The natural pigments used in Costa Rica: preliminary analysis of geomaterials and polychromic ceramic shred from Guanacaste

Matthieu Ménager, Patricia Fernández, Silvia Salgado

▶ **To cite this version:**

Matthieu Ménager, Patricia Fernández, Silvia Salgado. The natural pigments used in Costa Rica: preliminary analysis of geomaterials and polychromic ceramic shred from Guanacaste. Cuadernos de Antropología, 2020, 30 (1), pp.1-19. 10.15517/cat.v30i1.38446 . hal-03213542

HAL Id: hal-03213542
https://amu.hal.science/hal-03213542

Submitted on 30 Apr 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

Los pigmentos naturales usados en Costa Rica: análisis preliminar de geomateriales y fragmentos cerámicos policromos de Guanacaste

Matthieu Ménager[1, 2*], Patricia Fernández[1] y Silvia Salgado[1]

[1]Centro de Investigaciones Antropológicas (CIAN), Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

[2]Université d'Avignon, IMBE, UMR CNRS 6372 / IRD 237 / AMU, Avignon, Francia

*Autor para contacto: mat.menager@gmail.com

Cuadernos de Antropología

Enero-Junio 2020, 30(1)

DOI: 10.15517/cat.v30i1.38446

Recibido: 31-09-2019 / Aceptado: 08-11-2019

Revista del Laboratorio de Etnología María Eugenia Bozzoli Vargas

Centro de Investigaciones Antropológicas, Universidad de Costa Rica

ISSN 2215-356X

Cuadernos de Antropología está bajo una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0

Resumen: En esta publicación, se aportan datos relacionados con la identificación de las principales fuentes de pigmentos publicadas en la literatura científica. Además, se presenta el análisis fisicoquímico de los geomateriales usados ahora en la zona de Guaitil (Costa Rica) y de seis tipos cerámicos procedentes de diferentes sitios arqueológicos (tipos Jicote Policromo, Jicote variedad felino, Birmania Policromo, Mora Policromo variedad Chircot, Altiplano Policromo, Mora Policromo variedad Guapote), por medio de las técnicas de análisis de fluorescencia de los rayos X (XRF), espectrometría infrarroja (FT-IR) y microscopio electrónico de barrido (SEM-EDS). En el caso de los geomateriales usados por los alfareros de Guaitil como pigmento, (i) los rojos y blancos fueron caolinita con cuarzo y trazas de óxido de hierro, y (ii) el pigmento negro fue una mezcla de cuarzo, óxidos de manganeso, hematita y trazas de caolinita. En el caso de las cerámicas precolombinas, los engobes de Altiplano Policromo, Birmania Policromo y Mora Policromo variedad Chircot tuvieron una composición parecida con altos contenidos de meta-esmectita y cuarzo, aunque el engobe del fragmento de Mora Policromo variedad Guapote se compuso principalmente de meta-caolinita y cuarzo. Por un lado, los tiestos de Jicote tuvieron un engobe de composición diferente con la presencia de meta-emectita, cristobalita y hematita. Por otro lado, los pigmentos rojos fueron hechos con la mezcla del engobe con un geomaterial rico en hematita. Asimismo, los pigmentos negros se realizaron con geomateriales a base de óxido de manganeso o magnetita.

Palabras claves: pigmento; cerámica; Costa Rica; precolombino; arqueometría fisicoquímica.

The natural pigments used in Costa Rica: preliminary analysis of geomaterials and polychromic ceramic shred from Guanacaste

Abstract: In this publication, we provided data on the main sources of pigments published in the scientific literature. Furthermore, the geomaterials used nowadays in the Guaitil area (Costa Rica) and six types of ceramic fragments coming from different Costa Rican archaeological sites (Jicote Policromo, Jicote variedad felino, Birmania Policromo, Mora Policromo variedad Chircot, Altiplano Policromo, Mora Policromo variedad Guapote types) were characterized using X-ray fluorescence analysis (XRF), infrared spectrometry (FT-IR) and scanning electron microscope (SEM-EDS). In the geomaterials used by Guaitil potters as pigments, (i) the red and white materials were kaolinites with quartz and traces of iron oxide, and (ii) the black pigment was a mixture of quartz, manganese oxides, hematite and trace of kaolinite. In the case of the pre-Columbian ceramics, the polychrome Altiplano and Mora Policromo engobes were composed of meta-caolinite, meta-esmectite and quartz, while the Jicote Polychromium pot included meta-smectite, crystobalite, anhydrite and hematite in its chemical composition. The red pigments were made with the mixture of the slip with hematite-rich geomaterial, manganese oxide or magnetite depending on the color and the ceramic style.

Keywords: Pigment; Ceramic; Costa Rica; Pre-Columbian; Physico-chemical Archaeometry.

Introducción

Desde el paleolítico, los seres humanos han usado materiales naturales para colorear superficies. Las primeras evidencias del uso de pigmentos datan de -270000 / -285000 aP en Kenia y Zambia (Barham, 2002; Marean et al., 2007). Por su parte, en África del Sur, el uso sistemático de pigmentos corresponde a aproximadamente 160000-12000 años AP (Marean et al., 2007; Tattersall, 2009). Alrededor del 50000 aP, los neandertales tiñeron conchas con ocre rojo (Zilhão et al., 2010). Los primeros dibujos en arte rupestre conocidos fueron fechados desde aproximadamente 70000 años aP en África del Sur (Barnett, Miller, y Pearce, 2006) y en Francia y España los dibujos de arte rupestre más antiguos son de aproximadamente 41000 años aP (Pike et al., 2012). Para los recipientes cerámicos, el uso de engobe y de las decoraciones pintadas datan de alrededor de 10000 - 6000 aP, y los primeros vidriados, de aproximadamente 3500 aP (Tite, 2008).

Los colores siempre han tenido un lugar especial en las sociedades humanas ya sea por aspectos simbólicos (Crone, 1999) o estéticos (Ball, 1965). En varias áreas del mundo es posible identificar colores particulares, por ejemplo, el azul maya y el azul y verde egipcio relacionados con motivos y diseños que son específicos para cada cultura. En este sentido, la evolución de los materiales usados (Perego, 2005; Watin, 1774) y de los estilos demuestran su importancia social y el aporte del tema para realizar distinciones culturales mediante la identificación del pigmento aplicado en diseños particulares.

Por estos motivos, los seres humanos desarrollaron de forma significativa las técnicas de producción y aplicación de los pigmentos, así como, a través del tiempo, pudieron cambiar los materiales utilizados, su tratamiento y los yacimientos explotados.

En efecto, las producciones de mismo tipo, origen y temporalidad tienen frecuentemente características estilísticas, mineralógicas y químicas parecidas, que las distinguen de las otras producciones (Dillmann y Bellot-Gurlet, 2014).

El conocimiento de la naturaleza química de los pigmentos usados y de los criterios tipológicos y arqueológicos nos permite obtener información esencial para mejorar la comprensión de las sociedades antiguas. Así, podemos contribuir al estudio las antiguas técnicas de producción, las rutas comerciales utilizadas y las interacciones entre culturas.

En América Central, los pigmentos más antiguos son los del arte rupestre, el cual se ha reportado en toda la región. El rojo es el más abundante, pero, también, se utilizó el azul, el negro, el verde y el blanco (Künne y Strecker, 2003). Asimismo, en las cerámicas de Centroamérica existe una amplia variedad de tipos, siendo los colores más usados el rojo, el negro y el blanco. Los azules se vinculan con la zona maya, específicamente con el denominado azul maya, aunque en el denominado Vallejo Policromo, producido tardíamente en Nicaragua, también se utilizó un pigmento azulado (Abel-Vidor et al., 1987).

En Costa Rica, existen pocos estudios sobre los usos arqueológicos de los pigmentos y sus naturalezas fisicoquímicas. El objetivo principal de esta publicación es aportar datos relacionados con la identificación de las principales fuentes de pigmentos usados en la cerámica a partir de una síntesis del conocimiento actual y de estudios previos publicados con aportes de la arqueometría. Además, se presentará un estudio de caso a través del análisis de los geomateriales (materiales geológicos) usados en la zona de Guaitil por medio de las técnicas de análisis de espectrometría infrarroja (en inglés: FT-IR) y microscopio electrónico de barrido equipado con un detector a dispersión de energía de rayos X (en inglés: SEM/EDS), así como del análisis de seis fragmentos cerámicos procedentes de cinco sitios arqueológicos (Palo Blanco MNCR-G-800-PB; Las Pilas MNCR-G-850-LP; Barranca MNCR-A-372-BA; Cariari MNCR-H-134 CR y Nuevo Corinto MNCR-L-72-NC) pertenecientes a los tipos Jicote Policromo, Jicote Policromo variedad felino, Mora Policromo variedad Chircot, Mora Policromo variedad Guapote, Altiplano Policromo y Birmania Policromo.

