

Análisis tecnológico y arqueometría de la cerámica temprana en el Caribe colombiano: el caso de Puerto Hormiga

Technological and Archaeometric Analysis of Early Ceramics in the Colombian Caribbean: The Case of Puerto Hormiga

Fecha de recepción: 06/08/2024 • Fecha de aprobación: 24/09/2024

Ángel Adolfo Cadena Guativa

Universidad Paris Lodron, Salzburgo, Austria

arangelcadena@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-3104-0155>

Resumen

Este estudio presenta el análisis de una muestra cerámica del sitio arqueológico Puerto Hormiga, en la costa caribe colombiana. Mediante radiografía, petrografía de sección delgada, microscopía digital y pruebas de densidad, se evaluó su función y sus capacidades técnicas para hacer un primer acercamiento a la cadena operativa involucrada en su manufactura. Los resultados obtenidos indican que estas cerámicas desempeñaban funciones de transporte y almacenamiento. La inclusión de fibra vegetal en las pastas cerámicas parece no estar asociada con funciones antiplásticas. Estos hallazgos aportan al entendimiento de la tecnología cerámica durante el Formativo temprano y subrayan la importancia de futuras investigaciones para profundizar en los procesos de elaboración de cerámicas tempranas.

Palabras clave: arqueometría, cadena operativa, Caribe colombiano, cerámica temprana, Puerto Hormiga.

Abstract

This study presents an analysis of a ceramic sample from the archaeological site of Puerto Hormiga on the Colombian Caribbean coast. Through X-ray analysis, thin-section petrography, digital microscopy, and density tests, we evaluated its function and technical capabilities to provide an initial understanding of the operational chain involved in its manufacture. The results indicate that these ceramics served both transportation and storage functions. The inclusion of plant fibers in the ceramic pastes does not appear to be associated with anti-plastic functions. These findings contribute to the understanding of ceramic technology during the Early Formative period and

underscore the importance of future research to deepen knowledge of early ceramic production processes.

Keywords: archaeometry, Colombian Caribbean, early pottery, operational chain, Puerto Hormiga.

Las cerámicas tempranas en el contexto del Formativo temprano de la costa caribe colombiana

El Formativo temprano en la costa caribe colombiana, que abarca entre el 6950 y el 2950 AP, marca, según las investigaciones, una transición significativa para los grupos de cazadores-recolectores de la región. Durante este periodo, se observa una reducción en la movilidad de estos grupos y el inicio de prácticas de horticultura. Esto se asocia a la aparición de la cerámica como una tecnología orientada a la cocción y el procesamiento de alimentos (Botiva *et al.* 1989; Langebaek 1996; Legros 1989; Oyuela 1987; Reichel-Dolmatoff 1965, 1985 y 1986).

El Formativo temprano presenta una amplia diversidad de estrategias adaptativas, un marco cronológico muy amplio y un conjunto de sitios muy heterogéneos, como San Jacinto I, Puerto Chacho y Puerto Hormiga, que muestran características cerámicas únicas. Esta cerámica se ha asociado principalmente con el procesamiento de alimentos, aunque esta asociación sigue siendo objeto de debate. Esto ha permitido analizar la relación entre cerámica y sedentarismo; de igual forma, se hace necesario analizar el vínculo entre cerámica, agricultura y procesamiento de alimentos, tan común en la bibliografía (Langebaek y Dever 2000; Oyuela 2006).

La cerámica temprana revela un proceso de experimentación prolongado, evidenciado por cambios en los desgrasantes y técnicas de cocción. Inicialmente, según las investigaciones anteriores, se usaban desgrasantes vegetales y conchas, que fueron sustituidos con el tiempo por arena y tiesto molido (Betancourt 2003; Reichel-Dolmatoff 1986). Además, las marcas de quema en cerámicas más recientes sugieren un cambio en las técnicas de cocción (Legros 1989; Oyuela 1987; Reichel-Dolmatoff 1965, 1985 y 1986). En relación con San Jacinto I, se ha sugerido que la cerámica se utilizaba principalmente en contextos sociales y rituales, y no necesariamente para el almacenaje o la cocción de alimentos (Oyuela 2006; Oyuela y Bonzani 2014; Pratt 1999).

Las investigaciones arqueométricas de cerámicas tempranas han sido escasas. Se ha recuperado información sobre sus características de los sitios Canapote y Puerto Chacho; sin embargo, aún quedan muchas preguntas sin respuesta sobre

su composición y técnicas de elaboración. Los estudios en Canapote, por ejemplo, han mostrado diferencias en las condiciones de cocción y la composición de los grasas a lo largo del tiempo (Wagwer *et al.* 1994).

El estudio de las cerámicas tempranas en la costa caribe colombiana es crucial para entender la relación entre cerámica y procesamiento de alimentos. Las investigaciones futuras deben centrarse en análisis más detallados de sus características tecnológicas y morfofuncionales para esclarecer su papel en las sociedades tempranas de la región.

¿Por qué hacer una caracterización tecnológica y una aproximación a la cadena operativa de cerámicas en contextos tempranos?

La caracterización tecnológica y la aproximación a la cadena operativa de cerámicas en contextos tempranos es fundamental para una comprensión integral de las prácticas de producción y la experimentación en el Formativo temprano de la costa caribe colombiana. Aunque los estudios previos se han enfocado principalmente en su morfología para determinar las posibles funciones culinarias y rituales (Betancourt 2003; Langebaek y Dever 2000; Oyuela 1987; Reichel-Dolmatoff 1965, 1985 y 1986), han sido insuficientes para desentrañar las complejas relaciones entre tecnología, cultura y producción.

La caracterización tecnológica ofrece una visión detallada de los métodos de fabricación, las materias primas utilizadas y las técnicas de cocción y acabado (Fernández 1989). Analizar estos aspectos proporciona información crucial sobre cómo las decisiones tecnológicas influyeron en la funcionalidad y en la significación social de las cerámicas. Este enfoque permite una evaluación más precisa de las hipótesis sobre la transición de la recolección a la producción de alimentos y su impacto en la organización social y económica de las sociedades prehistóricas (Botiva *et al.* 1989; Langebaek 1996; Reichel-Dolmatoff 1986).

En el campo de la antropología de la tecnología, se reconoce que las prácticas de fabricación están profundamente imbricadas en contextos socioculturales específicos. La aproximación a la cadena operativa considera todas las etapas de la producción cerámica, desde la recolección y preparación de materias primas hasta el modelado, la cocción y el uso final. Este enfoque permite examinar cómo las prácticas tecnológicas se ajustan a las necesidades y expectativas de las comunidades (Oyuela 2006; Oyuela y Bonzani 2014). Además, ofrece una comprensión

más completa de cómo los conocimientos técnicos y las innovaciones se transmiten y transforman dentro de los contextos sociales (Lleras 2002; Loaiza y Aceituno 2015; Pratt 1999).

Al integrar la caracterización tecnológica con la antropología de la tecnología, se puede obtener una visión más holística de los procesos de producción cerámica, que supere las limitaciones de los estudios morfológicos tradicionales y proporcione una base sólida para interpretar las dinámicas culturales y tecnológicas del pasado (Fernández 1989).

Opciones técnicas y análisis forma-función

La aplicación de procedimientos de laboratorio se orientó a generar datos útiles para comprender las opciones técnicas utilizadas en su fabricación y los procesos asociados. Velásquez (2010) destaca que la identificación de estas opciones técnicas proporciona una visión relevante sobre la elaboración temprana de artefactos y las decisiones tomadas durante su producción. De manera similar, Beltrán (1989) señala que los estudios sobre opciones técnicas se centran en dos tipos de procesos:

- Variaciones técnicas: se refieren a los cambios en los pasos dentro de la cadena operativa para la fabricación de un mismo grupo de artefactos. Estas variaciones son importantes para identificar diferencias y desarrollos a lo largo del tiempo que reflejan adaptaciones y cambios en la técnica.
- Tareas estratégicas: son pasos necesarios e indispensables en el proceso de fabricación que se utilizan para identificar las similitudes, las permanencias y las limitaciones ambientales o sociales que pudieron haber influido en la producción.

Ambos conceptos permiten una comprensión más amplia de las opciones técnicas, pues revelan flujos de pasos variables y evidencian decisiones, limitaciones físicas y componentes sociales en la producción cerámica.

En el análisis forma-función, se evaluaron diversos aspectos para determinar la posible función de los artefactos, incluyendo la información tecnológica recuperada con los proxis usados, el espesor de los fragmentos para estimar tamaños promedios y la reconstrucción de formas basada en bordes recuperados. En el caso de Puerto Hormiga, se estimó la morfología de los artefactos y se evaluó su posible uso para cocción, procesamiento de alimentos, almacenamiento, transporte o servicio. Las características esperadas para cada función se describen a continuación:

- Cocción: artefactos de tamaño medio o pequeño, morfologías globulares, poco decoradas, con paredes delgadas y simples, y marcas de quema.
- Procesamiento de alimentos: morfologías variadas, terminaciones toscas, desgaste interior, posible presencia de residuos, y artefactos planos o con grandes aberturas.
- Almacenamiento: artefactos de morfologías variables, dependiendo del contenido (líquidos o sólidos), con paredes gruesas y bien amasadas, de tamaño medio y sin decoración.
- Transporte: artefactos de tamaño medio a pequeño, con aberturas restringidas, posiblemente decorados, y paredes delgadas y ligeras.
- Servicio: artefactos pequeños, decorados, con tratamiento interior para contener líquidos, de aberturas no restringidas y morfologías variadas.

