

Pruebas isotópicas, microscópicas y de artefactos de preparación y almacenamiento de *chicha* en Manchán (Casma, Perú)

Víctor F. Vásquez¹, Luis Valle Álvarez², Teresa E. Rosales³, Isabel Rey Fraile⁴
y Gabriel Dorado⁵

¹Autor para correspondencia, Director del Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas-“ARQUEOBIOS”, Apartado Postal 595, eMail: vivasa2401@yahoo.com, Trujillo-Perú; ²Director de QETZAL S.A.C., Jirón Diego de Almagro 545 Of. 224, Trujillo, eMail: lvallec@hotmail.com; ³Co-Director del Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas-“ARQUEOBIOS”, Apartado Postal 595, eMail: teresa1905@hotmail.com, Trujillo-Perú, ⁴Laboratorio de Tejidos y ADN, Museo de Ciencias Naturales de Madrid, España, eMail: isabel.rey@csic.es, ⁵ Dep. Bioquímica y Biología Molecular, Campus Rabanales C6-1-E17, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (ceiA3), Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba (Spain), eMail: bb1dopeg@uco.es

Resumen

Se presentan los resultados de los análisis microscópicos e isotópicos de los sedimentos de ocho muestras de tinajas que proceden del sitio chimú, Manchán (900-1470 años d.C.) de Perú, excavado en el año 2016 por la empresa Qetzal S.A.C. Los análisis microscópicos revelaron la presencia de una alta cantidad de granos de almidón maíz (*Zea mays*). Curiosamente algunos mostraron huellas de fermentación alcohólica. Los análisis isotópicos de estos sedimentos, conteniendo almidones de maíz, mostraron en seis muestras valores con señales isotópicas de plantas C4 (como el maíz), este cereal sirvió como materia prima para la preparación de la *-chicha-* en este sitio. Sin embargo, una muestra proporcionó valores con señal isotópica de plantas C3, posiblemente de piru (*Schinus molle*) o algarrobo (*Prosopis pallida*) lo que indicaría que en este sitio se preparaban dos tipos de dicha bebida alcohólica, siendo la basada en maíz la más común.

Palabras clave: chicha, maíz, fermentación, isótopos, Manchán, Perú.

Abstract

Chimú site at Manchán (900-1470 AD) of Perú was excavated in 2016 by Quetzal S.A.C company. Sediments of eight jar samples from it were analyzed. Microscopic inspections revealed a large amount of corn starch-grains from maize (*Zea mays*). Interestingly, some had signs of alcoholic fermentation. On the other hand, isotopic analyses of six samples of sediments containing corn starch showed values corresponding to C4 plants, as maize is. Thus, this cereal was used as raw material for preparation of *chicha* in this site. Yet, one sample showed isotopic results of C3 plants. Probably that corresponds to Peruvian pepper (*Schinus molle*) or algarrobo (*Prosopis pallida*). Therefore, at least two kinds of this alcoholic beverage were prepared in this site, being corn-based one the most common.

Key words: chicha, corn, fermentation, isotopes, Manchán, Perú.

Introducción

La *chicha* es una bebida alcohólica peruana fabricada generalmente a base de semillas germinadas de maíz (*Zea mays*), aunque hay indicios de que también fue elaborada con frutos de piru (*Schinus molle*) (Goldstein y Coleman, 2004). Estos corresponden a pruebas de yacimientos de la costa peruana. Entre ellos se encuentran vasijas, donde supuestamente se elaboraba y almacenaba. Se han encontrado residuos (restos de semillas denominados *afrecho*), corontas y recipientes de mate (*Lagenaria siceraria*) en contextos adecuados que involucran patios y cocinas, como es el caso que reporta Moore (1989) para el sitio Manchán.

En otros yacimientos mochicas y chimú, hay pruebas de artefactos utilizados en su elaboración y almacenamiento. Estos incluyen grandes tinajas con huellas de fuego, batanes, y también residuos arqueobotánicos de la materia prima. Sin embargo, nunca antes se han publicado análisis de su posible uso en fermentación de bebidas alcohólicas. Entre ellos se encuentran estudios microscópicos de los sedimentos de estas vasijas, para comprobar la posible presencia de almidones de maíz con huellas de fermentación. Así lo han demostrado Arriaza et al (2015), para los sedimentos de *queros* de madera del norte de Chile. Asimismo, estudios isotópicos que confirmen la presencia de la firma isotópica del maíz (planta C4) con la que se fabricó la bebida.

Existen publicaciones con afirmaciones al respecto, pero sin base científica. Así no se ha demostrado hasta la fecha que los artefactos recuperados fueran utilizados para la elaboración y preparación de esta bebida alcohólica, por ejemplo, Shimada (2011) y Castillo (2005).

En el año 2016, la empresa Qetzal S.A.C. realizó excavaciones en Manchán (Figura 1), como parte del "Proyecto de rescate arqueológico parcial del sitio Manchán identificado en el evitamiento Casma, distrito y provincia de Casma, departamento de Ancash", realizado a solicitud de la empresa Autopista del Norte S.A.C. Se trataba de un requerimiento legal para cumplir con la ejecución de la Autopista Pativilca-Salaverry (356,21 km) de la Red Vial N° 4.

