de Investigación

PERÚ Ministerio de Cultura | DESPACHO VICEMINISTERIAL DE PATRIMONIO CULTURAL E INDUSTRIAS CULTURALES | DIRECCIÓN GENERAL DE MUSEOS

Firmado digitalmente por GINOCCHIO LAINEZ LOZADA Margarita Isolina FAU 20537630222 soft
Directora
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 08.03.2024 16:51:30 -05:00

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

San Borja, 08 de Marzo del 2024

RESOLUCION DIRECTORAL N° 000021-2024-DGM-VMPCIC/MC

Vistos, los Expedientes N° 0000335-2024 de fecha 3 de enero de 2024 y N° 0015053-2024 de fecha 5 de febrero del 2024, presentado por Bach. Sandra Pierina Villena Sulli, identificada con DNI N° 70571872; y,

CONSIDERANDO:

Que, mediante Ley Nº 28296, Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación, y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo Nº 011-2006-ED, se regularon las políticas nacionales de defensa, protección, promoción, propiedad, régimen legal y destino de los bienes que constituyen el Patrimonio Cultural de la Nación;

Que, mediante Ley N° 29565 se creó el Ministerio de Cultura y a través del Decreto Supremo N° 001-2010-MC se aprobó la fusión de, entre otros, el Instituto Nacional de Cultura en el citado Ministerio, por lo que toda referencia normativa al INC se debe entender como Ministerio de Cultura;

Que, a través del Decreto Supremo Nº 005-2013-MC, se aprobó el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Cultura, en cuyo artículo 66.7 se establece que la Dirección General de Museos tiene entre sus funciones específicas: *Investigar, conservar, restaurar, exponer y difundir los bienes cultuales de los museos o bienes pertenecientes a colecciones museográficas y aquellos provenientes de proyectos arqueológicos en sus diferentes modalidades que hayan sido entregados al Ministerio de Cultura para su custodia*; y en su artículo 66.18: *Programar, implementar, supervisar y promover programas y proyectos de investigación en materia de museos y bienes culturales muebles*;

Que, mediante Decreto Supremo N° 007-2020-MC se incorporó el artículo 48-A en el Reglamento de la Ley N° 28296, Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación, sobre los procedimientos y requisitos para la autorización de Proyectos de investigación de colecciones y fondos museográficos administrados por el Ministerio de Cultura, precisando que corresponden a investigaciones de carácter científico ejecutadas sobre bienes culturales muebles que se encuentran en museos y depósitos del Ministerio de Cultura, y se autorizan con resolución de la Dirección General de Museos en la cual se indicará las instalaciones y el plazo para realizar la investigación;

Que, mediante Expediente N° 0000335-2024 de fecha 3 de enero de 2024, la Bach. Sandra Pierina Villena Sulli, identificada con DNI N° 70571872, solicitó a la Dirección General de Museos autorización para realizar el Proyecto de investigación de colecciones y fondos museográficos administrados por el Ministerio de Cultura "Caracterización química de pigmentos de la cerámica del Periodo Intermedio Tardío y Horizonte Tardío (Temporadas 1999 y 2002), mediante FRXp y LIBS del Sitio Arqueológico Choquepukio, Cuenca de Lucre, Cusco"; el cual formará parte del trabajo de tesis asesorado por la Doctora Celina Luizar Obregón, identificada con DNI 23859597,docente asesor de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco;

PERÚ Ministerio de Cultura

Firmado digitalmente por DI FRANCO OCHOA Carla FAU 20537630222 soft
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 08.03.2024 16:39:10 -05:00

Este es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el Ministerio de Cultura, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: **https://tramitedocumentario.cultura.gob.pe:8181/validadorDocumental/inicio/detalle.jsf** e ingresando la siguiente clave: **2X00CH5**

Que, el referido proyecto comprende el estudio de materiales arqueológicos del Sitio Arqueológico de Choquepukio (Temporadas 2002 y 2003), así como la toma de 30 muestras de cerámica para análisis especializados de fluorescencia de rayos X o FRXP y análisis de espectroscopia de ablación inducida por láser (LIBS); los cuales se encuentran almacenados en los Depósitos de la Dirección Desconcentrada de Cusco ubicado en Ex Casa Hacienda del Marqués de Valleumbroso, comunidad de Choquepata, Tipón, departamento de Cusco;

Que la investigación requiere el traslado temporal de treinta (30) muestras de los materiales arqueológicos (cerámica) para su análisis especializado, al laboratorio de Espectroscopia Óptica no Destructiva "LEOnoD" de la Universidad Nacional San Abad del Cusco, ubicado en Av. de La Cultura 773, provincia y departamento de Cusco;