Los usos tradicionales de los pigmentos y colorantes orgánicos

Los colorantes vegetales se han procesado para ser empleados en los cuerpos humanos; hay datos históricos del siglo XVI, para la región de Nicoya de Costa Rica, que revelan que la maceración de las semillas de achiote (Bixa orellana) junto con algún tipo de “goma” se usaban para pintarse el cuerpo y la cara como protección contra el sol (Fernández de Oviedo, 1851).

El empleo de colorantes orgánicos para la tinción ha continuado como práctica artesanal en algunos pueblos indígenas en Costa Rica, tal es el caso de los borucas o pueblo Brunkajc, con el empleo de colorantes de origen vegetal en el teñido de fibras de algodón para la elaboración de textiles. Doris Stone (1949) comenta que los colores tradicionales empleados por los boruca en los textiles son el negro, el amarillo claro, el azul pálido y el morado. Además, menciona que el rojo se lograba hirviendo las hojas del árbol del sangrillo (Petherocarpus sp), y el negro se obtenía con la cocción de la corteza del árbol del carbonero (Guarea guara (Jacq.) P. Wil) cuyo líquido se mezclaba con una arcilla negra que se localizaba en los alrededores de Boruca. Adicionalmente, el azul lo obtenían de la hoja del añil (Indigofera suffruticosa Mill) y el morado del molusco (Purpura patula Gold), una sustancia amarilla expulsada por el caracol, la que expuesta al sol adquiere este tono.

En esta misma década de 1940, Doris Stone también realizó una investigación etnográfica en las comunidades alfareras de Guaitil, Loma de Chata y San Vicente, ubicadas en el Valle del

Tempisque, cerca de la ciudad de Santa Cruz. En la actualidad, estas comunidades utilizan técnicas de producción cerámica cuya tradición puede trazarse desde períodos precolombinos, lo que incluye el empleo de geomateriales locales (Weil y Herrera, 2014).

Es importante resaltar que la palabra local para pigmento es curiol (Mora, 2015), incluyendo el negro, el rojo y el blanco, los colores tradicionales desde los periodos precolombinos. Los pigmentos o curioles provienen de varios sitios de extracción locales y tienen cuentos y mitos asociados (Stone, 1950). Los pigmentos rojos y blancos son extraídos de una montaña llamada Cerro de la Cebadilla o Cerro Curiol, localizada 3,5 km al SE del pueblo, en el camino entre Santa Cruz y Nicoya. En este cerro, de acuerdo con Mora (2015), se localizan: (i) de entre los 5 cm hasta cerca de los 30 cm bajo la superficie un geomaterial de color anaranjado llamado curiol "Fanta"; (ii) de entre los 30 a los 45 cm, se haya un geomaterial de color crema o beige (curiol crema), que contiene venas de otro material de color blanco (curiol blanco); (iii) finalmente, por debajo de los 45 cm se localiza otra capa de geomaterial de color blancuzco que contiene inclusiones de ocre rojo que machacado sirve para hacer el curiol rojo. El pigmento negro (curiol negro) se extrae de venas de óxido de manganeso ubicadas en colinas cerca de Sequeira, situado hacia el NO en el camino que conduce al pueblo de Bernabela, y se considera que tiene un mejor rendimiento que los otros pigmentos. De acuerdo con la descripción de Stone (1950), estos pigmentos se preparan siguiendo distintas etapas:

• Los alfareros primero agregan agua al geomaterial;

• Posteriormente, mezclan la preparación hasta obtener una solución homogénea;

• Finalmente, filtran la mezcla obtenida para conservar solo las partículas más finas.

Los pigmentos de las cerámicas precolombinas

En Costa Rica, el único estudio que aborda el análisis físico-químico de los pigmentos cerámicos se llevó a cabo por García y Arce (2012) con 16 fragmentos cerámicos del tipo Mercedes Línea Blanca procedente del sitio Nuevo Corinto (L-NC-72). Los análisis por medio de un microscopio de barrido (SEM-EDS) permitieron a los autores concluir que los pigmentos de color blanco de las decoraciones lineales fueron realizados con una arcilla de tipo caolinita.

Por otro lado, las pastas son materiales compuestos con minerales arcillosos y no arcillosos (fragmentos de piedra, minerales, materias orgánicas, chamota, entre otros), denominadas como inclusiones (Hunt, 2017). Sus composiciones geológicas y mineralógicas reflejan el medioambiente de donde provienen. En el caso de Costa Rica y Nicaragua, la naturaleza de los minerales usados para las pastas se ha analizado a través de las composiciones mineralógicas por difracción de rayos X (en inglés: X-Ray Difracción o XRD) (Accola, 1977) y por análisis petrográficos (Conejo-Barboza, Sanabria-Chinchilla, Ulloa, y Villalobos, 2015; Corrales Ulloa, Montero Villalobos, y Conejo-Barboza, 2015; Dennett, 2016; Dennett, Platz, y McCafferty, 2011; Iizuka, 2013; Platz, 2014, 2015). Estos enfoques, entre otras cosas, revelaron la presencia de varios minerales dominantes; como son la andesita, la pumita, el piroxena, entre otros, que permitieron caracterizar hasta el subgrupo de cerámica (Platz, 2014). Otros estudios han intentado buscar marcadores fisicoquímicos característicos de la procedencia de la cerámica al usar sus composiciones elementales (Hunt, 2017). Estas medidas se hicieron por: (i) análisis instrumental por activación de neutrones (en inglés:

Instrumental Neutron Activation Analysis o INAA), (ii) menos frecuentemente, Fluorescencia de Rayos X (en inglés: X-Ray Fluorescence o XRF). La finalidad de estos estudios fue trazar el origen y los movimientos de la alfarería en la región arqueológica de Gran Nicoya (Bishop, 1995; Bishop y Blackman, 2002; Dennett, McCafferty, y Bishop, 2012; Dennett et al., 2011; Dennett, Salgado, y Bishop, 2019; Lange, Bishop, y Lange, 1987), del Valle Central (Chapdelaine, Vázquez, y Kennedy, 2008) y más específicamente en la zona del monumento nacional de Guayabo (Rossini, 1991; Rossini, Abbé, Guevara, y Tenorio, 1993; Rossini, Tripier, Abbé, Guevara, y Tenorio, 1991; Salazar y Moya, 1985). Estos trabajos, especialmente los de Ronald L. Bishop, han mostrado la pertinencia de estos enfoques en los estudios de proveniencia en estos contextos climáticos y geográficos. Por ejemplo, los ratios La/Yb and Ba/La parecen discriminantes para distinguir los países de origen de las cerámicas, especialmente entre la cerámica de Costa Rica y Nicaragua, aunque la comparación de las composiciones de Ba/Th y Cr y de Sc y Th permiten identificar cerámicas de varias zonas de Nicaragua (Dennett, 2016).

En Nicaragua, el análisis de vajillas del periodo del 900-1500 d.C. del sitio Santa Isabel se hizo por microscopía Raman (McCafferty, Dennett, Glanzman, y Steinbrenner, 2012). Tres pigmentos, el blanco, el rojo y el negro fueron analizados:

• El pigmento blanco compuesto por una alta cantidad de óxido de titanio, de tipo ilmenita o rutile, tiene una procedencia probablemente local;

• El pigmento rojo hecho con hematita;

• El pigmento negro probablemente constituido por carbón.