El interés se centró en identificar las opciones técnicas en el sitio arqueológico Puerto Hormiga mediante la caracterización de cada grupo de material en función del proceso general de elaboración cerámica. Este proceso incluyó la elección de materias primas, amasado, modelado, tratamientos de superficie, cocción y uso, lo que permitió una comparación de dichas opciones técnicas en términos de variaciones técnicas y tareas estratégicas (Beltrán 1989).

Puerto Hormiga: un conchero del Formativo temprano

Puerto Hormiga, con una datación de entre 5040 y 4502 AP (Reichel-Dolmatoff 1965, 15), ubicado en el corregimiento de Puerto Badel, en el municipio de Arjona, departamento de Bolívar, es un conchero asociado al Formativo temprano en la costa caribe colombiana (figura 1). Las excavaciones iniciales fueron realizadas a principios de la década de 1960 por Reichel-Dolmatoff (1965), quien describió el sitio como un campamento estacional de poblaciones con movilidad restringida, vinculado a actividades de recolección de productos animales y vegetales.

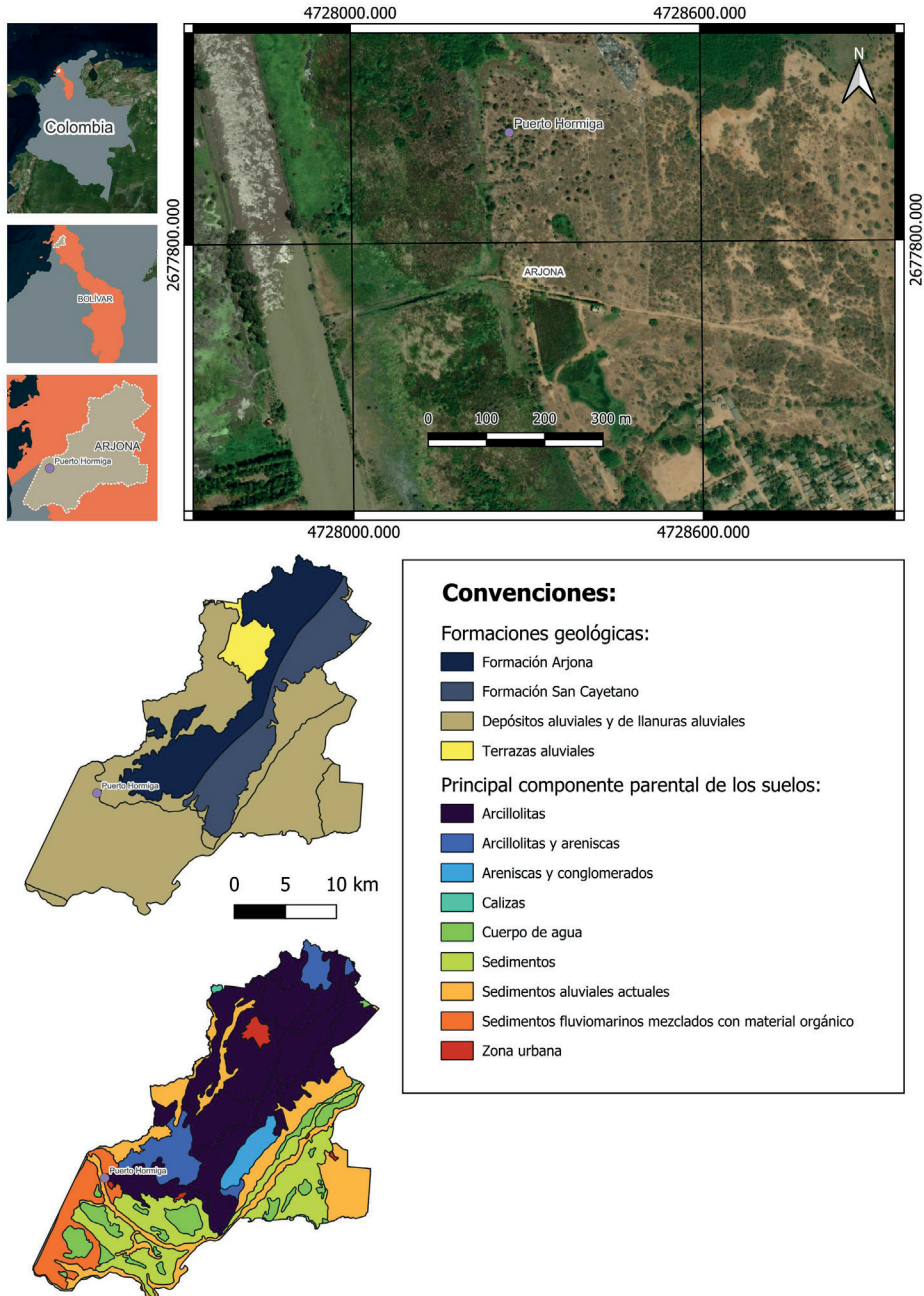


Figura 1. Ubicación del sitio Puerto Hormiga, formaciones geológicas y principal componente parental del suelo

Fuente: elaboración propia con base en información e imágenes tomadas del IGAC y de Google Maps.

La zona cercana al sitio arqueológico de Puerto Hormiga se caracteriza por una geología diversa con tres formaciones principales (Royero y Clavijo 2000). La formación Arjona está compuesta por areniscas líticas y feldespáticas de grano fino a grueso con glauconita y calcáreos intercalados con lodolitas, depositados en un ambiente marino de profundidad variable. La formación San Cayetano incluye arenitas líticas que varían de conglomeráticas a arenas finas, intercaladas con lodolitas y calizas micríticas, propias de depósitos turbidíticos en mares profundos. Los depósitos y terrazas aluviales predominan en la región, formados por calizas arrecifales, arenas calcáreas, gravas y lodos ricos en materia orgánica, asociados al desarrollo de manglares y dinámicas de cuerpos de agua. Los suelos del área, con componentes parentales como arcillolitas, areniscas y sedimentos aluviales, son el resultado de procesos hídricos que han erosionado y generado depósitos similares a los de las formaciones Arjona y San Cayetano.

En el sitio se han recuperado restos zooarqueológicos, elementos líticos y cerámicos. Las cerámicas de Puerto Hormiga se caracterizan por la presencia de desgrasantes de fibra vegetal y una manufactura sencilla, asociada a procesos tempranos de experimentación en la elaboración de cerámica (Carvajal 2013; Reichel-Dolmatoff 1965). Posteriores investigaciones han identificado una industria lítica tallada de carácter expeditivo, orientada a generar fillos cortantes, así como elementos pulidos y tallados para el procesamiento de recursos vegetales, incluyendo maíz (*Zea mays*) y yuca (*Manihot esculenta*) (Mejía 2015; Olivera 2015). Estudios zooarqueológicos indican el aprovechamiento de zonas de manglar y esteros poco profundos para la obtención de bivalvos y gasterópodos (Carvajal 2013 y 2022; Díaz-Chauvigne 2016).

Carvajal (2012 y 2022) realizó excavaciones adicionales en Puerto Hormiga, en las cuales recuperó 222 fragmentos cerámicos de una excavación de 1 m² con niveles arbitrarios de 10 cm, los cuales fueron la muestra analizada en este estudio. Cada fragmento fue individualizado en bolsas separadas para asegurar su preservación. La clasificación inicial de la muestra se basó en las tipologías descritas por Reichel-Dolmatoff (1965), posteriormente refinadas según implicaciones tecnológicas y decorativas. Las muestras seleccionadas para análisis tecnológicos se dividen en tres grupos (tabla 1).

Tabla 1. Agrupación de tipos cerámicos del sitio Puerto Hormiga

Grupos para toma de muestra	Tipología asociada Reichel-Dolmatoff (1965)	Razón de la clasificación por grupo
1	Puerto Hormiga fibrosa esponjosa	Se decide dejar solo este tipo como componente de este grupo, ya que la fibra vegetal de forma tubular descrita por Reichel-Dolmatoff (1965, 45) está presente en la muestra recuperada por Carvajal (2012). Este tipo de desgrasante es específico y no puede agruparse con los otros materiales del sitio.
2	Puerto Hormiga fibrosa compacta	Este segundo grupo también muestra material vegetal, pero la morfología del desgrasante es plana. Reichel-Dolmatoff (1965, 45) describe este material con presencia de faltantes de forma plana y alargada; propone que es de origen vegetal y que los fragmentos no conservan residuos de carbón. Es relevante evaluarlo para confirmar esta hipótesis.
3	Puerto Hormiga arenosa densa	Este grupo surge de la unión de los dos tipos descritos por Reichel-Dolmatoff (1965, 46) con desgrasante de arena. La diferencia radicaba en la cantidad de desgrasante observado; sin embargo, en el material recuperado por Carvajal (2012) no es posible distinguir este parámetro, por lo cual se procede a unificar este grupo.
	Puerto Hormiga arenosa esparcida	

Fuente: elaboración propia.