Como producto de estas excavaciones, se recuperaron numerosas pruebas de restos orgánicos (fauna, vegetales y entierros humanos). Otros artefactos incluyeron 23 tinajas, 12 de ellas con indicios de haber sido utilizadas en la elaboración y almacenamiento de chicha.

Se han usado los sedimentos contenidos en los restos cerámicos, teniendo en cuenta su contexto arqueológico. Los objetivos de esta investigación fueron realizar estudios microscópicos e isotópicos de los mismos. Se trata de aislar e identificar granos de almidón de maíz con huellas de fermentación. Asimismo, realizar estudios isotópicos para comprobar si la materia prima utilizada era una planta C4 (maíz, en este caso) o C3 (piru o algarrobo). De este modo se puede determinar si las tinajas sirvieron para preparar o almacenar esta bebida, considerando además que los artefactos y

contexto pueden ser pruebas indirectas de la preparación y almacenamiento de chicha.

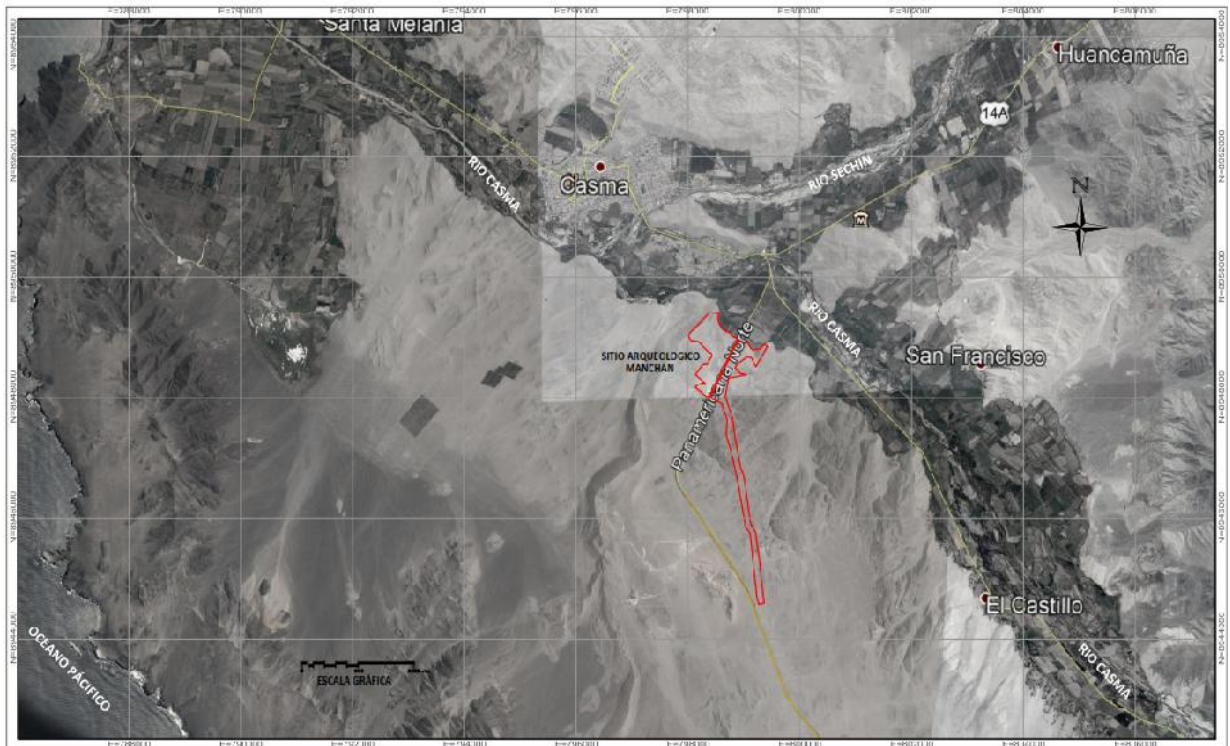


Figura 1. Mapa del sitio arqueológico. Plano de ubicación en Manchán (Fuente: Qetzal S.A.C. 2016)

Ubicación y descripción del área intervenida

Manchán, se sitúa en el distrito y provincia de Casma, departamento de Ancash, a la altura del km 371+200 al km 372+400 de la carretera Panamericana Norte, a 360 km al sur de la ciudad de Lima y a 3 km al norte de la ciudad de Casma. La ejecución del proyecto de rescate arqueológico, se realizó en un área total de 17,462.59 m², la cual se dividió en dos sectores A y B, de 11,002.86 m² y 6,459.73 m², respectivamente, a su vez cada sector se subdividió en 22 unidades, enumeradas de norte a sur con números romanos del I al XXII y éstas a su vez en cuadrículas de 5 m por 5 m.