Otros usos arqueológicos de los pigmentos en CR

En Costa Rica se han documentado pocos casos del empleo de pigmentos de diversos colores en artefactos no cerámicos, así como en determinados contextos. Por, ejemplo, en las excavaciones arqueológicas llevadas a cabo por Hartman (1901) en Orosi, en la porción oriental del Valle Central, en donde se reportó un pigmento de color rojo cerca de una pequeña vasija ubicada en un extremo de una tumba (N°14 del primer conjunto), Hartman no hizo referencia en su publicación sobre la naturaleza de este pigmento. Por su parte, Stone (1958) comenta el empleo de un pigmento de color blanco con el cual se realizaron decoraciones sobre metates en lo que hoy se conoce como el sitio arqueológico Nuevo Corinto. Adicionalmente, Matthew Stirling y Marion Stirling, en la década de 1960, reportaron, en la región de Guanacaste, el empleo de un pigmento de color rojo con el cual se hicieron pictografías dentro de abrigos rocosos, así como sobre los diseños de algunos petroglifos (Stirling y Pugh, 1997).

En la zona de la Gran Nicoya solamente existen dos estudios. El primero trata de un pigmento rojo usado para colorear esculturas en la isla Zapatera del lago de Nicaragua (Navarro, 2005). El Dr. Navarro Genie, con la colaboración del Museo del Louvre (Paris, Francia), usó un microscopio electrónico SEM-EDS para caracterizar los elementos de esos pigmentos rojos. Esos análisis mostraron proporciones importantes de hierro, oxígeno y titanio, lo que permitió concluir la presencia de un pigmento hecho con óxido de hierro (hematita Fe2O3) (Navarro, 2011).

El único estudio de un pigmento en arte rupestre se hizo en la cueva de la Conga, en el norte de Nicaragua (Baker y Armitage, 2013). Allí se encontraron varias pinturas rupestres de tiempos prehistóricos fechadas de 680-905 cal d.C. hasta 1403-1640 cal d.C; además, se descubrieron varias tonalidades de anaranjados, rojos y negros. Para determinar la composición elemental de estos pigmentos, se aplicó espectrometría de fluorescencia de los rayos X. Todos los pigmentos fueron óxidos de hierro con una contribución importante de caliza, con la excepción de una muestra sin calcio (Li, Baker, DeRoo, y Armitage, 2012; Li, 2010). Se identificaron inclusiones de carbón en los pigmentos, que se supone se debe a la preparación de la hematita por calcinación de otro óxido de hierro (Cornell y Schwertmann, 2003), como, por ejemplo, sucede en el caso de la goethita amarilla que se transforma, según las condiciones de cocción, en hematita o maghemita roja. El carbón provino de árboles de tipo Hymenaea courbari (Jatobá), varias especies de Pinus (pinos) y de Pithecellobium. Asimismo, se buscó y se encontró un aglutinante orgánico desconocido por cromatografía en fase gaseosa asistida térmicamente con hidrolisis/metilación (en inglés, Thermally Assisted Hydrolysis/Methylation-Gas Chromatography-Mass Spectrometry o THM-GC-MS).

Muchos colorantes orgánicos fueron usados para tintar paredes, códices y telas en el periodo precolombino en la zona maya. Vienen de muchos vegetales y animales listados por color por Vázquez de Ágredos-Pascual (2007).

Las fuentes geológicas de pigmentos en Costa Rica

La naturaleza del material usado como pigmentos difiere según la técnica empleada por su aplicación (Goodall, Hall, Viel, y Fredericks, 2009; Magaloni, 2009; Velásquez, 2008). En el caso del arte rupestre, existen varias técnicas de aplicación del estos (Vázquez de Ágredos-Pascual, 2007; Baker y Armitage, 2013; Balandier, Joliot, Ménager, Vouve, y Vieillescazes, 2017; Goodall et al., 2009), los cuales pudieron ser: (i) diluidos en un aglutinante orgánico (agua, aceite, cera, resina, sangre, entre otros) y aplicados sobre el superficie, técnica llamada al seco , (ii) diluidos en una solución acuosa saturada en un geomaterial adecuado (cal por ejemplo), técnica llamada al fresco, (iii) raspado directo del pigmento sobre los paredes. En el caso particular de la pintura maya, se combinó técnicas del fresco y del seco (Vázquez de Ágredos-Pascual, 2007).

En Centroamérica, los pigmentos usados antes de la época moderna en alfarería y arte rupestre son todos geomateriales. Dos excepciones son notables, el carbón de madera y los azules y verdes Maya. Estos últimos provienen de la reacción a la alta temperatura entre el añil y la palygorskita, un mineral de la clase de los filosilicatos (Doménech, Doménech-Carbó, y Vázquez de Agredos-Pascual, 2011). El azul maya se forma después de una encapsulación controlada de las sustancias colorantes del añil, la indigotina (azul) y su producto de degradación térmico, la dehidroindigotina (amarillo), en los canales de la estructura de la arcilla por difusión a alta temperatura (Doménech, Doménech-Carbó, y Vázquez de Agredos Pascual, 2007; Sánchez del Río, Doménech, Doménech-Carbó, Vázquez de Agredos-Pascual, Suárez y García-Romero, 2011). El color verde o azul depende del calentamiento aplicado y de las concentraciones respectivas de indigotina y dehidroindigotina (Doménech, Doménech-Carbó, Vidal-Lorenzo, y Vázquez de Agredos-Pascual, 2012).

En Costa Rica y países cercanos, los pigmentos usados en periodo precolombino son negros, rojos, amarillos, anaranjados, cafés y blancos (Abel-Vidor et al., 1987; Baker, 2003; Dade, 1961; Helms, 1996; Kroezen, 2012). En esta zona, existe una importante riqueza de geomateriales que pudieron haber sido usados como pigmentos y, en primer lugar, los

materiales arcillosos. Según el tipo y la ubicación del suelo, los materiales arcillosos pueden estar compuestos de varios mezclas de caolinitas, esmécticas, allofanitas, óxidos y oxihidróxidos de hierro (Hematita, goethita), halloysita, gibbsita, feldespatos (Alvarado, Mata, y Chinchilla, 2014; Bertsch, Alvarado, Henriquez, y Mata, 2000; Rossini, 1991) u otros tipos de material.

Estudio de caso: análisis de los pigmentos usados por los alfareros de la zona de Guaitil y de las cerámicas producidas

Material y métodos

Se analizaron seis fragmentos cerámicos (Figura 1) polícromos procedentes de cinco sitios arqueológicos ubicados en la subregión sur de la Gran Nicoya, así como de las subregiones central y caribe de la Región Central (Figura 2).