Metodología

Técnicas de análisis utilizadas (radiografías, petrografía de sección delgada, microscopía digital, pruebas de densidad)

Para llevar a cabo una caracterización exhaustiva de las cerámicas del sitio Puerto Hormiga, se emplearon diversas técnicas de análisis que permitieron evaluar tanto las características tecnológicas como las propiedades físicas de los fragmentos cerámicos. A continuación, se describen las técnicas aplicadas:

- Radiografía: este análisis se utilizó para establecer la técnica de elaboración de las cerámicas, evaluando la densidad, homogeneidad y amasado de las arcillas. Se aplicó empleando un equipo Tranxportix 50 con un tubo de rayos X de 3 kW y voltajes de 20 kV a 110 kV. La radiografía permitió identificar estructuras internas y variaciones en la densidad de los fragmentos.
- Análisis petrográfico de sección delgada: se empleó para caracterizar la composición y textura de las cerámicas, así como para evaluar su permeabilidad, su porosidad y los tratamientos de su superficie. Este análisis proporcionó información sobre la microestructura y homogeneidad de los materiales, esencial para comprender las implicaciones tecnológicas de la decoración y la resistencia mecánica (De la Fuente 2015; Fernández 1989; Rice 2015; Shepard 1985). La petrografía también ayudó a identificar la procedencia de las materias primas, aunque con limitaciones.
- Microscopía digital: se realizaron observaciones con un microscopio digital a aumentos de 50X a 1000X para identificar marcas de tratamientos de superficie y analizar las técnicas de manufactura y decoración. Se utilizaron microscopios Stpctou 50X-1000X y Dino-Lite Edge 250X para capturar imágenes detalladas y comparar con otras muestras (Druc y Chávez 2014). Esta técnica facilitó una evaluación preliminar de las pastas y superficies de los artefactos.
- Prueba de densidad: se aplicó el protocolo propuesto por Venegas y Becerra (2006) para medir la densidad de los fragmentos. Esta prueba, que calcula el volumen desplazado por inmersión del material en una sustancia, permitió determinar la densidad y evaluar la capacidad de los artefactos para cumplir funciones específicas, como la conductividad térmica en artefactos destinados a la cocción.

Cada una de estas técnicas proporcionó información valiosa para entender las características tecnológicas y funcionales de las cerámicas, lo que permitió una evaluación más completa de su producción y uso en los contextos arqueológicos investigados.

Procedimientos de muestreo y análisis

En el sitio Puerto Hormiga, la selección de fragmentos para el análisis se realizó de manera estratégica para asegurar una representación adecuada de la diversidad de grupos cerámicos observados en la clasificación de la muestra. Se priorizaron los fragmentos que conservaban ambas caras, considerando tanto sus características internas como externas. En este sentido, solo fue posible analizar dos de los

tres grupos de material, ya que no se recuperaron fragmentos del grupo 2 (Puerto Hormiga fibrosa compacta). En la tabla 2 se detalla la cantidad de fragmentos analizados y su distribución por niveles estratigráficos, lo que permite visualizar la variedad de tipos y características presentes en los materiales recuperados.

Tabla 2. Muestra seleccionada para análisis de laboratorio, Puerto Hormiga

Sitio	Grupo	Tipo de examen y fragmentos seleccionados por nivel			
		Análisis petrográfico de secciones delgadas	Observación con microscopio digital	Radiografía	Prueba de densidad
Puerto Hormiga	1	0-10: 1 fragmento 40-50: 1 fragmento	0-10: 5 fragmentos 10-20: 3 fragmentos 30-40: 5 fragmentos 40-50: 7 fragmentos 70-80: 1 fragmento		
	3	10-20: 1 fragmento 40-50: 1 fragmento	0-10: 5 fragmentos 10-20: 26 fragmentos 20-30: 1 fragmento 30-40: 2 fragmentos 40-50: 9 fragmentos		
Total de fragmentos analizados		4	64		

Fuente: elaboración propia.

Para cada tipo de examen, se escogieron fragmentos con base en las características tecnológicas y morfológicas observadas en la clasificación preliminar de la muestra. Esta selección se realizó para asegurar que los fragmentos representaran fielmente los diferentes grupos cerámicos identificados durante la investigación, lo cual es crucial para obtener una visión comprensiva de las prácticas tecnológicas en Puerto Hormiga.

Resultados de la caracterización de las propiedades físicas y mineralógicas de las cerámicas de la muestra

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos a través de diversas técnicas de análisis aplicadas a las cerámicas de la muestra. Las técnicas empleadas incluyen radiografía, análisis petrográfico de sección delgada, prueba de densidad específica, y observación al estereoscopio y captura de imágenes con microscopio digital. Cada una de estas técnicas ha sido seleccionada para proporcionar una visión integral sobre las propiedades físicas y mineralógicas de los fragmentos cerámicos, lo que permite una evaluación detallada de su estructura interna, composición mineral y características superficiales. A través de estos análisis, se busca entender mejor las técnicas de fabricación, las propiedades funcionales de los artefactos y las implicaciones tecnológicas en la elaboración de las cerámicas.

Radiografía

Se sometieron a radiografía un total de 64 fragmentos cerámicos del sitio Puerto Hormiga, abarcando diferentes grupos y profundidades. Para el grupo 1 (cerámica con inclusiones de fibra vegetal tubular) se analizaron 21 fragmentos de todos los niveles, excepto del 20-30, donde los fragmentos estaban deteriorados. La radiografía no fue concluyente para identificar la técnica de elaboración de los fragmentos, pero sí reveló que las cavidades dejadas por el desgrasante vegetal están orientadas paralelamente al borde de los artefactos (figura 2). Esta característica fue clave para guiar los cortes en las petrografías. No se observaron variaciones significativas en la morfología de los desgrasantes ni en la densidad de los fragmentos a través de los niveles, lo que indica una técnica de fabricación uniforme durante el periodo de ocupación del sitio.

Por su parte, en relación con el grupo 3 (cerámicas con desgrasante de arena) se irradiaron 43 fragmentos. Esto reveló inclusiones de granulometría muy diversas, lo que habla de una pobre selección de las inclusiones. Varios fragmentos mostraron desgrasantes con granulometrías variadas, mientras que fragmentos decorados presentaron alteraciones en las paredes debido a la decoración incisa (figura 3). No se identificaron tendencias en la mejora de la selección de inclusiones a través de las profundidades, lo que sugiere una estabilidad en las prácticas de fabricación durante la ocupación del sitio. Al igual que en el caso del grupo 1, no se encontraron diferencias significativas entre fragmentos de cuerpo y borde.

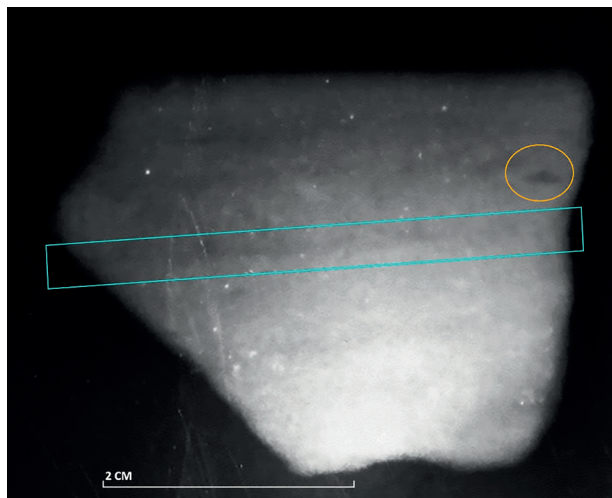


Convenciones:

→ Direccionalidad de fibras vegetales.

Figura 2. Radiografía de fragmento del grupo 1, sitio Puerto Hormiga

Fuente: elaboración propia.



Convenciones:

○ Burbujas de aire por mala compactación.

□ Área oscura causada por decoración incisa que adelgazó la pared.