Manchán está conformado por nueve conjuntos arquitectónicos de adobe. Las construcciones edificadas al este, pertenecen a la sociedad Casma y las construcciones que están hacia el oeste, mayormente al Estado Chimú. Posteriormente Manchán fue conquistado por los Incas, prueba de ello ha quedado su influencia en su arquitectura por todo el valle. Investigaciones intensivas en este sitio arqueológico nos seguirán dando luces sobre la vida de estas importantes sociedades.

Materiales y métodos

Muestras

Se hicieron análisis de los sedimentos de ocho tinajas: microscópicos de ocho e isotópicos de siete tinajas (Tabla 1 y Figura 2).

Tabla 1. Muestras de tinajas de Manchán, Sector B. Se muestra la procedencia de las muestras sometidas a análisis isotópicos y microscópicos.

MUESTRAS DE SEDIMENTOS DE TINAJAS CHIMÚ DE MANCHÁN: SECTOR B			
Nº Laboratorio	Nº Código	Unidad	Tipo de Análisis
2	5891	VIII	Isotópico y Microscópico
5	4923	VIII	Isotópico y Microscópico
7	5008	VIII	Isotópico y Microscópico
8	5604	VI	Isotópico y Microscópico
9	5548	II	Isotópico y Microscópico
10	5901	VIII	Isotópico y Microscópico
13	6286	IX	Isotópico y Microscópico
15	5830	II	Microscópico

Además, se aislaron los sedimentos de la parte activa de dos paletas de madera asociadas a los contextos donde aparecieron las tinajas, para análisis microscópico y comprobar la presencia de almidones. Se trata de los artefactos que se utilizaron posiblemente para la preparación de chicha, a los cuales también se le hizo un estudio histológico para conocer de qué madera se fabricaron dichas paletas.



Figura 2. Tinajas. (Izquierda) Tinaja recién desenterrada en el sector B de Manchán, (Derecha) Interior de otra tinaja mostrando el sedimento blanco que contenía almidones de maíz con huellas de fermentación.

Análisis microscópicos: almidones

Se estudiaron los restos de almidones adheridos a sedimentos de ocho tinajas de cerámica, que procedían de las excavaciones en Manchán. Los

análisis microscópicos y registros microfotográficos se realizaron en el Laboratorio del Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas "ARQUEOBIOS". Se utilizó para el análisis comparativo una colección de láminas con montaje de granos de almidón de especies modernas de cultivos de raíces, incluyendo tuberosas, cereales y leguminosas andinas nativas. Así mismo, se usaron claves taxonómicas y trabajos relacionados (Reichert, 1913; Guevara, 1973, Loy, 1990; Piperno, 2006; Torrence y Barton, 2006 y Zarrillo et al, 2008). También se utilizó material comparativo, como son almidones de maíz que previamente fueron sometidos a fermentación. En este caso, se usaron sedimentos de vasijas modernas que contenían chicha. Se emplearon las descripciones que ofrecen Arriaza et al, (2015).

Se esterilizó todo el material de laboratorio implicado en estos análisis, para evitar posibles contaminaciones cruzadas. Estas precauciones se mantuvieron hasta el final del análisis de todas las muestras. Se realizó una observación panorámica bajo un microscopio estereoscópico a una magnificación de 20X. Se visualizaron los sedimentos de las vasijas, que fueron aislados con un bisturí. Los residuos que contenían granos de almidón aparecían generalmente luego de remover la capa negra externa. Esta se formó durante la historia tafonómica por reacciones de oxidación, etc. Generalmente se trata de sedimentos de color marrón amarillento o claro.

Posteriormente se tomó una pequeña muestra del sedimento marrón amarillento de las ocho vasijas. El material se resuspendió en ocho ml de agua destilada en tubos Eppendorf de 10 ml. De cada tubo se tomó una alícuota de 0,5 ml la cual fue colocada en una luna portaobjetos. Se añadió una gota de solución salina fisiológica al 5% y glicerina (v/v) previamente esterilizadas. De este modo se trató de no alterar la morfología de las estructuras microscópicas presentes en la muestra. Posteriormente, se hicieron observaciones a 400X. Así se identificaron las estructuras microscópicas de los granos de almidón. Se registraron datos básicos morfológicos, tales como forma, posición del *hilum*, facetas y patrones de fisuras.

También se empleó microscopía de luz polarizada. Los granos de almidón muestran así una figura de interferencia en forma de "cruz" (cruz de Malta). Ello es el resultado de la doble refracción de la luz a través de las estructuras laminares cilíndricas o esféricas que presentan los granos del almidón. El punto de la intersección de las dos partes de la cruz corresponde generalmente a la posición del *hilum*. Este es una abertura o sección transversal del tubo o pasaje hacia el interior del grano, la materia amilácea, forma la lámina interna que traspasa. Por tanto, este análisis se usa para comprobar la presencia de almidón.

Se tomaron medidas de los granos de almidón identificados y de aquellos sin identificar dañados. Para ello se empleó un dispositivo o retículo de medición calibrado en micras, que fue acoplado al ocular del microscopio. Se registra en las medidas el largo (L) y ancho (A) máximos de cada grano de almidón. Los granos de almidón identificados y caracterizados fueron registrados con una cámara digital Sony Cyber-shot DSC-W200 de 12,1 megapíxeles. Las imágenes fueron otra vez analizadas en una computadora.