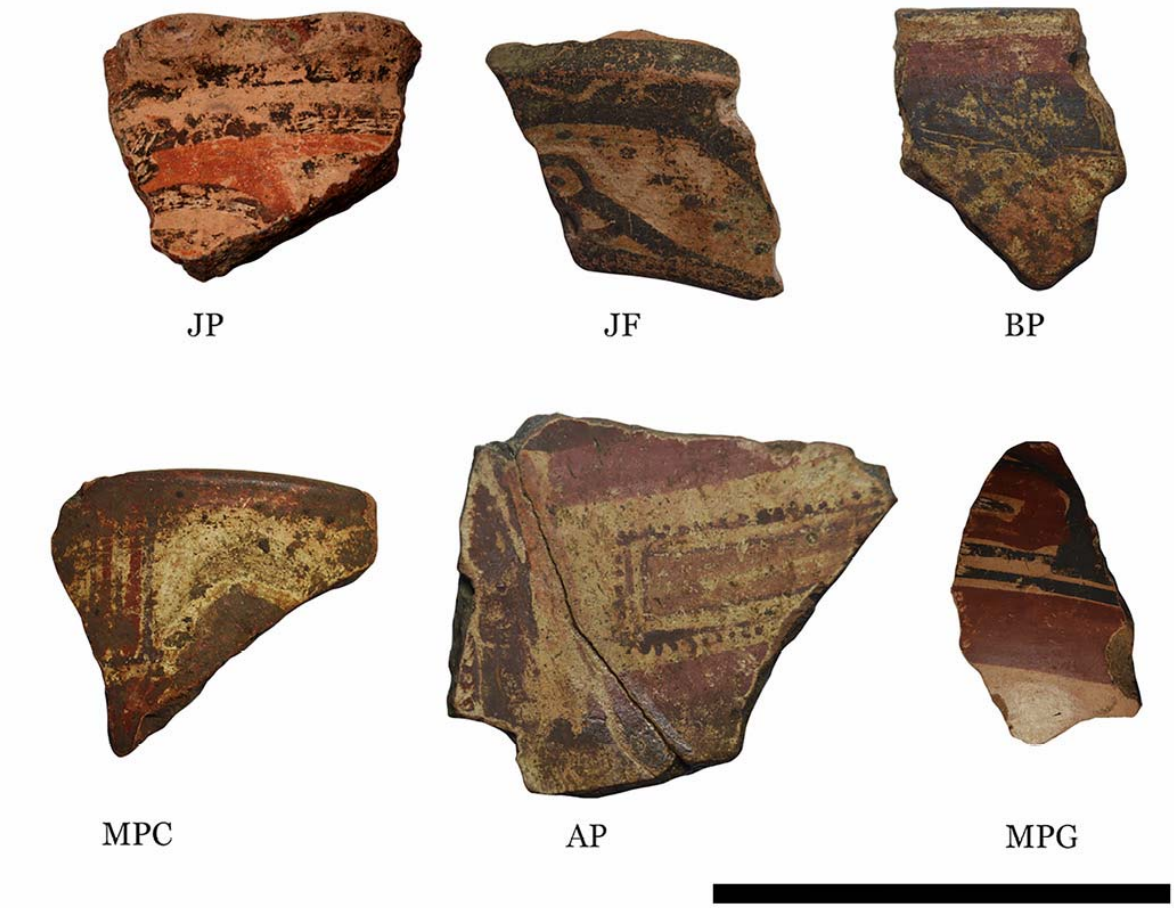

Figura 1: fotografías de los fragmentos: a) Jicote Policromo (JP), b) Jicote variedad Felino (JF), c) Birmania Policromo (BP), d) Mora Policromo variedad Chircot (MPC), (e) Altiplano Policromo (AP) y (f) Mora Policromo variedad Guapote (MPG).

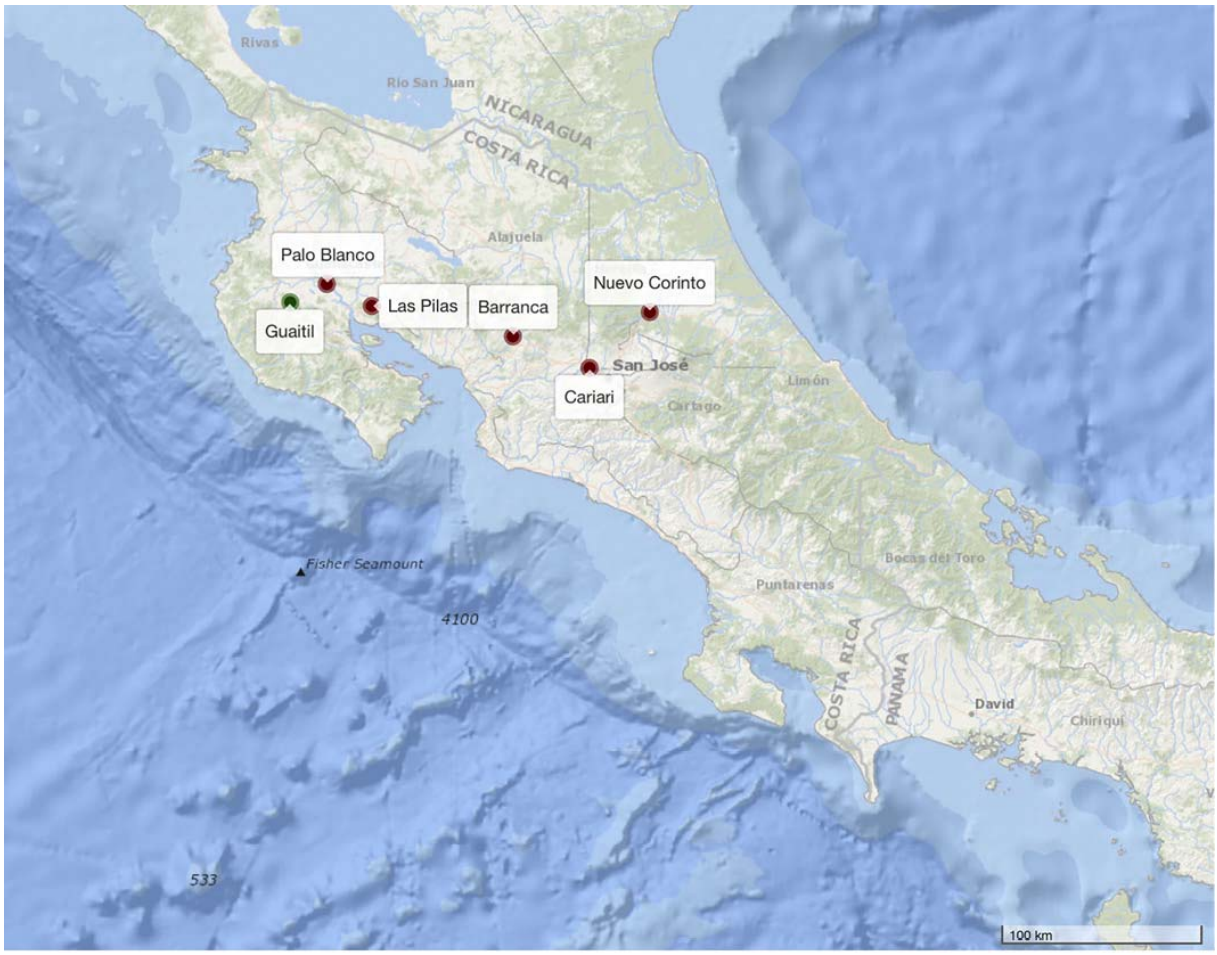

Figura 2: Ubicación de los sitios arqueológicos (en rojo) y del pueblo de Guaitil (en verde).

El sitio Palo Blanco (MNCR-G-800-PB) se ubica en la cuenca baja del río Tempisque, en el parque nacional Palo Verde en Guanacaste, cuya muestra (JP) procede de una recolección de superficie (Chávez, 1997). Por su parte, el sitio Las Pilas (MNCR-G-850-LP) se localiza en la zona de Abangares, un sitio multicomponente, con una muestra (GF) procedente de la Tumba 6 (Aguilar, 1972).

El sitio Barranca (MNCR-A-372-BA) se encuentra en San Ramón de Alajuela; la muestra (BP) analizada proviene de un pozo de sondeo como resultado de una prospección intensiva llevada a cabo en el sitio (Mauricio Murillo, comunicación personal, 2013). El sitio Cariari (MNCR- H-134-CR) se ubica en el distrito de Bélén en Heredia, es un sitio multicomponente, cuya muestra (MPC) procede de un enterramiento (Beck, 1971); y, finalmente, el sitio Nuevo Corinto se localiza en las tierras bajas del Caribe Central, con dos muestras (AP y MPG) procedentes de trincheras llevadas a cabo en los montículos 6 y 7, respectivamente (Salgado, Hoopes, Aguilar, y Fernández, 2013).

Los análisis de los fragmentos de cerámica con espectrometría infrarroja se llevaron a cabo con un espectrómetro alpha marca Bruker Optics con el módulo de reflexión frontal. Se empleó en la región espectral comprendida entre 400-4000 cm-1, realizado 30 escaneos en cada punto y empleando una resolución espectral de 4 cm-1. Los espectros fueron visualizados con el software OPUS 7 y manipulados con el software R.

Los análisis SEM-EDS se hicieron sobre las partes transversales de las cerámicas con un equipo Hitachi 7100, con un voltaje de aceleración de 20 kW, con un tiempo de 100 s de análisis para la medida de las composiciones elementales.

Los pigmentos analizados y las informaciones dadas en el subtítulo b) fueron proporcionados por los alfareros de la tienda Susan & Jesús en Guaitil, Costa Rica.

Etapas actuales para la fabricación de las cerámicas

Para este trabajo, se hizo una gira de campo con el fin de observar la técnica actual de preparación de las cerámicas. La técnica de fabricación involucra diferentes etapas.

1. La preparación de la pasta y la concepción de la cerámica: el alfarero moldea la arcilla o el geomaterial y lo mezcla con una arena local y agua. Luego, hace rollos para darle la forma a la cerámica usando un soporte giratorio. Cuando la cerámica tiene su forma final, se deja secar al Sol.