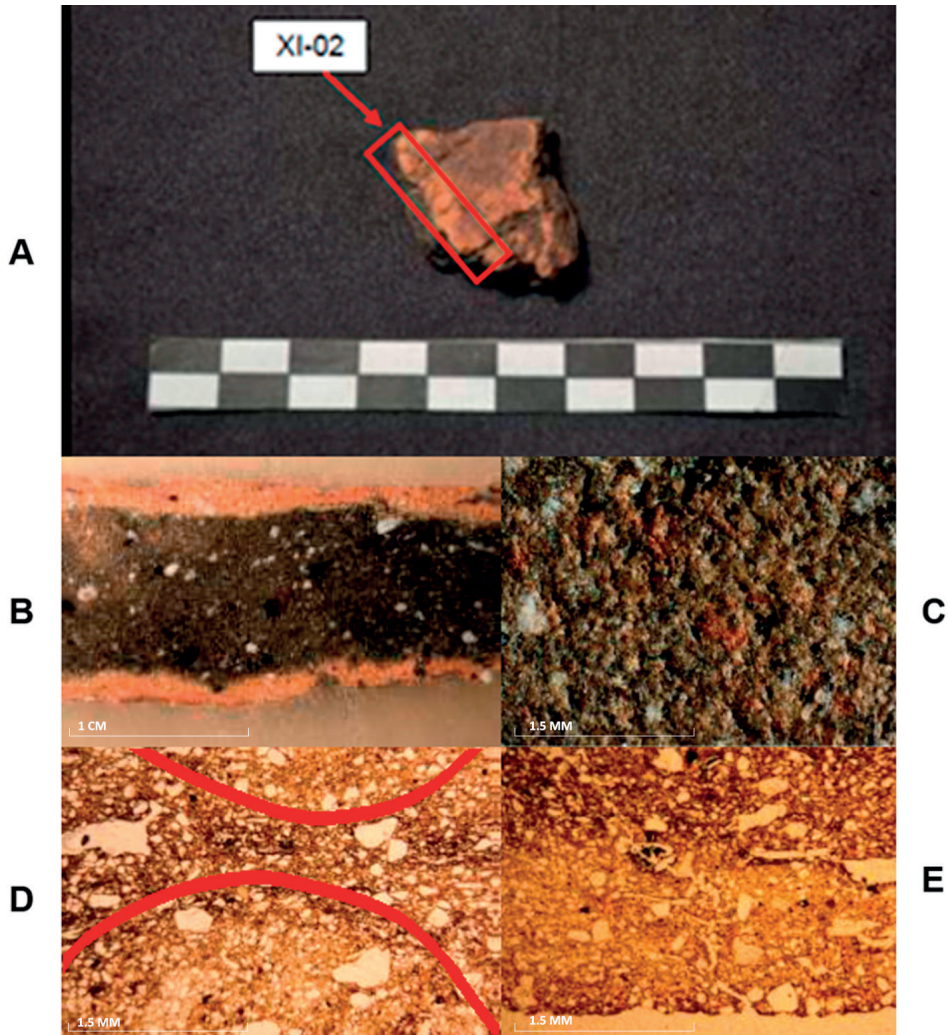
Figura 3. Radiografía de fragmento del grupo 3, sitio Puerto Hormiga

Fuente: elaboración propia.

Análisis petrográfico de sección delgada

Para ese análisis se usaron cuatro fragmentos, dos de cada grupo. En relación con el grupo 1 (cerámica con inclusiones de fibra vegetal tubular) se observó en los fragmentos analizados que las matrices arcillosas no presentaron recristalización, lo que indica que las cerámicas no fueron sometidas a altas temperaturas. Los fragmentos fueron regularizados, pero sin tratamientos que redujeran la porosidad. La pasta mostró baja compactación y mala selección, cosa que resultó en una baja conductividad térmica. La orientación de las fibras vegetales observada en las radiografías ofreció evidencia de elaboración por técnica de rollo (figura 4, detalle D), en contraste con la suposición inicial de modelado directo, que se indica en la bibliografía asociada a la cerámica de fibra vegetal. La proporción de arcilla y desgrasante estaba cerca del 50 %, con inclusiones de minerales como cuarzo, mica, esquisto, feldespatos y tiesto molido. La inclusión de fibra vegetal no parece haber tenido una función antiplástica, ya que la pasta resultante muestra características que no justifican la reducción de plasticidad.

En el caso del grupo 3 (cerámicas con desgrasante de arena), los fragmentos mostraron baja recristalización en la matriz arcillosa, lo que sugiere temperaturas de cocción más altas que en el grupo 1, pero sin vitrificación completa (figura 5). La superficie de los fragmentos fue regularizada, y uno de ellos presentó tratamiento de superficie. La pasta mostró baja compactación y mala selección en un fragmento. La falta de orientación en los desgrasantes indicó que estos fragmentos probablemente fueron elaborados por técnica de modelado directo. La proporción de arcilla y desgrasante era cercana al 50 %, con inclusiones de cuarzo, tiesto molido, feldespatos y chert. Se observaron burbujas de aire internas en uno de los fragmentos, lo que apunta a un amasado menos riguroso.

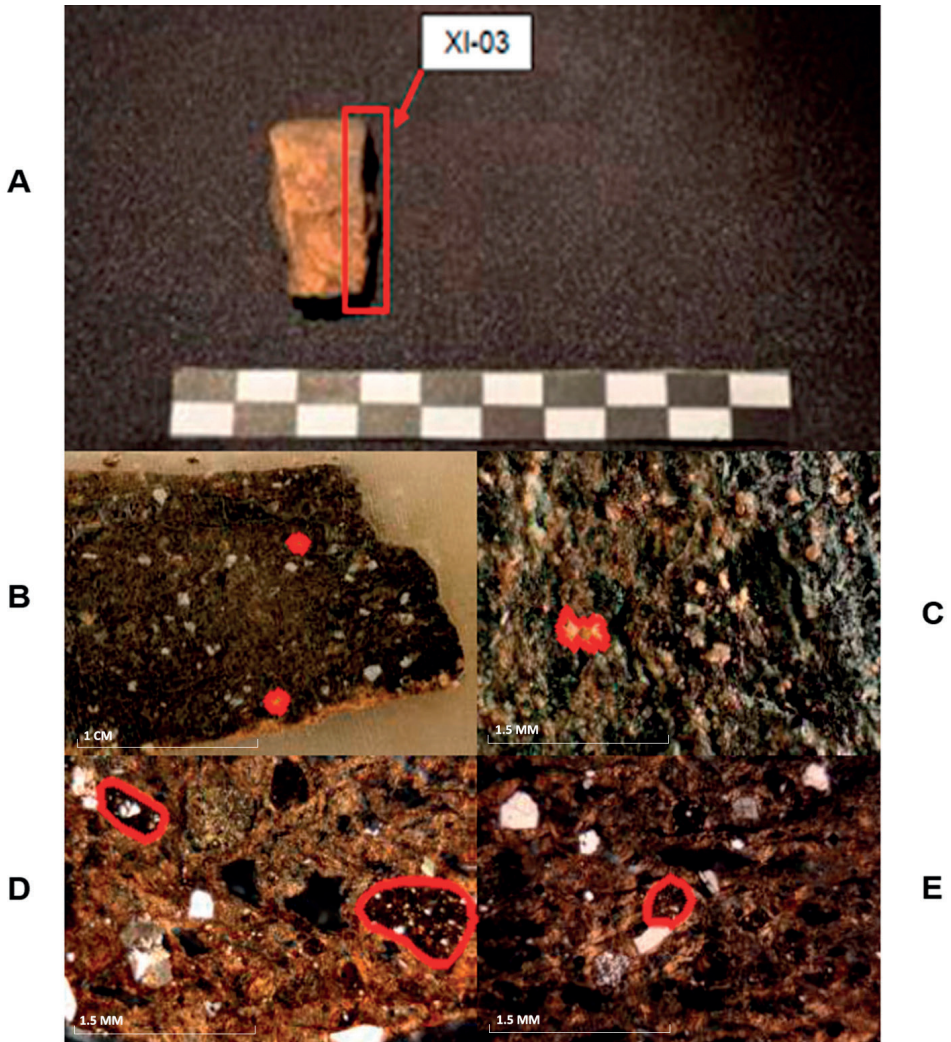


Convenciones:

— Zona de unión que indica fabricación de técnica por rollo.

Figura 4. Petrografía de sección delgada del grupo 1: (A) foto de fragmento que indica el área de corte; (B) detalle de testigo; (C) vista de matriz arcillosa sin recristalización; (D) detalle que indica técnica de rollo, y (E) presencia de capilaridad y grietas internas en la matriz arcillosa

Fuente: elaboración propia.



Convenciones:

— Fragmentos de tiesto molido usado como inclusión.

Figura 5. Petrografía de fragmento del grupo 3: (A) foto del fragmento que indica área de corte; (B) detalle de testigo; (C) vista de matriz con baja recristalización; (D) detalle de granulometría de los desgrasantes, y (E) detalle de la presencia de grietas internas en la matriz arcillosa

Fuente: elaboración propia.