Que, mediante Hoja de Elevación N° 0007-2024-DIPM-DGM-VMPCIC/MC de fecha 16 de enero del 2024, la Dirección de Investigación y Planificación Museológica remitió a la Dirección General de Museos el Informe N° 0005-2024-DIPM-DGM-VMPCICKAA/MC de fecha 16 de enero del 2024, donde recomienda solicitar la opinión técnica de la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco;

Que, mediante Memorando N° 00047-2024-DGM-VMPCIC/MC de fecha 17 de enero de 2024, la Dirección General de Museos solicito a la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco, la opinión técnica sobre la ejecución del proyecto de investigación;

Que, mediante Memorando N° 000295-2024-DDC-CUS/MC de fecha 31 de enero del 2024, la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco remitió a la Dirección General de Museos el Informe N° 00088-2024-GEM/MC de fecha 23 de enero del 2024, del Área de Coordinación de Calificación de Intervenciones Arqueológica quien consolida las opiniones realizadas en los Informes N° 0004-2024-GEMC-JCM/MC y N° 00039-2024-GEM/MC de fecha 23 de enero del 2024, del Gabinete de Elementos Muestrales y Colecciones, en la cual se realizan observaciones al proyecto de investigación y se indica que el Gabinete de Elementos Muestrales y Colecciones de la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco no cuenta con los materiales arqueológicos correspondientes al año 1999 y solo cuenta los materiales de las temporadas 2002, 2003, 2014, 2015 y 2017;

Que, mediante Hoja de N°00025-2024_DIPM-DGM-VMPCIC/MC de fecha 31 de enero del 2024, la Dirección de Investigación y Planificación Museológica remitió el Informe N° 00019-2024-DIPM-DGM-VMPCICKAA/MC de fecha 31 de enero del 2024, en donde se recomienda notificar a la Bach. Sandra Pierina Villena Sulli sobre los materiales arqueológicos disponibles indicados por el Gabinete de Elementos Muestrales y Colecciones de la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco, así como las observaciones realizadas a su proyecto de investigación;

Que, mediante Carta N° 00014-2024-DGM-VMPCIC/MC de fecha 1 de febrero de 2024, la Dirección General de Museos remitió a la Bach. Sandra Pierina Villena Sulli las observaciones realizadas para su subsanación;

Que mediante Expediente N° 0015053-2024 de fecha 5 de febrero del 2024, la Bach. Sandra Pierina Villena Sulli remitió a la Dirección General de Museos el levantamiento de las observaciones realizadas a su proyecto de investigación indicadas en la Carta N° 00014-2024-DGM-VMPCIC/MC del 1 de febrero del 2024, en

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el Ministerio de Cultura, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: **https://tramitedocumentario.cultura.gob.pe:8181/validadorDocumental/inicio/detalle.jsf** e ingresando la siguiente clave: **2X00CH5**

la cual precisa que su investigación comprenderá el estudio de las temporadas disponibles indicadas por la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco, del Sitio Arqueológico Choquepukio, Cuenca de Lucre correspondiente a las temporadas 2002 y 2003, por lo que la denominación de su proyecto de investigación se denominará "Caracterización química de pigmentos de la cerámica del Periodo Intermedio Tardío y Horizonte Tardío (Temporadas 2002 y 2003), mediante FRXp y LIBS del Sitio Arqueológico Choquepukio, Cuenca de Lucre, Cusco";

Que, mediante Memorando N° 00182-2024-DGM-VMPCIC/MC de fecha 17 de enero del 2024, la Dirección General de Museos remitió a la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco el levantamiento de observaciones presentadas por la Señora Bach. Sandra Pierina Villena Sulli mediante Expediente N° 0015053-2024 de fecha 5 de febrero del 2024, para la opinión técnica correspondiente;

Que, Mediante Memorando N° 000750-2024-DDC-CUS/MC de fecha 6 de marzo del 2024, la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco remitió a la Dirección de General de Museos los informe N° 000646-2024-OAJ/MC de fecha 6 de marzo del 2024, de la Oficina de Asesoría Jurídica de la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco y el Informe Nº 00628-2024-AFPA/MC de fecha 28 de febrero del 2024, de Área Funcional de Patrimonio Arqueológico quien consolida las observaciones realizadas en el Informe Nº 00056-2024-GEMC/MC de fecha 27 de febrero del 2024, del Gabinete de Elementos Muestrales y Colecciones; en los cuales se emite opinión favorable para la ejecución del proyecto de investigación;