Todos los datos obtenidos fueron ingresados en una hoja de cálculo Excel 2019 para su procesamiento. Las muestras que contenían una gran cantidad de granos de almidón de maíz con huellas de fermentación fueron separadas para los análisis isotópicos.

Análisis isotópicos: plantas C3 y C4

Se analizaron muestras con buena cantidad de granos de almidón y con huellas de fermentación. Para ello fueron enviadas al Laboratorio de Isótopos Estables del Servicio Interdepartamental de Investigación (SIdI) de la Universidad Autónoma de Madrid (España). Se cuantificó el de ^{13}C , a fin de conocer el tipo de planta (C3 o C4) de la que procedían. Un total de siete muestras fueron escogidas para análisis isotópicos (Tabla 1). Los sedimentos de estas muestras fueron tamizados para eliminar la tierra. Se añadieron 25 ml de agua destilada en una placa de Petri de vidrio. Posteriormente se secaron a 60 °C hasta que no quedó líquido. Los resultados secos fueron triturados entonces con un mortero y se obtuvo un polvo fino. Una sub-muestra de 2 mg del residuo fue quemada en un analizador elemental (modelo 1108, de Carlo Erba (Milán, Italia), conectado a un espectrómetro de masas de relación de isótopo conectado a un espectrómetro de masas de relación de isótopos (IRMS, del inglés Isotope-Ratio Mass Spectrometer), Delta S de Finnigan MAT (Bremen, Alemania). El dióxido de carbono (CO_2) resultante fue analizado para ^{13}C en el IRMS, a través de flujo entre los instrumentos.

Todas las muestras se analizaron según la estabilidad de la relación de isótopos para la investigación ecológica, de la Universidad de Utah. La relación isotópica (^{13}C) es reportada así:

$$^{13}\text{C} = (R_{\text{muestra}}/R_{\text{standard}} - 1) \times 1000$$

Donde R_{muestra} y R_{standard} son la proporción $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ de la muestra y el estándar ("Pee Dee Belemnite limestone"), respectivamente. La precisión de las mediciones de isótopos de carbono orgánico fue (del 0,11‰).

Como muestras control se usaron sedimentos deshidratados de chicha de maíz (planta C4) y de quinua (*Chenopodium quinoa*; planta C3) modernas.

Análisis histológico de paletas

Las muestras lo conforman dos *paletas* de madera (Figura 3), éstas se registran para el sector B, unidad II, cuadrícula 13B, capa E, hallazgo 5. La primera, tiene una longitud de 1,25 metros (m), un ancho de 12,80 centímetros (cm) y un peso de 1162 gramos (g). La segunda, tiene una longitud de 97 centímetros (cm), un ancho de 13,70 centímetros (cm) y un peso de 952 gramos (g). La forma de ambos artefactos es alargada, un extremo termina en punta y el otro en forma de paleta, configuración adecuada para mover un líquido (en este caso posiblemente chicha).

Una porción de 2 cm extraída de la parte del mango, fueron tratados de la siguiente manera cuando estuvieron en el laboratorio:

- a.- Cada muestra fue tratada individualmente y limpiada con aire comprimido para eliminar polvo e impurezas, y dejarla limpia para el siguiente paso.
- b.- La muestra limpia, fue observada bajo un microscopio estereoscópico a aumentos de 10X, 30X y 50X, con la finalidad de identificar los planos transversal y longitudinal de la muestra, que nos permita hacer los alisados respectivos con hojas de bisturí y navajas especiales para este tipo de cortes
- c.- Obtenidas todas las características de ambos planos, se cotejó con claves taxonómicas dicotómicas para árboles de la costa norte del Perú en la página web <http://insidewood.lib.ncsu.edu> y la colección comparativa de láminas montadas con tejidos de maderas de los árboles nativos cultivados y silvestres de la costa norte del Perú propiedad del laboratorio del Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas-“ARQUEOBIOS”, para lograr la identificación taxonómica de las muestras.
- d.- Las muestras previas a la identificación taxonómica, fueron analizadas mediante microscopía electrónica de barrido (MEB), en los laboratorios del Museo Nacional de Ciencias de Madrid, España. Las capturas de las imágenes fueron analizadas para finalizar la identificación taxonómica de ambas muestras.



Figura 3. Paletas analizadas. Se trata de artefactos arqueológicos que presentaron granos de almidón de maíz en su extremo activo.

Resultados

Análisis microscópicos: granos almidón de maíz

Tabla 2. Análisis de almidón en tinajas. Los granos de almidón de maíz presentaron huellas de fermentación en cinco tinajas recuperadas en Manchán.