Prueba de densidad específica

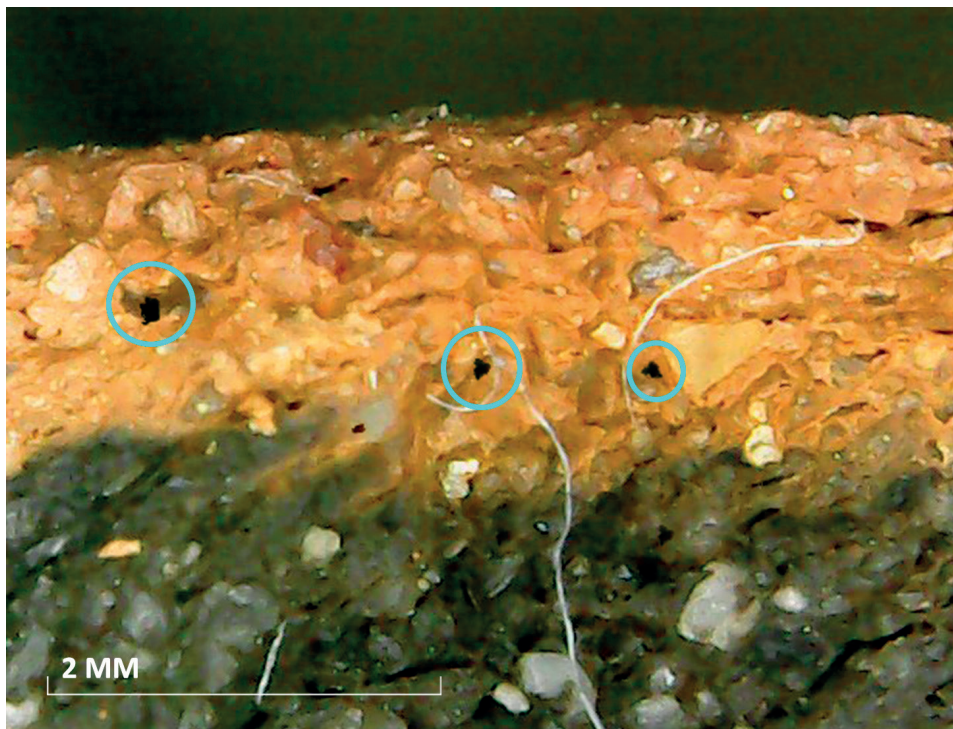
Se sometieron a prueba de densidad 64 fragmentos, agrupados según su grupo cerámico, el tipo de desgrasante y el tipo de fragmento. Los resultados mostraron que los del grupo 1 (29,6 % de la muestra), que contienen fibra vegetal, tienen una densidad promedio de $1,9 \text{ gr/cm}^3$, aproximadamente un 40,6 % menor que la del grupo 3. La baja densidad en el grupo 1 se debe a la alta porosidad creada por la fibra vegetal, con una variación menor a $0,5 \text{ gr/cm}^3$.

Por otro lado, los fragmentos del grupo 3 (70,3 % de la muestra) exhibieron una densidad promedio de $3,2 \text{ gr/cm}^3$, con una variación también menor a $0,5 \text{ gr/cm}^3$, mientras que el 3,1 % restante presentó una densidad de $1,9 \text{ gr/cm}^3$. Esto indica que los fragmentos con desgrasante de arena tienen una mayor densidad que aquellos con fibra vegetal.

No se observaron diferencias significativas en la densidad según el tipo de fragmento, lo que sugiere una densidad uniforme a lo largo del cuerpo de los artefactos. Al analizar los resultados por profundidad de recuperación, se notó que los fragmentos del grupo 3, en el estrato más superficial, mostraron una densidad menor en comparación con otros fragmentos del mismo grupo. Debido al número reducido de fragmentos y la limitada capacidad para reconstruir formas, no fue posible determinar una asociación clara entre la variación de la densidad y las formas de los artefactos.

Observación al estereoscopio y captura de imágenes con microscopio digital

Se sometieron a observación con aumento un total de 64 fragmentos, y los resultados de cada grupo cerámico se resumen a continuación. Del grupo 1 (cerámica con inclusiones de fibra vegetal tubular), se analizaron 21 fragmentos y se observó que, aunque la superficie fue regularizada, persisten poros visibles (figura 6). En las caras externas e internas no se encontraron restos de inclusiones vegetales. Sin embargo, en el perfil de los fragmentos (figura 6) se identificaron zonas oscuras correspondientes a áreas huecas y restos carbonizados de materia vegetal. Los fragmentos presentan alta porosidad y restos de inclusiones de arena subredondeada de origen aluvial, sin evidencia de tratamientos de superficie adicionales.



Convenciones:

- Poros dejados por material vegetal carbonizado.

Figura 6. Detalle del perfil de fragmento del grupo 1

Fuente: elaboración propia.

Del grupo 3 (cerámicas con desgrasante de arena), se revisaron 43 fragmentos y se observó que el tratamiento superficial en las caras internas fue muy pobre y mal conservado, con notable porosidad y grietas (figura 7). Las caras externas muestran un tratamiento de superficie con alisado irregular expuesto, lo que deja a la vista inclusiones de cuarzo y porosidades producidas por la mala compactación de la pasta.

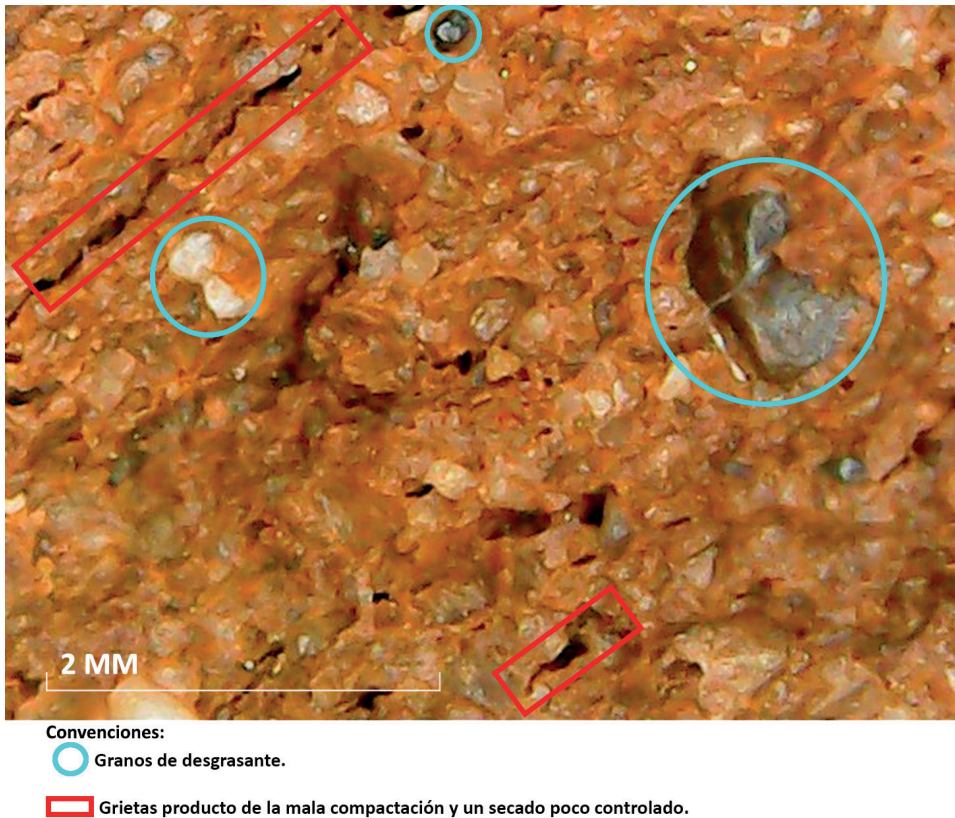


Figura 7. Detalle del perfil de fragmento del grupo 3

Fuente: elaboración propia.

En general, para ambos grupos se detecta que las paredes de los fragmentos están erosionadas por procesos posdeposicionales, son de textura friable y se disgregan fácilmente. Los restos de tratamientos de superficie son escasos y la alta porosidad sugiere que estos artefactos eran poco efectivos para la contención de líquidos.

Interpretación de los resultados obtenidos

Estos análisis ayudaron a establecer una base sólida para la interpretación de los datos cerámicos, lo que permitió aplicar el análisis forma-función, tal como lo han desarrollado Pratt (1999), Rice (2015), Shepard (1985), Skibo (1992 y 2015)

y Skibo, Schiffer y Reid (1989). A partir de los resultados obtenidos, se procedió a una aproximación a las cadenas operatorias y opciones técnicas, siguiendo las metodologías propuestas por Lemonnier (1992 y 2002), Leroi-Gourhan (1971) y Beltrán (1989). Además, se discute cómo estos hallazgos contribuyen a la comprensión de la cerámica del Formativo temprano en la costa caribe de Colombia, pues facilitan una reconstrucción más precisa de las prácticas de manufactura y el uso de estos artefactos en su contexto arqueológico.

Análisis forma-función de las cerámicas en el contexto de Puerto Hormiga

La información recopilada sobre la muestra cerámica del sitio Puerto Hormiga indica que ambos grupos cerámicos probablemente se utilizaban para el transporte y almacenamiento de productos secos. Este sitio, caracterizado como un conchero y campamento temporal (Carvajal 2013; Reichel-Dolmatoff 1965), refleja un contexto en el que la cerámica se diseñó para satisfacer las necesidades de almacenamiento y transporte de grupos itinerantes con estrategias de movilidad reducida. Esta interpretación es consistente con la asociación de la cerámica con la fibra vegetal para el manejo de productos estacionales, como sugieren Lizuka y Carvajal (2023). Sin embargo, los datos recuperados no apoyan la hipótesis de que estos artefactos se usaran para funciones culinarias, como se planteó anteriormente (Reichel-Dolmatoff 1965).