Que, a través de la Hoja de Elevación N° 000046-2024-DIPM-DGM-VMPCIC/MC de fecha 07 de marzo de 2024, la Dirección de Investigación y Planificación Museológica remite el Informe N° 000034-2024-DIPM-DGM-VMPCIC-KAA/MC de fecha 07 de marzo de 2024, el cual concluye que, la solicitud de autorización del proyecto de investigación de colecciones y fondos museográficos administrados por el Ministerio de Cultura "Caracterización química de pigmentos de la cerámica del Periodo Intermedio Tardío y Horizonte Tardío (Temporadas 2002 y 2003), mediante FRXp y LIBS del Sitio Arqueológico Choquepukio, Cuenca de Lucre, Cusco"; reúne los requisitos establecidos en el artículo 48-A.8 del Reglamento de la Ley N° 28296, Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación;

Que, el mencionado proyecto se ajusta a lo prescrito en el artículo 48-A.8 del Reglamento de la Ley N° 28296, Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación, donde se señala los requisitos para la autorización de Proyectos de investigación de colecciones y fondos museográficos administrados por el Ministerio de Cultura; asimismo, cumple con lo establecido en el Texto Único de Procedimientos Administrativos del Ministerio de Cultura, y cuenta con la opinión favorable de la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco;

De conformidad con la Ley N° 28296, Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación; el Decreto Supremo N° 011-2006-ED, que aprueba el Reglamento de la Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación; el Decreto Supremo N° 007-2020-MC que incorpora el artículo 48-A en el Reglamento de la Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación; la Ley N° 29565, Ley de creación del Ministerio de Cultura; el Decreto Supremo N° 005-2013-MC, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Cultura; el Decreto Supremo N° 004-2019-JUS, que aprueba el Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el Ministerio de Cultura, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: **https://tramitedocumentario.cultura.gob.pe:8181/validadorDocumental/inicio/detalle.jsf** e ingresando la siguiente clave: **2X00CH5**

Administrativo General; y, el Decreto Supremo N° 001-2015-MC, que aprueba el Texto Único de Procedimientos Administrativos del Ministerio de Cultura;

SE RESUELVE:

Artículo 1º.- APROBAR la ejecución del Proyecto de Investigación de Colecciones y Fondos Museográficos Administrados por el Ministerio de Cultura "Caracterización química de pigmentos de la cerámica del Periodo Intermedio Tardío y Horizonte Tardío (Temporadas 2002 y 2003), mediante FRXp y LIBS del Sitio Arqueológico Choquepukio, Cuenca de Lucre, Cusco", que comprende el estudio de 28 cajas que contienen materiales arqueológicos del Sitio Arqueológico de Choquepukio (Temporadas 2002 y 2003), así como la toma de muestras de cerámica para análisis especializados; los cuales se encuentran almacenados en los depósitos de la Dirección Desconcentrada de Cusco ubicado en Ex Casa Hacienda del Marqués de Valleumbroso, comunidad de Choquepata-Tipón, departamento de Cusco.

Artículo 2º.- DESIGNAR a la Doctora Celina Luizar Obregón, identificada con DNI 23859597, docente asesor de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, como Director del Proyecto de Investigación de Colecciones y Fondos Museográficos Administrados por el Ministerio de Cultura "Caracterización química de pigmentos de la cerámica del Periodo Intermedio Tardío y Horizonte Tardío (Temporadas 2002 y 2003), mediante FRXp y LIBS del Sitio Arqueológico Choquepukio, Cuenca de Lucre, Cusco".

Artículo 3º.- AUTORIZAR a la Bach. Sandra Pierina Villena Sulli, identificada con DNI N° 70571872, la ejecución del Proyecto de Investigación de Colecciones y Fondos Museográficos Administrados por el Ministerio de Cultura ""Caracterización química de pigmentos de la cerámica del Periodo Intermedio Tardío y Horizonte Tardío (Temporadas 2002 y 2003), mediante FRXp y LIBS del Sitio Arqueológico Choquepukio, Cuenca de Lucre, Cusco"; por un período de dos (02) meses, contados a partir de la fecha de notificación de la presente resolución.

Artículo 4º.- AUTORIZAR la selección y toma de hasta treinta (30) muestras de material arqueológicos de cerámica, para análisis especializados de Fluorescencia de rayos X o FRXP y análisis de Espectroscopia de ablación inducida por láser (LIBS) a realizarse en el laboratorio del proyecto.

Artículo 5º.- AUTORIZAR el traslado temporal de treinta (30) muestras de materiales arqueológicos (cerámica) indicados en el artículo 4º de la presente resolución, del depósito ubicado en la Ex Casa Hacienda del Marqués de Valleumbroso, comunidad de Choquepata - Tipón, departamento de Cusco, para su análisis especializado al laboratorio de Espectroscopia Óptica no Destructiva "LEOnoD" de la Universidad Nacional San Abad del Cusco, ubicado en Av. de La Cultura 773, provincia y departamento de Cusco, bajo la supervisión del personal que la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco asigne para esta labor.