2. La aplicación del engobe: fabrican el engobe blanco diluyendo una arcilla blanca molida en agua y filtrándola con una tela. Luego, se aplica esta mezcla a la cerámica con una brocha y la dejan secar al Sol unos días.

3. La aplicación de los pigmentos: Para preparar un pigmento (o curiol), moldan la arcilla (del color deseado), la mezclan con agua y, posteriormente, la filtran con una tela. Aplican esta mezcla con brocha directamente sobre el engobe, dibujando los motivos deseados. A cada capa de pigmento, luego de su secado, le hacen un pulido con ayuda de una roca (llamada “cuarzo” por los alfareros).

4. La cocción de las cerámicas: las cerámicas se cocinan en un horno alimentado con madera y carbón como combustible durante unos 35 a 45 minutos.

5. Los toques finales: se puede usar una herramienta puntiaguda al final para dibujar o fortalecer los motivos de la cerámica.

Es importante mencionar que las técnicas han cambiado parcialmente con el tiempo, pero los geomateriales usados para hacer los pigmentos rojos, blancos y negros continúan siendo recogidos localmente en la zona alrededor de Guaitil. Su naturaleza química se identifica en el presente estudio. Sin embargo, actualmente se utilizan pigmentos azules y verdes producidos por la química industrial en los diseños de algunas vasijas. Además, eso demuestra que los materiales analizados pueden ser usados directamente por la realización de los engobes y capas de pigmento.

Análisis de los geomateriales usados por los alfareros

Para caracterizar estos geomateriales, se hizo primero el análisis de las composiciones elementales con microscopía electrónica de barrido SEM-EDS. Los resultados se presentan en la figura 3. Todos los materiales incluyen proporciones altas de silicio y aluminio que indican la presencia de materiales arcillosos. El geomaterial de color rojo se caracteriza por un contenido de hierro más alto de 4,4 % y el geomaterial negro, por un contenido de manganeso de 18 %.

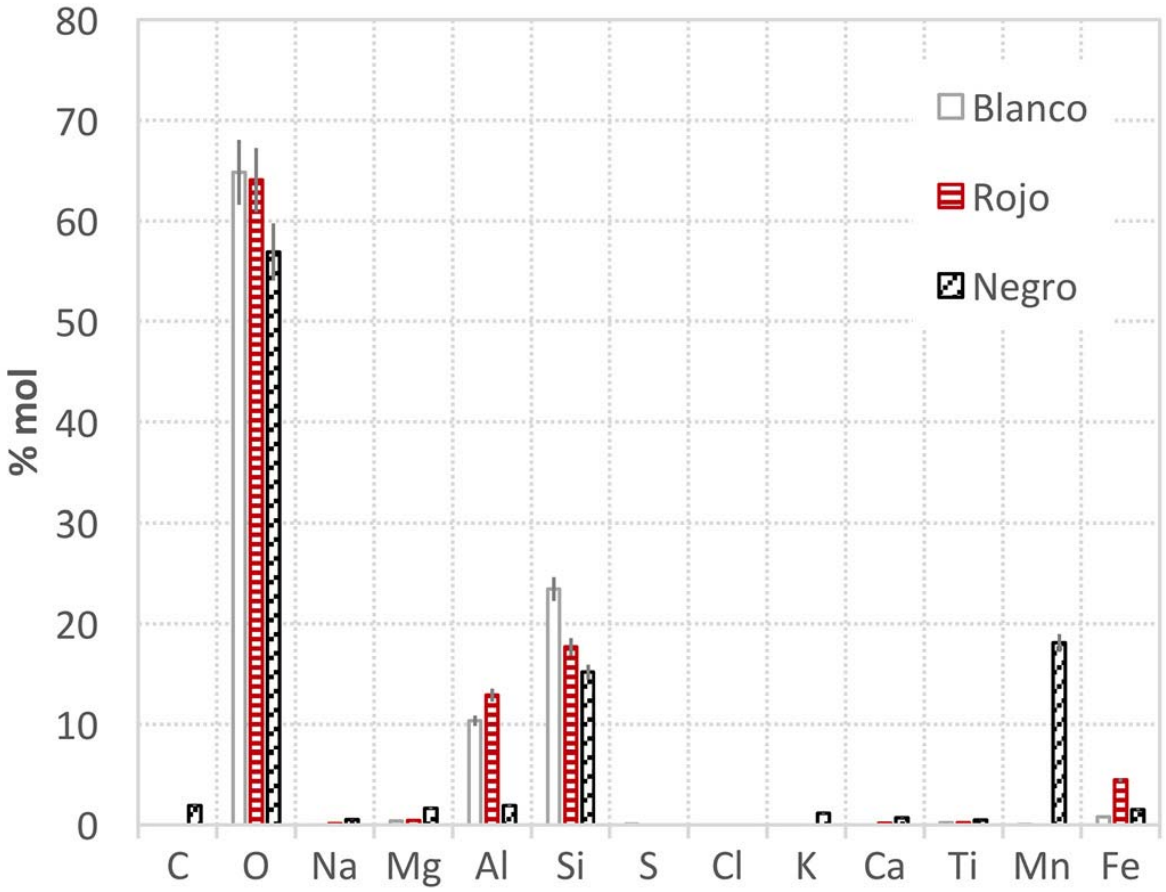

Figura 3: Composiciones elementales de los geomateriales rojo, blanco y negro usados en el 2017 por los alfareros de la zona de Guaitil.

La naturaleza química de los geomateriales se determinó por espectrometría infrarroja FT-IR (Figura 4). Los espectros de los geomateriales blancos y rojos son arcillas de tipo caolinita con diferentes contenidos en cuarzo y óxido de hierro, con una concentración importante de hematita (óxido de hierro) en el pigmento rojo. El pigmento negro tiene un espectro FTIR característico de un alto contenido en cuarzo con un óxido de manganeso y hematita, mezclado con trazas de una arcilla de tipo caolinita. Estas identificaciones concuerdan con las composiciones elementales determinadas por SEM/EDS.