El grupo 1 está compuesto por artefactos globulares a subglobulares con bordes restringidos y paredes muy gruesas. Estos artefactos, elaborados con arcillas mal seleccionadas de origen aluvial y con inclusión de fibra vegetal, son significativamente más ligeros (un 40 % menos) que aquellos hechos con arena. La fabricación por rollo indica que no eran elementos expeditos y es contraria a las propuestas hechas sobre la técnica de fabricación de las cerámicas con inclusiones de fibra vegetal en el Formativo temprano en el Caribe colombiano. Son artefactos de paredes toscas y no vitrificadas, cocidas a temperaturas menores de 750 °C. Los fragmentos del grupo 1 muestran una decoración simple, con incisiones en patrones simples, y carecen de tratamiento para reducir la porosidad. No se observan marcas de uso ni de quema. Estos artefactos parecen haber servido principalmente para el almacenamiento o transporte de productos secos.

El grupo 3, por su parte, está constituido por fragmentos de artefactos globulares a subglobulares con bordes restringidos y paredes delgadas a medias, con un diámetro de entre 12 cm y 14 cm. Estos artefactos están hechos de arcillas

mal seleccionadas de origen aluvial, con inclusiones de arenas también aluviales. La fabricación mediante modelado directo ha resultado en paredes toscas y una baja vitrificación (cocidos a temperaturas menores de 750 °C). Aunque algunos fragmentos presentan tratamientos para reducir la porosidad en la cara externa, la decoración incluye incisiones en una variedad de patrones incisos. Al igual que el grupo 1, no se observan marcas de uso ni de quema. Estos artefactos también parecen haber sido utilizados para el almacenamiento o transporte de productos secos.

Descripción de la cadena operativa identificada

La reconstrucción inicial de la cadena operatoria en relación con los dos grupos cerámicos del sitio Puerto Hormiga revela información clave sobre la producción y tecnología de los artefactos (figura 8). Cabe mencionar que este estudio es de carácter inicial y exploratorio, centrado en un primer acercamiento a la cadena operativa de la manufactura cerámica en Puerto Hormiga. Una de las principales limitaciones es que no se ha realizado una prospección exhaustiva para identificar las fuentes de materia prima, como arcillas y desgrasantes. En contextos sedimentarios como el de Puerto Hormiga, la dinámica de erosión y deposición de sedimentos aluviales dificulta la identificación de estas fuentes, lo que complica la reconstrucción completa de la cadena operativa. Sería necesario llevar a cabo estudios más detallados, incluyendo el examen de muestras de materias primas, el uso de proxys geoquímicos y mineralógicos, el análisis de procedencia para rastrear el origen de los materiales y estudios de arqueología experimental para replicar técnicas de manufactura. Estas investigaciones permitirían una comprensión más profunda de las decisiones tecnológicas y las capacidades técnicas de las sociedades prehispánicas en esta región.

En términos de materia prima, se identificó que las arcillas utilizadas eran de origen aluvial, aunque no se pudo determinar con precisión los depósitos específicos explotados. La petrografía de sección delgada y el análisis mineralógico confirmaron que las arcillas y las inclusiones eran de origen aluvial, típicas de la región del Bajo Magdalena. Los depósitos geológicos incluyen llanuras aluviales y depósitos fluviolacustres, lo que sugiere que estos fueron los principales recursos utilizados en la fabricación de cerámica, aunque se desconoce la procedencia exacta.

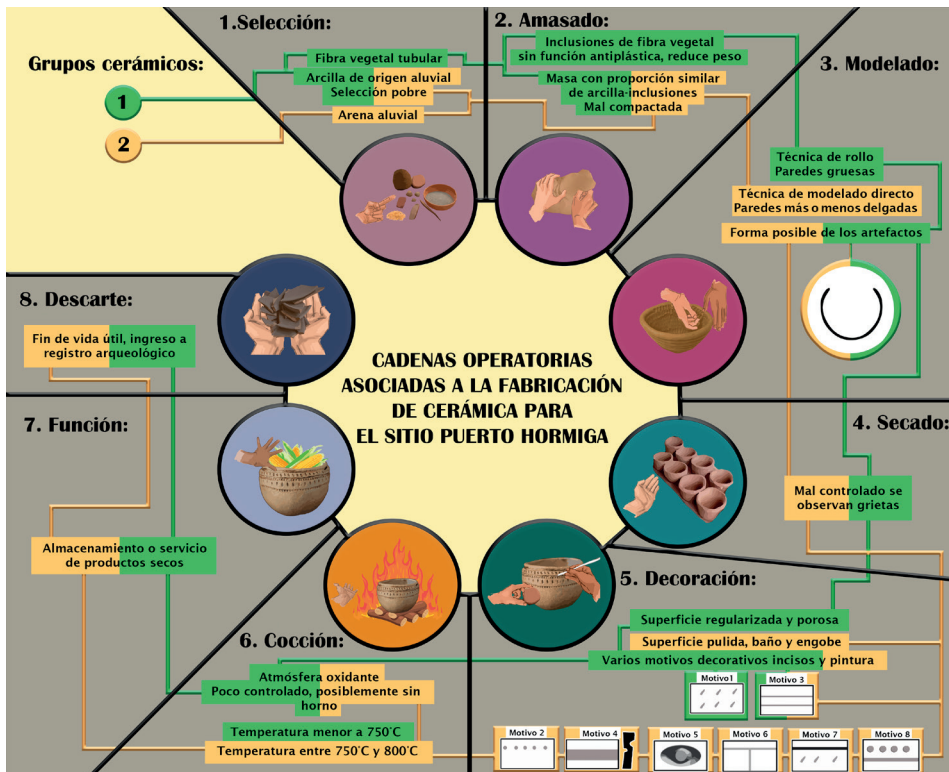


Figura 8. Cadena operativa inferida de la cerámica del sitio Puerto Hormiga

Fuente: elaboración propia.

Se observó que las arcillas estaban mal seleccionadas y no se sometieron a procesos de depuración. El grupo 1 contenía inclusiones de fibra vegetal tubular, cuya función no era antiplástica, sino que más bien buscaba reducir el peso y la densidad de los artefactos. En cuanto al amasado, ambos grupos presentaron pastas mal compactadas con burbujas de aire, lo que afectó la calidad final de los artefactos.

Respecto al modelado, se identificó que el grupo 1 fue elaborado mediante la técnica de rollo, mientras que en el grupo 3 se utilizó el modelado directo. Este hallazgo contrasta con la información previa sobre las cerámicas tempranas de la costa caribe, que a menudo vincula la fibra vegetal con el modelado directo. La morfología de los artefactos de ambos grupos fue globular, sin la presencia de asas ni elementos adicionales.

El proceso de secado fue inadecuadamente controlado en ambos grupos, lo que contribuyó a la formación de grietas. En términos de decoración y tratamiento

de superficie, el grupo 1 no mostró tratamientos para reducir la porosidad, mientras que el grupo 3 presentó algunos casos de bruñido y aplicación de baños y engobes. Se identificaron seis patrones de incisión decorativa en el grupo 3, que mostró una mayor diversidad decorativa.

Finalmente, la cocción en ambos grupos se realizó a temperaturas inferiores a 750 °C, y no se observó vitrificación en las pastas. Los artefactos producidos se utilizaron principalmente para el almacenamiento y transporte de productos secos, lo que indica una tecnología adaptada a sociedades con movilidad reducida. Esta adaptación se relaciona con la asociación de los artefactos al aprovechamiento de recursos estacionales, tal como se evidencia en estudios recientes (Iizuka y Carvajal 2023). Además, investigaciones sobre arqueología experimental y etnoarqueología que analizan la tecnología cerámica y las estrategias de movilidad entre cazadores-recolectores, como la de Sugrañes (2011), y que estudian la transmisión de tecnología entre grupos prehistóricos, como la de Dolbunova *et al.* (2023), refuerzan esta perspectiva. Asimismo, Patania y Jaffe (2021) destacan la colaboración en el desarrollo de la cerámica, y Sturm, Clark y Barton (2016) discuten la lógica tecnológica en entornos marginales, lo que sugiere una optimización de la producción cerámica en contextos de variabilidad estacional en la región.

En el sitio arqueológico de Puerto Hormiga, se han identificado varias tareas estratégicas y variaciones técnicas en la elaboración de cerámicas tempranas. Estas observaciones se basan en la reconstrucción de elementos de las cadenas operativas asociadas a los grupos cerámicos identificados en las muestras del sitio.

Tareas estratégicas

Una de las tareas estratégicas más destacadas en Puerto Hormiga fue la selección de materiales aluviales. Las comunidades que habitaron el sitio prefirieron utilizar arcillas y desgrasantes de este origen, lo cual es consistente con la geología del Bajo Magdalena. Esta elección estratégica permitió a los artesanos aprovechar los recursos locales disponibles, y garantizar así una fuente constante y accesible de materias primas para la fabricación de sus cerámicas.

Otra tarea estratégica fue la diversidad en las técnicas de modelado. En Puerto Hormiga, coexistieron diferentes métodos a lo largo del tiempo. Por ejemplo, se utilizó tanto la técnica de rollo como el modelado directo. Esta diversidad técnica sugiere una adaptabilidad y una experimentación continua en las prácticas cerámicas, sin que una técnica reemplazara completamente a la otra.