GRANOS DE ALMIDÓN EN MATERIAL CERÁMICO			
Procedencia	Taxa identificado	Medidas L x A (µ)	Observaciones
Código 6286	<i>Zea mays</i>	14,3 x 14,3	Esférico con huellas de fermentación
Código 5830	<i>Zea mays</i>	15,6 x 15,6	Esférico con huellas de fermentación
Código 5901	<i>Zea mays</i>	18,2 x 18,2	Esférico con huellas de fermentación
Código 5548	<i>Zea mays</i>	18,2 x 18,2	Esférico con huellas de fermentación
Código 5008	<i>Zea mays</i>	15,6 x 13	Esférico con huellas de fermentación

Las cinco tinajas cuya procedencia está asociada a los códigos respectivos que se aprecian en la tabla 2, presentaron pruebas de almidones de maíz con huellas de fermentación cuyas descripciones coinciden con las de Arriaza et al, (2015) y las muestras de referencia de sedimentos de chicha moderna que fue colectada también para los análisis isotópicos. Una de las características en común que presentaron estos almidones con huellas de fermentación es que todas son de almidones esféricos, lo cual explicaremos más adelante.

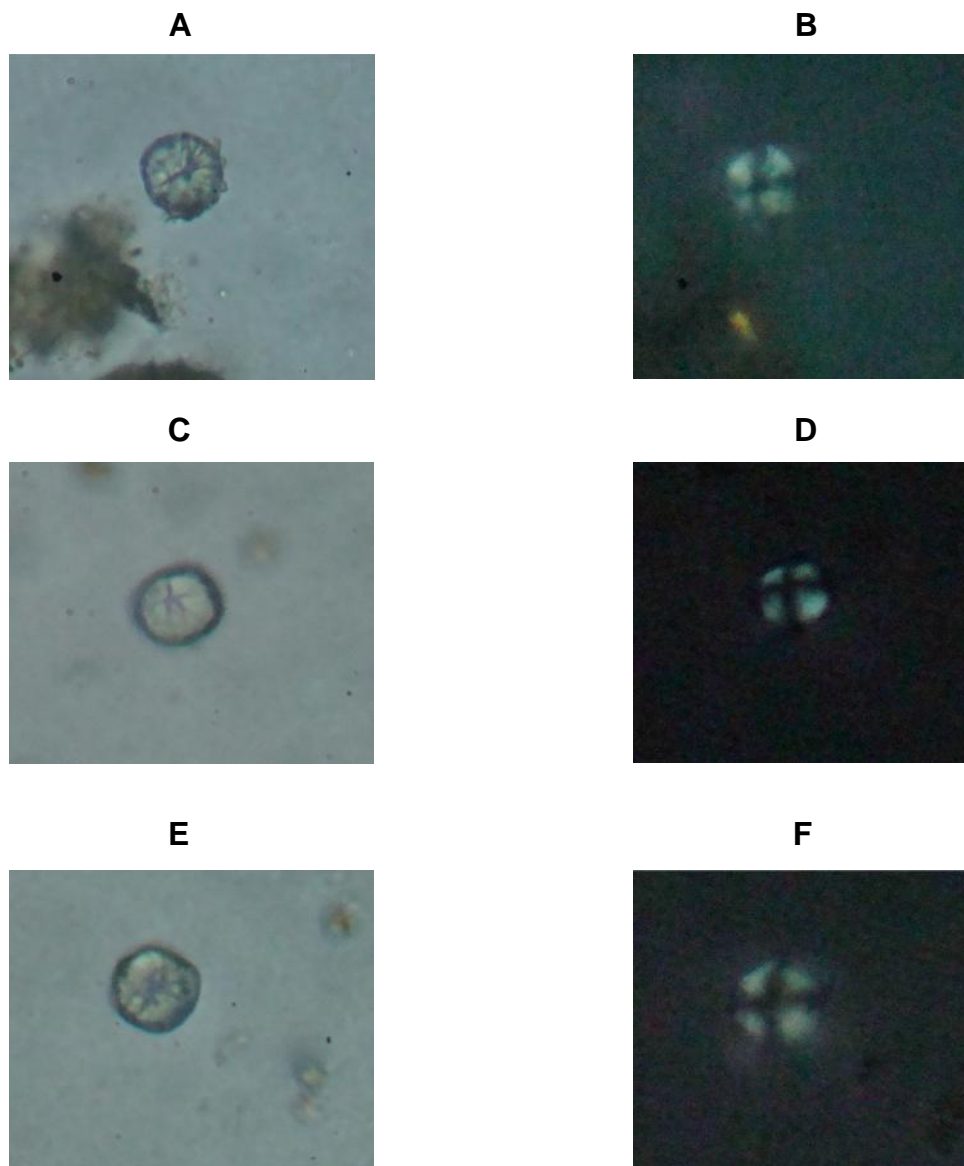


Figura 4. Microscopía óptica de granos de almidón de maíz del Sector B. (A) Fotografía tomada con luz simple a 400X aumentos de grano de almidón, código 6286 de la unidad IX. Mide 14,3 micras de largo por 14,3 micras de ancho, presentando huellas de fermentación en su capa exterior. (B) El mismo grano anterior fotografiado con luz polarizada a 400X aumentos. (C) Igual que A pero código 5830 de la unidad II, mide 15,6 micras de largo por 15,6 micras de ancho, con huellas de fermentación en su capa exterior. (D) El mismo grano anterior como en B. (E) Igual que C, pero Código 5548, de 18,2 micras de largo por 18,2 micras de ancho. (F) El mismo grano anterior como en B.