Artículo 6º.- PRECISAR que, no podrá retirarse ningún material, ni muestra arqueológica de dicho lugar que no se hayan indicado en la presente resolución.

Artículo 7º.- PRECISAR que, para la manipulación y traslado de los materiales arqueológicos se deberá seguir los criterios indicados en la Guía N° 001-2020-VMPCIC/MC "Criterios básicos para la entrega de Bienes Culturales Muebles procedentes de Proyectos de Intervención Arqueológica al Ministerio de Cultura" y la

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el Ministerio de Cultura, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: **https://tramitedocumentario.cultura.gob.pe:8181/validadorDocumental/inicio/detalle.jsf** e ingresando la siguiente clave: **2X00CH5**

"Guía de Manipulación para el Registro de Bienes Culturales Muebles" aprobado mediante Resolución Directoral N° 041- 2016/DGM/VMPCIC/MC.

Artículo 8º.- PRECISAR que, se deberá seguir las recomendaciones formuladas por el Gabinete de Elementos Muestrales y Colecciones de la Dirección Desconcentrada Cusco durante la ejecución del proyecto y trasladado de las muestras.

Artículo 9º.- PRECISAR que, la Doctora Celina Luizar Obregón no podrá transferir la responsabilidad a terceros. El incumplimiento de lo antes señalado devendrá en la suspensión del proyecto.

Artículo 10º.- PRECISAR que la Doctora Celina Luizar Obregón y la Bach. Sandra Pierina Villena Sulli deberán coordinar con la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco la entrega de los materiales arqueológicos indicados en el artículo 4º, debiendo suscribir la respectiva Acta de Entrega, y cumplir los protocolos de seguridad durante el traslado y retorno de los bienes culturales.

Artículo 11º.- ESTABLECER como objetivos del precitado Proyecto de investigación:

- *Identificar los componentes químicos de los pigmentos (rojo, blanco y negro) presentes en la decoración y engobe de la cerámica Lucre, Killke e Inca mediante pXRF y LIBS.*
- *Mediante el análisis multivariado de componentes principales, determinar la agrupación/asociación de los componentes químicos de los pigmentos con los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca.*
- *Comparar los grupos compositivos químicos de pigmentos de los tres estilos cerámicos del Sitio Arqueológico Choquepukio.*

Artículo 12º.- PRECISAR que la Doctora Celina Luizar Obregón no podrá transferir la responsabilidad a terceros. El incumplimiento de lo antes señalado devendrá en la suspensión del proyecto.

Artículo 13º.- DISPONER que, una vez concluido el periodo de ejecución del Proyecto de investigación establecido en el artículo 3º de la presente resolución, la Bach. Sandra Pierina Villena Sulli, deberá hacer entrega del material arqueológico analizado, debidamente inventariado y embalado, a la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco, adjuntar el inventario actualizado y suscribir la respectiva Acta de Devolución.

Artículo 14º.- DISPONER que la Bach. Sandra Pierina Villena Sulli deberá presentar ante la Dirección General de Museos en el plazo máximo de seis (06) meses, contados desde la finalización del proyecto de investigación, el informe de resultados que contenga los puntos especificados en el artículo 48-A.9 del Reglamento de la Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación.

Artículo 15º.- ENCARGAR a la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco la supervisión y control del proyecto aprobado, debiendo comunicar en forma inmediata la constatación de cualquier circunstancia que pudiera causar perjuicio grave de imposible o difícil reparación a dichos bienes, a efectos de suspender o revocar la autorización otorgada, conforme a Ley.

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el Ministerio de Cultura, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: **https://tramitedocumentario.cultura.gob.pe:8181/validadorDocumental/inicio/detalle.jsf** e ingresando la siguiente clave: **2X00CH5**

Artículo 16º.- DISPONER que, al finalizar los trabajos de investigación, y a solicitud de la Dirección General de Museos, la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco deberá remitir un informe técnico correspondiente a la supervisión del proyecto, adjuntando copia de las actas de entrega y devolución de los materiales arqueológicos analizados en el marco del proyecto

Artículo 17°.- PRECISAR que para la aprobación del informe final o de resultados del proyecto se deberá contar con la conformidad de la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco.

Artículo 18°.- NOTIFICAR la presente Resolución Directoral a la Doctora Celina Luizar Obregón, a la Bach. Sandra Pierina Villena Sulli, a la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco y a la Dirección de Investigación y Planificación Museológica, para conocimiento y fines respectivos.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE.