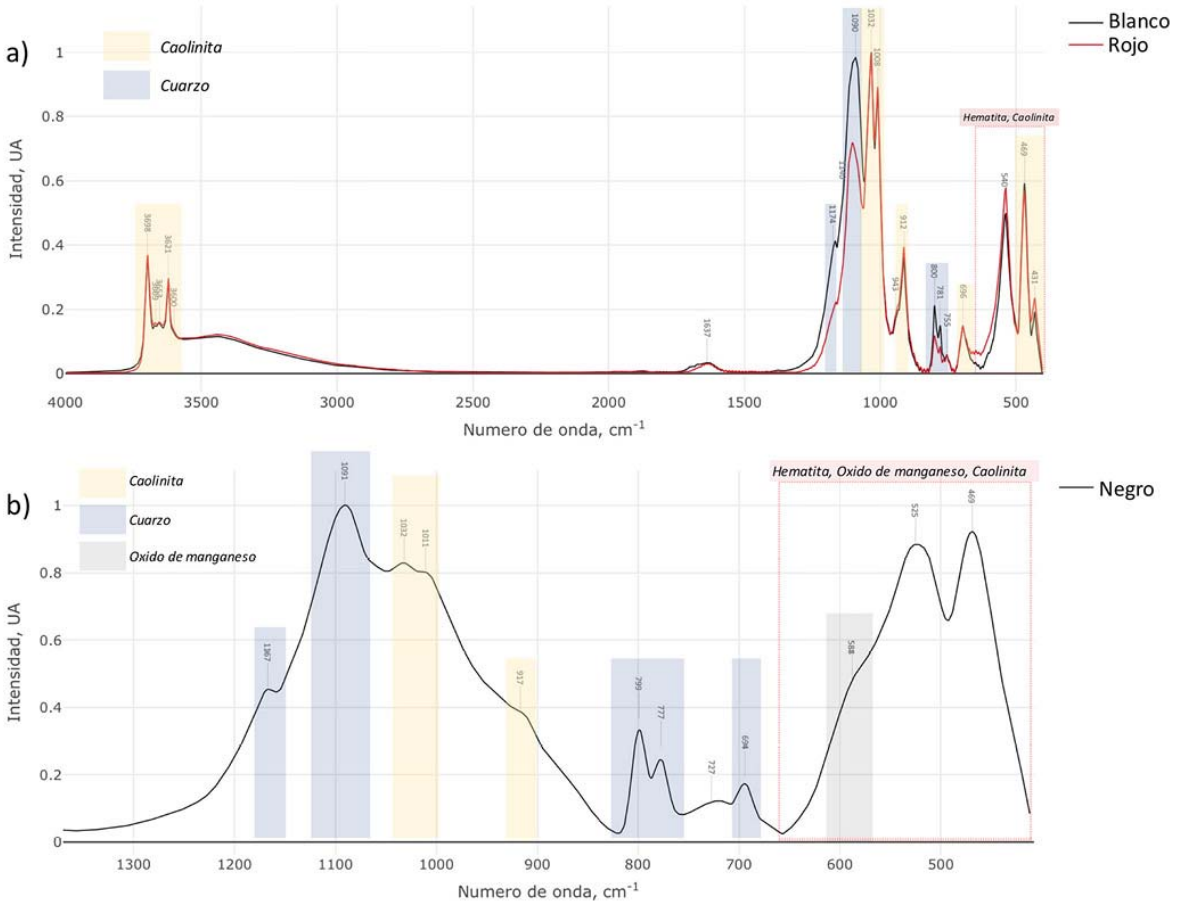

Figura 4: Espectros infrarrojos de los pigmentos rojo y blanco (a) y negro (b) con las identificaciones de las bandas características de la caolinita, del cuarzo, de los óxidos de manganeso y de la hematita.

Comparación con cerámicas precolombinas hechas en la zona cercana a Guaitil

Se hizo una comparación de seis fragmentos de diferentes tipos y variedades de cerámica de los sitios Palo Blanco (MNCR-G-800-PN): Jicote Policromo (JP); Las Pilas (MNCR- G-850-LP): Jicote policromo variedad felino (JF) ; Barranca (MNCR-A-372-BA): Birmania Policromo (BP); Cariari (MNCR- H-134-CR): Mora Policromo variedad Chircot (MPC) y Nuevo Corinto (MNCR-L-72-NC): Altiplano Policromo (AP) y Mora policromo variedad Guapote (MPG). Se usó la espectrometría infrarroja (FT-IR) para caracterizar la composición mineralógica de los diferentes pigmentos y engobes blancos en los distintos tiestos. Los resultados están presentados en el cuadro 1.

Cuadro 1: Composiciones de las capas de engobe y de pigmentos por los fragmentos de cerámica Altiplano Policromo (AP), Birmania Policromo (BP), Jicote Policromo (JP), Jicote variedad Felino (JF), Mora Policromo variedad Guapote (MPG), Mora Policromo variedad Chircot (MPC). Identificaciones hechas por análisis de los espectros infrarrojo.

Tipo	Composición de la base	Pigmentos negros	Pigmentos rojos
MPC	Meta-esméctica, Cuarzo, Calcita	MnO_2, Hematita	Hematita, Cuarzo (+)
AP	Meta-esméctica, Cuarzo, Anorthita, Calcita	MnO_2, Hematita, Cuarzo (+)	Hematita, Cuarzo (+)
BP	Meta-esméctica, Cuarzo, Hematita, Calcita	MnO_2, Hematita (+), Cuarzo (+)	Hematita (+), Cuarzo (+)
MPG	Meta-caolinita, Cuarzo, K-feldespato	MnO_2, Hematita	Hematita
JF	Meta- esméctica, Cristobalita, Hematita,	Magnetita, Hematita (+)	Hematita
JP	Meta- esméctica, Cristobalita , Hematita	Magnetita, Hematita (+)	Hematita (+), Cuarzo

En todos los tipos de cerámica, las capas de pigmentos tienen una composición similar a los engobes blancos respectivos (columna "composición de la base" del cuadro 1). Eso nos sugiere que la capa de pigmento se elaboraba en todos los estilos a través de la mezcla de un geomaterial colorado con un engobe blanco.

En la figura 5 se notan claramente 3 grupos composicionales: (i) un grupo con el Jicote Policromo (JP) y el Jicote variedad Felino (JF), (ii) otro con el Altiplano Policromo (AP), el Birmania Policromo (BP) y el Mora Policromo variedad Chircot (MPC), (iii) un último con el Mora Policromo variedad Guapote (MPG).

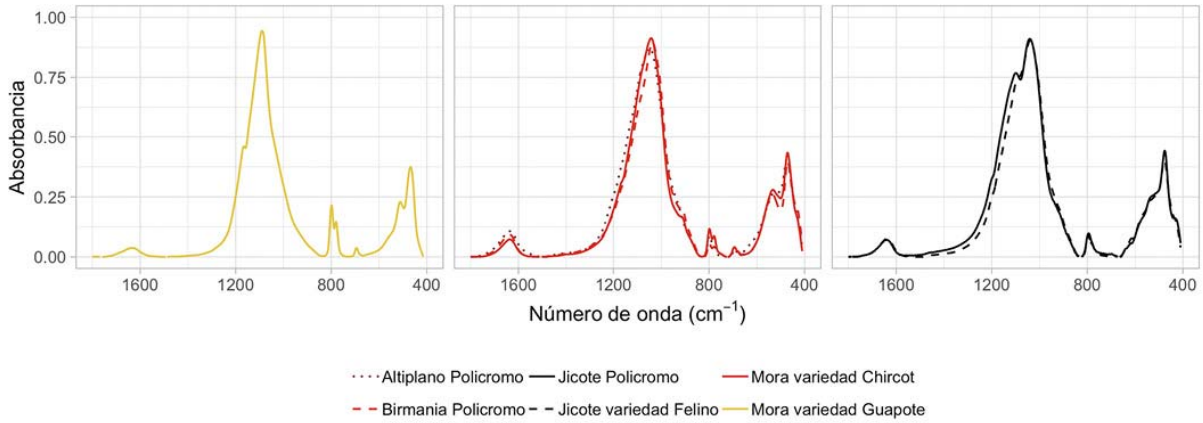

Figura 5: Espectros infrarrojos de los engobes blancos de los tiestos de Mora Policromo variedad Guapote (en amarillo), Altiplano Policromo, Birmania Policromo y Mora Policromo variedad Chircot (en rojo), Jicote Policromo y Jicote variedad Felino (negro).

Los engobes tienen espectros infrarrojos (figura 5) y composiciones químicas que difieren notablemente por la naturaleza de la arcilla y del tipo de dióxido de silicio presentes en el engobe. Se encuentran las señales características de (i) una meta-esmectita con cuarzo para los fragmentos de AP, BP y MPC, (ii) una meta-caolinita con cuarzo para los fragmentos de MPG, (iii) una mezcla entre una meta-esmectita con cristobalita para los JP y JF. Además, es importante mencionar que la cristobalita es presente de manera natural en varias zonas de Guanacaste (Gehring, Schosseler y Weidler, 1999).

Todos los pigmentos rojos fueron hechos con una mezcla de hematita en el material usado para hacer el engobe. Los pigmentos negros de los tiestos de AP, BP, MPC, MPG presentan las señales características de un óxido de manganeso, mezclados con la hematita. Se pueden plantear dos hipótesis con respecto al origen de estos pigmentos negros: (i) un origen antrópico, con una mezcla voluntaria de los ingredientes en una preparación, (ii) un origen sedimentario con una mezcla natural en el yacimiento (los radios iónicos del Mn y del Fe son similares y estos dos átomos pueden intercambiarse en la estructura del geomaterial), como es el caso de los geomateriales del cerro Curiol analizado en esta publicación. La capa de pigmento de color negro de los tiestos de JP y JF tiene composiciones características con una mezcla de hematita y magnetita.

Estos resultados son un primer avance en la caracterización de los materiales usados por los alfareros; permiten ver la diversidad de los materiales usados por los alfareros de la zona. Además, estos análisis fisicoquímicos muestran el potencial de este enfoque para aclarar elementos de la producción de estos tipos polícromos de Guanacaste, específicos del lapso temporal del 700 al 1550 d.C., aproximadamente. La muestra estudiada es pequeña y se requiere ampliarla para verificar posibles asociaciones entre tipos y variedades.