Variaciones técnicas

Entre las variaciones técnicas observadas en Puerto Hormiga, destaca la inclusión de fibra vegetal como desgrasante en el grupo 1. Esta técnica se utilizó para reducir la densidad de los artefactos cerámicos. La inclusión de fibra vegetal no solo afectó la densidad, sino que también influyó en el proceso de modelado. Las cerámicas con fibra vegetal fueron modeladas principalmente mediante la técnica de rollo, mientras que las cerámicas con desgrasante de arena se modelaron directamente.

Otra variación técnica importante es la decoración y el tratamiento de superficies. Las cerámicas con desgrasante de arena presentaron una mayor variedad en la decoración y fueron las únicas que incluyeron tratamientos de superficie. Además, se sometieron a temperaturas de quema más altas en comparación con las cerámicas con fibra vegetal, aunque no alcanzaron a vitrificarse. Este último aspecto puede indicar un intento de evitar daños por la expansión térmica diferencial entre la fibra vegetal y la arcilla.

Las comunidades de Puerto Hormiga demostraron una notable capacidad para adaptarse y experimentar con diversas técnicas cerámicas. La selección estratégica de materiales aluviales y la implementación de diferentes métodos de modelado reflejan un profundo conocimiento y control sobre los procesos de producción. Las variaciones técnicas, como la inclusión de fibra vegetal y los tratamientos de superficie, subrayan la complejidad y la sofisticación de las prácticas cerámicas en este sitio arqueológico temprano.

Implicaciones para el entendimiento de la tecnología cerámica en el Formativo temprano

El análisis de la tecnología cerámica en el Formativo temprano en el sitio de Puerto Hormiga ofrece perspectivas significativas sobre las prácticas tecnológicas y adaptaciones de las poblaciones de la región. A través del estudio de las características de las cerámicas, especialmente el uso de fibra vegetal, se puede abordar cómo estas prácticas reflejan estrategias específicas de transporte y almacenamiento en un contexto de movilidad estacional. Este análisis no solo ilumina las funciones prácticas de los artefactos, sino que también pone en evidencia la complejidad de la producción y el papel de las cerámicas en la vida cotidiana de estas comunidades. La información obtenida proporciona un marco para entender las

decisiones tecnológicas y las posibles interacciones culturales y económicas en el Caribe colombiano durante el Formativo temprano.

Uso de fibra vegetal en las pastas cerámicas: implicaciones y posibles razones

La inclusión de fibra vegetal en las pastas cerámicas de Puerto Hormiga tiene implicaciones significativas para la interpretación de la tecnología cerámica en el Formativo temprano.

La evidencia sugiere que, en lugar de utilizar la fibra como desgrasante para mejorar las propiedades técnicas de la cerámica, su función principal era reducir el peso de los artefactos. Esto indica una adaptación técnica orientada a hacerlos más manejables para el transporte y almacenamiento de productos secos. La ausencia de evidencias que vinculen estas cerámicas con la cocción o procesamiento de alimentos refuerza la idea de que las poblaciones de Puerto Hormiga estaban en movimiento o tenían una movilidad estacional, en virtud de la cual aquellas que eran funcionales para el transporte y almacenamiento eran más valiosas que las destinadas a la cocina o al uso ritual. Además, la cocción de los artefactos se realizó a temperaturas inferiores a 750 °C, sin evidencias de vitrificación en las pastas, lo que sugiere que estaban adaptados a sociedades con movilidad reducida. Esta adaptación es coherente con el aprovechamiento de recursos estacionales, lo que se alinea con la optimización en la producción de cerámica en contextos de variabilidad estacional en la región. Los estudios de Sugrañes (2011), Dolbunova *et al.* (2023) y Patania y Jaffe (2021) refuerzan esta idea al analizar esa tecnología y su relación con las estrategias de movilidad de las poblaciones de cazadores-recolectores.

Comparación con otros sitios contemporáneos en América

Al comparar los resultados obtenidos en Puerto Hormiga con los de otros sitios contemporáneos en América, como La Cancana (Castillo Espitia y Aceituno Bocanegra 2006), La Tronadora (Hoopes 1994) o La Monagrillo (Iizuka 2013), se observa una variabilidad significativa en las prácticas cerámicas. En Puerto Hormiga, la coexistencia de técnicas que incluyen fibra vegetal y otros desgrasantes, y el hecho de que los artefactos no estén orientados a la cocción, contrastan con las tendencias observadas en otros sitios, en los que se tienden a adoptar desgrasantes minerales como la arena o la concha. Esto sugiere que las decisiones tecnológicas en Puerto Hormiga se adaptaron a necesidades locales específicas y a condiciones

ambientales, en lugar de seguir un patrón uniforme observado en otros contextos contemporáneos. La variabilidad en las técnicas cerámicas refleja una respuesta adaptativa a las demandas de las sociedades en diferentes regiones.

Importancia de las futuras investigaciones en la región

La investigación adicional en la región del Caribe colombiano es crucial para profundizar en el entendimiento de la tecnología cerámica del Formativo temprano. Los resultados obtenidos en Puerto Hormiga subrayan la necesidad de realizar estudios más detallados sobre la función de la fibra vegetal en las cerámicas y su impacto en la eficiencia del transporte y almacenamiento. Además, es esencial expandir el análisis a otras muestras y realizar estudios de residuos para evaluar mejor el papel de este tipo de artefactos en el procesamiento de recursos vegetales y otros usos potenciales. La acumulación de datos de diferentes contextos arqueológicos permitirá una comprensión más completa de la complejidad tecnológica y las estrategias de subsistencia empleadas por las poblaciones del Formativo temprano en el Caribe colombiano.

Conclusiones

En relación con la muestra analizada en el sitio Puerto Hormiga, se puede concluir que estas cerámicas eran predominantemente utilitarias y estaban orientadas al transporte y almacenamiento de recursos. Esto concuerda con la interpretación del sitio como un campamento estacional para la recolección de moluscos. La ausencia de evidencias que vinculen estos artefactos con funciones culinarias o de contención de líquidos refuerza la idea de que estaban diseñados principalmente para el manejo de productos secos.

La inclusión de fibra vegetal en las cerámicas parece haber sido una estrategia para reducir el peso de los artefactos, lo que apoya la noción de una población con movilidad estacional y no completamente sedentaria. Este aspecto sugiere una relación directa entre el tipo de movilidad de los grupos humanos y la funcionalidad de las cerámicas, lo que invita a reconsiderar la categoría de cazadores-recolectores como insuficiente, ya que puede enmascarar la diversidad de situaciones y adaptaciones en el Formativo.

Asimismo, la periodización del Formativo temprano puede no capturar adecuadamente la complejidad de las interacciones y prácticas culturales en estos

contextos. Las cadenas operatorias reconstruidas indican que las cerámicas fueron elaboradas con técnicas simples y materiales locales, priorizando la funcionalidad sobre la estética.

Estos hallazgos sugieren la necesidad de futuras investigaciones que exploren la diversidad de inclusiones vegetales y amplíen el análisis a una escala regional, para comprender mejor las relaciones entre la cerámica, la movilidad de los grupos humanos y el procesamiento de recursos vegetales en un contexto más amplio y diverso.

Agradecimientos

Mi profunda gratitud a la profesora Diana Carvajal por su valiosa orientación y apoyo durante todo el proceso de investigación. Agradezco también a la Facultad de Estudios de Patrimonio Cultural de la Universidad Externado de Colombia, cuyo respaldo académico fue esencial para el desarrollo de este trabajo, así como por la realización de varios análisis de laboratorio. Y al ICANH, por su apoyo financiero a través del Programa de Apoyos para la Investigación en Arqueología 2015, cuya contribución decisiva permitió elaborar este estudio. Sin su ayuda, este trabajo no habría sido posible.

Referencias

- Beltrán, Oriol.** 1989. “Las técnicas en la antropología: desarrollo y perspectivas”. *Anthropos: Boletín de Información y Documentación* 14: 167-174.
- Betancourt, Alejandra.** 2003. “Punta Polonia y el Formativo temprano en Colombia”. Tesis de grado en Antropología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Botiva, Álvaro, Leonor Herrera, Ana María Groot y Santiago Mora.** 1989. *Colombia prehispánica: regiones arqueológicas*. Bogotá: Colcultura; Instituto Colombiano de Antropología.
- Carvajal, Diana.** 2012. “Evaluación zooarqueológica de concheros cercanos al canal del Dique, fase inicial”. Informe final presentado al ICANH.
- . 2013. “Los moluscos y la arqueología: análisis preliminar de tres sitios arqueológicos en el canal del Dique, Colombia”. *Boletín Científico CIOH* 31: 125-142. <https://doi.org/10.26640/22159045.255>
- . 2022. “La región del Caribe colombiano como escenario precolombino para desarrollos agrícolas, procesos de sedentarización y nuevas tecnologías durante el periodo