Análisis Isotópicos: C3 y C4

En la Tabla 3, se muestran los valores isotópicos de tres muestras de sedimentos de chicha moderna. Fueron obtenidas de un muestreo realizado entre agosto y octubre de 2016. Los valores isotópicos corresponden con la firma isotópica de maíz, que es una planta C4. Ello contradice lo indicado por el suministrador de la muestra 1 que indicó que la chicha fue preparada en base a "quinua", ya que se trata de una planta con firma isotópica tipo C3 (-25.6‰).

Tabla 3. Valores isotópicos de chicha moderna. Corresponden a muestras recolectadas en la campiña de Moche (Trujillo-Perú)

MUESTRAS DE SEDIMENTOS DE CHICHA MODERNA			$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$
Nº Muestra	Tipo de Sedimento	Procedencia	
1	Chicha de quinua	Chichería de Francisco Asmat Campiña de Moche - Trujillo Fecha: 30-08-16	-12.55
2	Chicha de puro maíz	Chichería de Francisco Asmat Campiña de Moche - Trujillo Fecha: Octubre 2016	-13.08
3	Chicha de maíz	Chichería de Huaca Chica Campiña de Moche - Trujillo Fecha: Agosto 2016	-12.15

Seis muestras de sedimentos de las tinajas arqueológicas tuvieron firma isotópica de plantas C4. Ello coincide con la prueba microscópica de granos de almidón de maíz con huellas de fermentación. Pero una muestra (código 5604) mostró firma isotópica de planta C3. Ello implicaría que en esta tinaja se almacenó chicha u otra bebida posiblemente elaborada con algarrobo (*Prosopis pallida*) o piru (*Schinus molle*). Ambas plantas de metabolismo C3, y crecen en la costa peruana, como se discute más adelante.

Tabla 4. Valores isotópicos de sedimentos en tinajas. Se trata de siete muestras con indicios de contenido de chicha de Manchán.

MUESTRAS DE SEDIMENTOS DE VASIJAS CHIMÚ DE MANCHÁN: SECTOR B					
Nº Laboratorio	Código	Unidad	Ref. Muestra	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$	Comentario
2	5891	VII	2	-15,32	Planta C4
5	4923	VII	5	-14,76	Planta C4
7	5008	VII	7	-13,80	Planta C4
8	5604	VII	8	-22,23	Planta C3
9	5548	II	9	-13,58	Planta C4
10	5901	VII	10	-14,38	Planta C4
13	6286	IX	13	-14,96	Planta C4

Histología de las paletas

Se realizó análisis de microscopía electrónica de barrido (MEB) de las dos paletas recuperadas de los contextos de Manchán. Sus características anatómico vasculares se observan en la Figura 5. Ello indica que se fabricaron con madera de “algarrobo” (*Prosopis pallida*). Se trata de un árbol muy común que conforma los bosques de algarrobales, muy comunes en los valles de la costa peruana, justo en el ecosistema donde se asienta Manchán. La madera de este árbol es muy utilizada para la fabricación de herramientas, construcción y ornamentos.