Una línea futura de investigación será de analizar los pigmentos y engobes de tipos cerámicos específicos del Guanacaste para reforzar o modificar la hipótesis de la presencia de escuelas cerámicas en la zona planteada por los trabajos de Bishop (Bishop, 1995; Bishop y Lange, 2013) y basada sobre una sólida correlación entre las características composicionales de las pastas y los estilos decorativos. Estos primeros resultados están basados en las escuelas cerámicas propuestas por Bishop y Lange (2013) y demuestran la importancia de seguir los análisis y ampliar el número de engobes y pigmentos analizados.

Conclusiones

Los geomateriales rojos y blancos usados por los alfareros de Guaitil como pigmento son caolinita, cuarzo y trazas de óxido de hierro. El pigmento negro es una mezcla de cuarzo, óxidos de manganeso, hematita y trazas de caolinita. Además, se pudo demostrar la diferencia entre las composiciones de los diferentes engobes y pigmentos de cerámica de seis tipos o variedades (Altiplano Policromo, Birmania Policromo, Jicote Policromo, Jicote variedad Felino, Mora Policromo variedad Guapote, Mora Policromo variedad Chircot). Los engobes de Altiplano Policromo, Birmania Policromo y Mora Policromo variedad Chircot tuvieron una composición parecida con altos contenidos de meta-esmectita y cuarzo, aunque el engobe del fragmento de Mora Policromo variedad Guapote se compuso principalmente de meta-caolinita y cuarzo. Por un lado, los tiestos de Jicote Policromo y Jicote variedad Felino tuvieron un engobe de composición diferente con la presencia de meta-emectita, cristobalita y hematita. Por otro lado, los pigmentos rojos fueron hechos con la mezcla del engobe con un geomaterial rico en hematita. Los pigmentos negros se realizaron con geomateriales a base de óxido de manganeso o magnetita. Esto, en un primer avance en la caracterización de los materiales usados por los alfareros, permitió mostrar la diferencia entre los materiales empleados para fabricar las cerámicas de los diferentes estilos.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al Centro de Investigación en Ciencia e Ingeniería de Materiales (Cicima) de la Universidad de Costa Rica y a Paula Sibaja por el apoyo en los análisis en espectrometría infrarroja. Además, se agradece muchísimo a la profesora Giselle Chang por la organización de la gira en la zona de Guaitil, a Benjamín Acevedo por su participación en la gira en Guaitil, a Cynthia Barboza y al Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (Ciemic) de la Universidad de Costa Rica por el apoyo en los análisis SEM/EDS.

Referencias bibliográficas

Abel-Vidor, S., Baudez, C., Bishop, R. L., Bonilla V., Calvo M., Creamer, W. y Tillet, A. (1987). Principales tipos cerámicos y variedades de la Gran Nicoya. Vínculos, 13, 7-34.

Accola, R. M. (1977). Análisis de la difracción de rayos X: su aplicación experimental en el estudio de la cerámica policromada de Nicoya, Costa Rica. Vínculos, 3, 37-46.

Aguilar, C. P. (1972). Informe de campo. San José, Costa Rica. Manuscrito inédito.

Alvarado, A., Mata, R. y Chinchilla, M. (2014). Clay minerals identified in soils of Costa Rica from 1931 to 2014: II. Major clay types described in soils with vertic, and oxidic-kaolinic properties. Agronomía Costarricense, 38, 107-131.

Baker, S. (2003). Arte rupestre en Nicaragua. En M. Künne y M. Strecker (eds), Arte rupestre de México oriental y Centro América (pp. 183-200). Berlin: Gebr. Mann Verlag.

Baker, S. y Armitage, R. A. (2013). Cueva La Conga: first karst cave archaeology in Nicaragua. Latin American Antiquity, 24, 309-329.

Balandier, C., Joliot, C., Ménager, M., Vouve, F. y Vieillescazes, C. (2017). Chemical analyses of Roman wall paintings recently found in Paphos, Cyprus: the complementarity of archaeological and chemical studies. Journal of Archaeological Science: Reports, 14, 332-339.

Ball, V. K. (1965). The aesthetics of color: a review of fifty years of experimentation. The Journal of Aesthetics and Art Criticism, 23, 441-452.

Barham, L. S. (2002). Systematic pigment use in the Middle Pleistocene of South-Central Africa. Current Anthropology, 43, 181-190.

Barnett, J. R., Miller, S. y Pearce, E. (2006). Colour and art: a brief history of pigments. Optics y Laser Technology, 38, 445-453.

Beck, J. H. (1971). Reporte de campo, sitio Las Pilas. UCR 94. San Jose: Universidad de Costa Rica. Manuscrito inédito.

Bertsch, F., Alvarado, A., Henriquez, C. y Mata, R. (2000). Properties, geographic distribution, and management of major soil orders of Costa Rica. En C. A. S. Hall, C. Leon y G. Leclerc (eds), Quantifying sustainable development: the future of tropical economies (pp. 265-294). Academic Press. Elsevier.

Bishop, R. L. (1995). Análisis de composición de la cerámica en el sur de América Central. Vínculos, 18, 9-30.

Bishop, R. L. y Blackman, M. J. (2002). Instrumental Neutron Activation Analysis of archaeological ceramics: scale and interpretation. Accounts of Chemical Research, 35, 603-610.

Bishop, R. L. y Lange, F. W. (2013). Frederick R. Mayer's legacy of research support: the prehispanic ceramic schools of Greater Nicoya. En M. Young-Sánchez (ed.), Pre-Columbian art & archaeology: essays in honor of Frederick R. Mayer (pp. 27-46). Denver, CO: Mayer Center for Pre-Columbian and Spanish Colonial Art, Denver Art Museum.

Chapdelaine, C., Váquez Leiva, R. y Kennedy, G. (2008). Neutron Activation Analysis of archaeological ceramics from the Central Valley and Turrialba, Costa Rica. Vínculos, 31, 109-132.

Chávez, S. G. (1997). Relación de las poblaciones antiguas con los recursos naturales inmediatos entre 600-1200 D.C. en el Valle del Tempisque, Guanacaste, Costa Rica. An Murcia, 13-14, 227-339.

Conejo-Barboza, G., Sanabria-Chinchilla, J., Ulloa, F. C. y Villalobos, M. M. (2015). Characterization of Costa Rican archaeological ceramics from the Formative Period:

preliminary electrochemical studies. STAR: Science & Technology of Archaeological Research, 1, 22-29.

Cornell, R. M. y Schwertmann, U. (2003). The iron oxides: structure, properties, reactions, occurrences, and uses (2a ed.). Weinheim: Wiley.

Corrales Ulloa, F., Montero Villalobos, M. y Conejo Barboza, G. (2015). Retomando a Snarskis: análisis físico-químico sobre materiales cerámicos pertenecientes al periodo Formativo en Costa Rica (2000-300 a.C.). En M. del C. Araya y S. Salgado (comps), Contribuciones del Dr. Michael J. Snarskis a la Arqueología Costarricense (pp. 31-39). San José: SIEDIN.

Crone, R. A. (1999). A history of color: the evolution of theories of light and color. The Netherlands: Springer.

Dade, P. L. (1961). The provenience of polychrome pottery in Panama. Ethnos, 26, 172-197.

Dennett, C. L. (2016). The ceramic economy of Pre-Columbian Pacific Nicaragua (AD 1-1250) (Tesis de doctorado inédita). University of Calgary, Calgary, Canadá.

Dennett, C. L., McCafferty, G. G. y Bishop, R. L. (2012). La vajilla cerámica Granada Roja. Mi Museo y Vos, 6, 7-11.

Dennett, C. L., Platz, L. y McCafferty, G. G. (2011). Preliminary ceramic compositional analysis from the La Arenera site, Pacific Nicaragua. La Universidad, 373-397.

Dennett, C. L., Salgado, S. y Bishop, R. L. (2019). Re-evaluating ceramic economy at Ayala (AD 1-1250), Granada, Pacific Nicaragua. Cuadernos de Antropología, 29(1). doi: 10.15517/cat.v1i1.34089

Dillmann, P. y Bellot-Gurlet, L. (2014). Circulation et provenance des matériaux dans les sociétés anciennes. París: Éditions des archives contemporaines, coll.

Doménech, A., Doménech-Carbó, M. T. y Vázquez de Agredos Pascual, M. L. (2007). Indigo/dehydroindigo/palygorskite complex in Maya Blue: an electrochemical approach. The Journal of Physical Chemistry C, 111, 4585-4595.