- Formativo”. *Tessituras: Revista de Antropología y Arqueología* 10 (1): 112-131. <https://doi.org/10.15210/TES.V10I1.21959>
- Castillo Espitia, Neyla y Francisco Aceituno Bocanegra.** 2006. “El bosque domesticado, el bosque cultivado: un proceso milenario en el valle medio del río Porce en el noroccidente colombiano”. *Latin American Antiquity* 17 (4): 561-578. <https://doi.org/10.2307/25063072>
- De la Fuente, Guillermo Adrián.** 2015. “Técnicas de manufactura cerámica durante el periodo Tardío: una aproximación a través de la radiografía industrial y la petrología cerámica (Tinogasta, Catamarca, Argentina)”. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 24 (1): 1-20. <https://bit.ly/3zd9QpJ>
- Diaz-Chauvigne, Alice.** 2016. “Étude archéozoologique des sites de Monsu (Colombie) et Hope Estate (Saint-Martin): proposition de reconstitution de l’alimentation et des écosystèmes fréquentés”. Tesis de maestría en Medio Ambiente, Patrimonio Natural y Sociedad, Museum National d’Histoire Naturelle, París. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01560597/document>
- Dolbunova, Ekaterina, Alexandre Lucquin, T. Rowan McLaughlin, Manon Bondetti, Blandile Courel y Ester Oras.** 2023. “The Transmission of Pottery Technology among Prehistoric European Hunter-Gatherers”. *Nature Human Behaviour* 7 (2): 171-183. <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01491-8>
- Druc, Isabel y Lisenia Chávez.** 2014. *Pastas cerámicas en lupa digital. Componentes, textura y tecnología*. Blue Mounds: Deep University Press.
- Fernández, Eduardo.** 1989. “Los desgrasantes del Formativo temprano en la costa caribe colombiana: análisis petrográfico de la cerámica de Puerto Chacho”. Informe final de práctica de sexto semestre, Universidad de los Andes, ICANH, Bogotá.
- Hoopes, John.** 1994. “The Tronadora Complex: Early Formative Ceramics in Northwestern Costa Rica”. *Latin American Antiquity* 5 (1): 3-30. <https://doi.org/10.2307/971900>
- Iizuka, Fumie.** 2013. “Early Pottery in the Tropics of Panama (Ca. 4,500-3,200 B.P.): Production Processes, Circulation, and Diagenesis”. Tesis de doctorado, School of Anthropology, The University of Arizona, Tucson, Arizona. <http://arizona.openrepository.com/arizona/handle/10150/293475>
- Iizuka, Fumie y Diana Carvajal.** 2023. “Un análisis visual de técnicas de manufactura y tecnología de la cerámica del sitio Puerto Hormiga, Colombia: reconsideraciones sobre las observaciones de Reichel-Dolmatoff”. *Arqueología y Patrimonio* 2 (1). <https://doi.org/10.22380/26652773.2623>
- Langebaek, Carl Henrik.** 1996. *Noticias de caciques muy mayores: origen y desarrollo de sociedades complejas en el nororiente de Colombia y norte de Venezuela*. Bogotá: Ediciones Uniandes.

- Langebaek, Carl Henrik y Alejandro Dever.** 2000. *Informes arqueológicos no. 1: arqueología en el Bajo Magdalena: un estudio de los primeros agricultores del Caribe colombiano*. Bogotá: ICANH; Universidad de los Andes.
- Legros, Thierry.** 1989. “Consideraciones sobre Puerto Chacho, un conchero de las llanuras del Caribe colombiano”. *Memorias del Congreso Nacional de Antropología*, 67-78. Serie Memorias de Estudios Científicos. Villa de Leyva: Icfes.
- Lemonnier, Pierre.** 1992. *Elements for an Anthropology of Technology*. Anthropological Papers 88. Ann Arbor: Museum of Anthropology, University of Michigan. <https://doi.org/10.3998/mpub.11396246>
- . 2002. *Technological Choices. Transformation in Material Cultures Since the Neolithic*. Londres: Routledge.
- Leroi-Gourhan, André.** 1971. “La evolución de las técnicas en la cerámica”. *Métodos Arqueológicos* 20 (1): 45-60.
- Lleras, Roberto.** 2002. “El concepto del Formativo en las investigaciones arqueológicas en Colombia: una revisión crítica”. En *Formativo suramericano, una reevaluación*, editado por Paulina Ledergerber-Crespo, 86-96. Quito: Abya-Yala. https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1298&context=abya_yala
- Loaiza, Natalia y Francisco Aceituno.** 2015. “Reflexiones en torno al Arcaico colombiano”. *Revista Colombiana de Antropología* 51 (2): 121-146. <https://doi.org/10.22380/2539472X16>
- Mejía, Martha.** 2015. *El consumo de plantas en el Caribe colombiano durante el Formativo temprano (7000-3000 A.P.). Una evaluación paleoetnobotánica de la subsistencia a partir de almidones*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Olivera, Paola.** 2015. “Caracterización tecnológica de los líticos del Formativo temprano de la costa caribe colombiana: aproximación a la fabricación y uso”. Tesis de pregrado, Programa de Arqueología, Universidad Externado de Colombia, Bogotá.
- Oyuela, Augusto.** 1987. “Dos sitios arqueológicos con desgrasante de fibra vegetal en la serranía de San Jacinto (departamento de Bolívar)”. *Boletín de Arqueología de la FIAN* 2 (1): 5-26.
- . 2006. “El contexto económico de la alfarería temprana en el caso de San Jacinto 1”. *Boletín de Arqueología PUCP* 10: 285-304. <https://doi.org/10.18800/boletindearqueologiapucp.200601.012>
- Oyuela, Augusto y Renée Bonzani.** 2014. *San Jacinto I: ecología histórica, orígenes de la cerámica e inicios de la vida sedentaria en el Caribe colombiano*. Barranquilla: Universidad del Norte.

- Patania, Ilaria y Yitzchak Jaffe.** 2021. "Collaboration, Not Competition: A Geoarchaeological Approach to the Social Context of the Earliest Pottery". *Journal of Anthropological Archaeology* 62: 101-297. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2021.101297>
- Pratt, Jo Ann.** 1999. "Determining the Function of One of the New World's Earliest Pottery Assemblages: The Case of San Jacinto, Colombia". *Latin American Antiquity* 10 (1): 71-85. <https://doi.org/10.2307/972212>
- Reichel-Dolmatoff, Gerardo.** 1965. *Excavaciones arqueológicas en Puerto Hormiga (departamento de Bolívar)*. Bogotá: Uniandes.
- . 1985. *Monsú, un sitio arqueológico*. Bogotá: Biblioteca Banco Popular.
- . 1986. *Arqueología de Colombia, un texto introductorio*. Bogotá: Fundación Segunda Expedición Botánica Arco.
- Rice, Prudence.** 2015. *Pottery Analysis. A Sourcebook*. 2.^a ed. Chicago: University of Chicago Press.
- Royero, José y Jairo Clavijo.** 2000. *Mapa geológico generalizado del departamento de Bolívar. Escala 1:400.000. Memoria explicativa*. Bucaramanga: Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear. <https://recordcenter.sgc.gov.co/B4/13010040024030/Documento/Pdf/0101240301101000.pdf>
- Shepard, Anna Osler.** 1985. *Ceramics for the Archaeologist*. Washington: Carnegie Institution of Washington. https://publicationsonline.carnegiescience.edu/publications_online/Ceramics_arch.pdf
- Skibo, James.** 1992. *Pottery Function: A Use-Alteration Perspective*. Nueva York: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1179-7>
- . 2015. "Pottery Use-Alteration Analysis". En *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*, editado por J. M. Skibo, 189-198. Nueva York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08257-8_10
- Skibo, James, Michael Schiffer y Kenneth Reid.** 1989. "Organic-Tempered Pottery: An Experimental Study". *American Antiquity* 54 (1): 122-146. <https://doi.org/10.2307/281335>
- Sturm, Camilla, Julia K. Clark y Loukas Barton.** 2016. "The Logic of Ceramic Technology in Marginal Environments: Implications for Mobile Life". *American Antiquity* 81 (4): 645-663. <https://doi.org/10.1017/S0002731600101015>
- Sugrañes, Nuria.** 2011. "Tecnología cerámica y estrategias de movilidad entre cazadores-recolectores de altura: el caso del sitio Valle Hermoso 1 (Malargüe, Mendoza)". *Intersecciones en Antropología* 12 (2): 293-304. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179522604003>
- Velásquez, Wajari.** 2010. "La alfarería entre cultura y naturaleza: estudio tecnológico de la cerámica neolítica de la provincia de Pontevedra". Trabajo de investigación

tutelado, Universidad de Santiago de Compostela, España. https://digital.csic.es/bitstream/10261/27254/1/TIT_Velasquez.pdf

Venegas, Andrés Arturo y José Virgilio Becerra. 2006. “Determinación de la densidad de materiales con alta porosidad”. *Revista de la Sociedad Colombiana de Física* 38 (4): 1399-1402. http://humanidades.cchs.csic.es/ih/congreso_iberico/4.PDF

Wagwer, Ursul, Gebhard Rupert, Ender Murad, Izumi Shimada, Carl Ulbert, Ernst Wagner y Ana Maria Wippern. 1994. “Condiciones de cocción y características de composición de la cerámica formativa: perspectiva arqueométrica”. En *Tecnología y organización de la producción de cerámica prehispánica en los Andes*, editado por I. Shimada, 121-157. Lima: Pontificia Universidad Católica de Perú, Fondo Editorial.