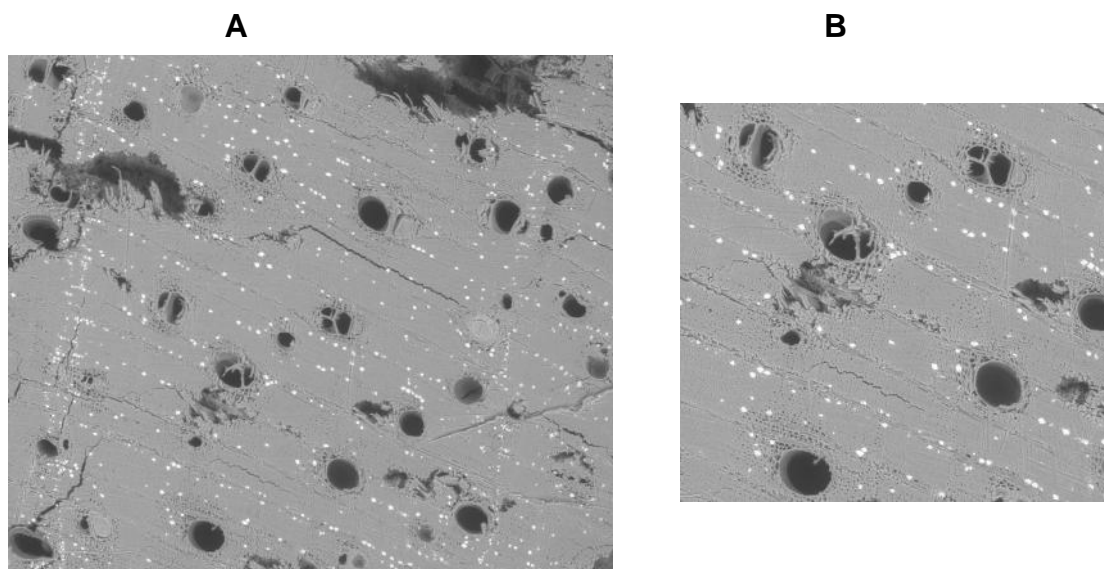


Figura 5. Análisis histológico de la madera de las paletas. (A) sección transversal de la madera de la paleta 2 mostrando el parénquima paratraqueal confluyente grueso, captura con MEB a 100X **(B)** sección transversal aumentada, mostrando parénquima paratraqueal vasicéntrico grueso, poros solitarios y múltiples cortos, vacíos u ocluidos a veces orientados con tendencia oblicua con respecto a los radios, captura con MEB a 150X.

Discusión

Los datos disponibles sobre la chicha arqueológica se basan en múltiples líneas de investigación. Estas incluyen materiales excavados y características de los recipientes para beber o almacenar dicha bebida alcohólica. Sitios de banquetes, o donde se realizaba la libación de esta bebida, iconografía, residuos, programas experimentales y recolección de información etnográfica (Hayashida, 2008).

Sin embargo, no se han realizado previamente estudios específicos relacionados con la aplicación de técnicas microscópicas y químicas, a materiales arqueológicos vasijas, residuos y posibles artefactos relacionados con la preparación y almacenamiento de esta bebida, específicamente para sitios mochicas y chimú. Únicamente se ha mencionado antes que estén relacionados con la chicha. Lo más relevante han sido dónde se reportan estas

evidencias, indicándose únicamente que están relacionados con la *chicha*, lo más resaltante los hallazgos en San José de Moro (Castillo, 2005), donde no se realizó ningún estudio especializado.

Existe un primer reporte sobre pruebas indirectas de preparación y almacenamiento de *chicha* en el sitio Manchán. Este trabajo fue dirigido a considerar los procesos técnicos y el contexto social de la preparación de esta bebida. Se apoyó en datos etnohistóricos y etnográficos, aunque menciona las pruebas arqueobotánicas de su preparación (Moore, 1989).

Se ha realizado un estudio microscópico sobre sedimentos de *queros* de madera que cronológicamente están relacionados con el horizonte inca del norte de Chile. Muestran presencia de almidones de maíz, en 15 *queros*, algunos de los cuales tienen señales de fermentación. Ello está de acuerdo con lo observado en el presente estudio Figuras 4A, 4C y 4E. Los autores hicieron un programa experimental sobre los almidones de maíz modernos. El objetivo fue discriminar las formas de almidones sometidos a tostado, hervido y fermentado (Arriaza et al, 2015).

Además de almidones de maíz, identificaron granos de almidón de frijol (*Phaseolus vulgaris*), pallar (*Phaseolus lunatus*) y yuca (*Manihot esculenta*) en los sedimentos de los *queros*. Ello indica que estos tres vegetales cultivados fueron probablemente procesados e incorporados en la forma de harinas a la *chicha*. En tal caso, existirían variantes regionales en el proceso de elaboración de la *chicha* (Arriaza et al, 2015).

El análisis arqueobotánico realizado sobre las mazorcas de maíz de Manchán estudiadas indica que se trata de razas costeras, con 10 a 12 hileras rectas, endospermo harinoso. Debieron ser las que fueron utilizadas en la preparación de la *chicha* en este sitio (Vásquez y Rosales, 2017).

Los únicos almidones reportados en el presente estudio microscópico, fueron de maíz. Curiosamente, y aunque la mayoría de los granos nativos de almidón tenían forma poliédrica, los que fueron sometidos a fermentación eran de forma esférica. Ello indicaría que las variedades de maíz utilizadas en la época Chimú, serían Alazán y Pagaladroga. Estas presentan endospermo harinoso, con granos de almidón esféricos. Debieron evolucionar a partir de las variedades Proto-Alazán y Proto-Pagaladroga, respectivamente. Estas últimas fueron las razas primigenias que se han encontrado partir del horizonte medio, en la costa norte del Perú (Grobman et al, 1961).

Tampoco existe ninguna publicación previa sobre isótopos estables de *chicha* en sitios mochica y chimú de la costa norte del Perú. Sin embargo hay un estudio químico y microscópico para pruebas de residuos orgánicos en cerámica de Catamarca en Argentina. El análisis microscópico de los sedimentos del interior de dichas vasijas reveló almidón de maíz, frijol y algarrobo. Ello fue interpretado como una mezcla de vegetales ingredientes en la preparación de *chicha* en este sitio. Por otro lado, los estudios isotópicos de este material mostraron la presencia de dos tipos de *chicha*. Uno fue fabricado con maíz y otro con algarrobo (Lantos et al, 2015).