Doménech, A., Doménech-Carbó, M. T. y Vázquez de Agredos-Pascual, M. L. (2011). From Maya Blue to “Maya Yellow”: a connection between ancient nanostructured materials from the voltammetry of microparticles. Angewandte Chemie International Edition, 50, 5741-5744.

Doménech, A., Doménech-Carbó, M. T., Vidal-Lorenzo, C. y Vázquez de Agredos-Pascual, M. L. (2012). Insights into the Maya Blue technology: greenish pellets from the ancient city of La Blanca. Angewandte Chemie International Edition, 51, 700-703.

Fernández de Oviedo, G. (1851). Historia general y natural de las Indias. Madrid: Imprenta de la Real Academia de la Historia.

García, S. y Arce, M. (2012). Sitio Nuevo Corinto (L-72-NC): dinámicas socio-productivas alfareras en los procesos de trabajo en la cerámica Mercedes Línea Blanca, Complejo Madera

(700-1200 d. C.) (Tesis de licenciatura inédita). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Gehring, A. U., Schosseler, P. M. y Weidler, P. G. (1999). Mineral formation and redox-sensitive trace elements in a near-surface hydrothermal alteration system. Geochimica et Cosmochimica Acta, 63, 2061-2069.

Goodall, R. A., Hall, J., Viel, R. y Fredericks, P. M. (2009). A spectroscopic investigation of pigment and ceramic samples from Copán, Honduras. Archaeometry, 51, 95-109.

Hartman, C. V. (1901). Archaeological researches in Costa Rica. Stockholm: Haeggerströms boktryckeri.

Helms, M. W. (1996). Color and creativity: interpretation of themes and design styles on a Panamanian conte bowl. RES: Anthropology and Aesthetics, 29-30, 290-3 02.

Hunt, A. M. W. (2017). The Oxford handbook of archaeological ceramic analysis. Oxford: Oxford University Press.

Iizuka, F. (2013). Early pottery in the Tropics of Panama (Ca. 4,500-3,200 B.P.): production processes, circulation, and diagenesis (Tesis de doctorado inédita). University of Arizona, Arizona, Estados Unidos.

Kroezen, A. H. T. (2012). Polychrome ceramics from the northern Gran Nicoya area, Nicaragua (Tésis de bachillerato inédita). Leiden University, Leiden, The Netherlands.

Künne, M. y Strecker, M. (2003) (eds). Arte rupestre de México oriental y Centro América (pp. 183-200). Berlin: Gebr. Mann Verlag.

Lange, F. W., Bishop, R. L. y Lange, P. C. (1987). La geología y arqueología de la cerámica prehistórica de la Gran Nicoya. Vínculos, 13, 7-34.

Li, R., Baker, S., DeRoo, C. S. y Armitage, R. A. (2012). Characterization of the binders and pigments in the rock paintings of Cueva La Conga, Nicaragua. ACS Symposium Series, 1103, 75-89. doi: 10.1021/bk-2012-1103.ch004

Li, R. (2010). Characterization of the binders in the rock art of Cueva La Conga, Nicaragua (Tesis de maestría inédita). Recuperado de https://commons.emich.edu/theses/311/

Magaloni, D. (2009). Los colores de la selva: procedimientos, materiales y colores en la pintura mural maya. Arqueología Mexicana, 16, 46-50.

Marean, C. W., Bar-Matthews, M., Bernatchez, J., Fisher, E., Goldberg, P., Herries, A. I. y R., Williams, H. M. (2007). Early human use of marine resources and pigment in South Africa during the Middle Pleistocene. Nature, 449, 905-908.

McCafferty, G. G., Dennett, C. L., Glanzman, W. y Steinbrenner, L. (2012). Técnicas para el análisis cerámico: ejemplos de Nicaragua. Mi Museo y Vos, 6, 5-13.

Mora, F. C. (2015). Un viaje por curiol. Cambiando la perspectiva sobre la extracción del pigmento en la alfarería guanacasteca. Herencia, 28, 85-92.

Navarro, R. (2005). Statuaire prehispanique de l'ile d'Ometepe, Nicaragua. En Paris Monography in American Archeology. De l'Atiplano mexicain à la Patagonie. Oxford: Bar international Series 1389.

Navarro, R. (2011). Esculturas del Pacífico de Nicaragua: una herencia única en el mundo. Mi Museo y Vos, 5, 14-19.

Perego, F. (2005). Dictionnaire des matériaux du peintre. Paris: Belin.

Pike, A. W. G., Hoffmann, D. L., García-Diez, M., Pettitt, P. B., Alcolea, J., Balbín, R. D. y Zilhão, J. (2012). U-Series dating of Paleolithic art in 11 caves in Spain. Science, 336, 1409-1413.

Platz, L. A. (2014). Un sistema de intercambio macroregional en el período tempisque (300 a.c. - 500 d.c.): estructura composicional de tres tipos cerámicos encontrados en la bahía de culebra, Costa Rica (Tesis de maestría inédita). Universidad de Costa Rica, San Jose, Costa Rica.

Platz, L. (2015). Petrographic analysis of Usulután and Rosales Zone Engraved ceramics from two Tempisque period (300 B.C. - 500 A.D.) sites on Culebra Bay, Costa Rica. Cuadernos de Antropología, 25, 3-23. doi: 10.15517/cat.v25i1.19269

Rossini, I. (1991). Application of the multi-element analysis by X-fluorescence and neutron activation to the characterization of an archaeological site (Tesis inédita). Université de Strasbourg, Strasbourg.

Rossini, I., Abbé, J. C., Guevara, B. y Tenorio, R. (1993). Characterization of Costa Rican potsherds by neutron activation analysis. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 170, 411-421.

Rossini, I., Tripier, T., Abbé, J. C., Guevara, B. y Tenorio, R. (1991). Neutron activation analysis of U, Th, K and Rb in archaeological samples from Guayabo (Costa Rica) prior to thermoluminescent dating. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 154, 173-183.

Salazar, A. y Moya, L. M. (1985). Análisis de la cerámica policromada por fluorescencia de rayos X para estudios arqueológicos. Vínculos, 12, 101-109.

Salgado, S., Hoopes, J., Aguilar, M.-I. y Fernández, P. (2013). El Sitio Nuevo Corinto (L-72-NC): una aldea cacical. San Jose: Universidad de Costa Rica. Manuscrito inédito.

Sánchez del Río, M., Doménech, A., Doménech-Carbó, M. T., Vázquez de Agredos-Pascual, M. L., Suárez, M. y García-Romero, E. (2011). The Maya Blue pigment. En E. Galàn y A. Singer (eds), Developments in clay science (pp. 453-481). Oxford: Elsevier.

Stirling, M. W. y Pugh, M. S. (1997). Investigaciones arqueológicas en Costa Rica. San José: Museo Nacional de Costa Rica.

Stone, D. (1950). Notes on present day pottery making and its economy in the ancient Chorotegan area. Vínculos, 33, 137-148.

Stone, D. (1958). Introduction to the Archaeology of Costa Rica. San José: Museo Nacional de Costa Rica.

Stone, D. Z. (1949). The Boruca of Costa Rica (Vol. 2). Cambridge, Massachusetts: Peabody Museum of American Archaeology and Etnology, Harvard University.

Tattersall, I. (2009). Human origins: out of Africa. Proceedings of the National Academy of Sciences, 106, 16018-16021.

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

Vázquez de Ágredos-Pascual, M. L. V. (2007). Los colores y las técnicas de la pintura mural maya. Anales del Museo de América, 15, 55-66.

Velásquez, E. (2008). El Vaso de Princeton. Un ejemplo del estilo códice. Arqueología Mexicana, 16, 51-59.

Watin, J.-F. (1774). L'art du peintre, doreur, vernisseur. Paris: Grangé.

Weil, J. y Herrera, A. (2014). La herencia alfarera en la península de Nicoya: persistencia de una tradición. Cuadernos de Antropología, 24, 25-47. doi: 0.15517/cat.v24i2.17789

Zilhão, J., Angelucci, D. E., Badal-García, E., d'Errico, F., Daniel, F., Dayet, L. y Zapata, J. (2010). Symbolic use of marine shells and mineral pigments by Iberian Neandertals. Proceedings of the National Academy of Sciences, 107, 1023-1028.