Documento firmado digitalmente

MARGARITA ISOLINA GINOCCHIO LAINEZ LOZADA
DIRECTORA GENERAL
DIRECCIÓN GENERAL DE MUSEOS

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el Ministerio de Cultura, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: **https://tramitedocumentario.cultura.gob.pe:8181/validadorDocumental/inicio/detalle.jsf** e ingresando la siguiente clave: **2X00CH5**

Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN /MUESTRA	TÉCNICAS
Problema general:	**Objetivo general:**	**Hipótesis general:**	**Variable Dependiente:**	**Tipo y nivel**	**Población:**	**De recolección de la información**
¿Cuáles son las características químicas identificadas mediante Fluorescencia de Rayos X portátil en las muestras de cerámica del Periodo Intermedio Tardío y Horizonte Tardío del sitio arqueológico Choquepukio (Temporadas 2002-2003), distrito de Lucre – Cusco?	Caracterizar mediante Fluorescencia de Rayos X portátil muestras de cerámica del Periodo Intermedio Tardío y Horizonte Tardío del sitio arqueológico Choquepukio (Temporadas 2002-2003), distrito de Lucre – Cusco	Se postula que la aplicación de Fluorescencia de Rayos X portátil en las muestras de cerámica del Periodo Intermedio Tardío y Horizonte Tardío del sitio arqueológico Choquepukio (Temporadas 2002–2003), distrito de Lucre – Cusco, permitirá revelar los elementos químicos de la pasta matriz y de los pigmentos (blanco, negro y rojo).	Composición química de las muestras de cerámica	Descriptivo y correlacional	Conjunto de fragmentos cerámicos de la temporada de excavación del 2002-2003 realizada en Choquepukio	Técnica de Fluorescencia de Rayos X portátil
Problemas específicos:	**Objetivos específicos:**	**Hipótesis específicas:**	**Variable Independiente:**	**Enfoque**	**Muestra:**	**De interpretación de la información**
¿Cuáles son los elementos químicos identificados mediante Fluorescencia de Rayos X portátil en la pasta matriz y en los pigmentos (blanco, negro y rojo) de las muestras cerámicas Lucre, Killke e Inca?	Identificar mediante Fluorescencia de Rayos X portátil los elementos químicos en la pasta matriz y en los pigmentos (blanco, negro y rojo) de las muestras de cerámica Lucre, Killke e Inca.	Se propone que los elementos químicos identificados mediante Fluorescencia de Rayos X portátil, en la pasta matriz y en los pigmentos (blanco, negro y rojo) de las muestras cerámicas Lucre, Killke e Inca presentarán concentraciones diferenciadas, asociadas con las materias primas empleadas en cada estilo cerámico.	Cerámica Lucre, Killke, Inca	Mixto	El estudio conforma 30 muestras en total, de los cuales: - 11 son del estilo Lucre - 9 del estilo Killke y - 10 son Inca	Entorno de programación R (R Core Team, 2023) dentro de la interfaz RStudio (Posit Team, 2025) - Estadística descriptiva - Análisis multivariado: Análisis de Componentes Principales (ACP) y Análisis de Clúster Jerárquico (ACJ)
A través del Análisis de Componentes Principales, ¿Cómo se agrupan los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca a partir de la concentración de los elementos químicos de la pasta matriz y pigmentos (blanco, negro y rojo)?	Determinar a través del Análisis de Componentes Principales, la agrupación de los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca a partir de la concentración de los elementos químicos de la pasta matriz y pigmentos (blanco, negro y rojo).	Se considera que el Análisis de Componentes Principales revelará agrupamientos entre los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca, diferenciándose principalmente el estilo Killke de los estilos Lucre e Inca a partir de la concentración de los elementos químicos de la pasta matriz y de los pigmentos (blanco, negro y rojo).				
Por medio del Análisis de Clúster Jerárquico, ¿Cuáles son las similitudes o diferencias en la composición química de la pasta matriz y de los pigmentos (blanco, negro y rojo) de los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca del Sitio Arqueológico Choquepukio?	Determinar por medio del Análisis de Clúster Jerárquico, las similitudes o diferencias en la composición química de la pasta matriz y los pigmentos (blanco, negro y rojo) de los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca del Sitio Arqueológico Choquepukio.	Se propone que el Análisis de Clúster Jerárquico evidenciará similitudes y diferencias en la composición química de la pasta matriz y de los pigmentos (blanco, negro y rojo) de los estilos cerámicos Lucre, Killke e Inca del sitio arqueológico Choquepukio.				