Este trabajo ha mostrado algunos hechos interesantes. Así la muestra 1 de sedimento de chicha moderna fabricada con “quinua”, presentó un valor isotópico de -12.55‰ (Tabla 3). Pero ello correspondería a firma isotópica de planta C4 en vez de la esperada de -25.6‰ , para dicha especie. Curiosamente el color y el sabor de esta muestra era diferente del de las preparadas con maíz. Una posible explicación de este resultado discordante, sería que esta bebida alcohólica fue fabricada con quinua, pero habría sido endulzada con azúcar de caña (*Saccharum officinarum*) que es una planta C4. Lógicamente, ello implicaría una cantidad suficiente de esta última, de modo que su firma isotópica predominará sobre la de la quinua. En cualquier caso este detalle debe alertar para tener cuidado en la interpretación de los valores isotópicos de las muestras arqueológicas. Las muestras 2 y 3, proporcionaron valores isotópicos de -13.08‰ y -12.15‰ respectivamente, es decir de plantas tipo C4. Ello conformó lo expresado por los suministradores de las muestras, en relación a que habían sido preparadas solo con maíz (Tabla 3).

Siete muestras arqueológicas mostraron valores isotópicos que fluctúan entre -13.58‰ y -15.32‰ , correspondientes a firmas isotópicas asociadas a plantas C4. De hecho, también se identificaron numerosos granos de almidón de maíz, en tales muestras. Además algunos de ellos se presentaban con huellas de fermentación. Sin embargo, la muestra con código 5604 mostró un valor isotópico de -22.23‰ , correspondiente a planta C3 (Tabla 4). Estos valores indican que en Manchán se habrían preparado dos tipos de chicha. Una con maíz y otra con una planta de tipo C3, que podría ser algarrobo o piru. Dichas plantas tienen valores isotópicos promedio de -28‰ y -22‰ respectivamente (Szpak et al, 2013). Por tanto esta muestra no proviene de chicha fabricada con maíz. Todo ello avisa de la importancia de tener cautela, revisar y confirmar las pruebas arqueobotánicas. Solo de ese modo se puede evitar hacer suposiciones no basadas en hechos contrastados que lleven a errores y sesgos en las interpretaciones y conclusiones.

Por otro lado, curiosamente, hay pruebas indirectas de preparación de chicha a partir de frutos del piru en Cerro Baúl, donde se han encontrado grandes cantidades de semillas de esta planta en contextos asociados con el horizonte medio. De hecho actualmente existe una larga tradición para la preparación y consumo de chicha de piru en los andes centrales, pero se necesitan más investigaciones, especialmente químicas para determinar con mayor precisión su uso en la antigüedad (Goldstein y Coleman, 2004).

Finalmente, se realizaron estudios microscopía electrónica de barrido sobre muestras de madera de dos paletas. Estas fueron posiblemente usadas en la elaboración de la chicha en Manchán, según sugieren los granos de almidón encontrados en las mismas. Resulta lógico que se usara para tal fin la madera de algarrobo, siendo uno de los árboles que predomina en el paisaje moderno del sitio y además que en las excavaciones del sector B se encontraron numerosos árboles de esta especie, que se hallaban enterrados y con huellas de haber sido quemados, posiblemente como producto de algún incendio o una quema intencionada por los Chimú por alguna plaga que habría afectado a los bosques de algarrobos de la época. En el futuro se deben

realizar otros análisis como los basados en cromatografía de gases. Todo ello permitirá avanzar y poner en valor información etnográfica disponible.

Conclusiones

Se han aplicado técnicas microscópicas y químicas (isotópicas) a ocho muestras de tinajas de sectores domésticos de Manchán. Ello ha permitido conocer la materia prima principal usada en la preparación de chicha en este sitio. Según nuestros conocimientos, se trata del primer estudio que aplica estas técnicas en los sedimentos de las vasijas usadas para fabricar esta bebida alcohólica. La chicha fue y es consumida en las sociedades prehispánicas de la costa peruana, en particular y de los andes, en general.

De este modo, se han identificado no solamente las materias primas usadas, sino también otros ingredientes utilizados en su preparación de esta bebida, además de identificar dos tipos de chicha con diferente materia prima.

Agradecimientos: Está investigación se ha realizado gracias al apoyo logístico y económico de la empresa Qetzal S.A.C., en forma especial de su gerente Nover Horna. El Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas "ARQUEOBIOS" ha co-financiado parcialmente esta investigación. Nuestro agradecimiento al personal técnico de los laboratorios de microscopía electrónica de barrido del Museo Nacional de Ciencias en Madrid y del Laboratorio de Isótopos Estables de la Universidad Autónoma de Madrid, en forma especial del Dr. Ramón Redondo Ortega.

Referencias Bibliográficas

- Arriaza B, Ogalde JP, Chacama J, Standen V, Huamán I, Villanueva F (2015): Estudio de almidones en *queros* de madera del norte de Chile relacionados con el consumo de chicha durante el Horizonte Inca. *Estudios Atacameños* N° 50: 59-84
- Castillo LJ (2005): Ideología, ritual y poder en la consolidación, colapso y reconstitución del estado Mochica del Jequetepeque, el Proyecto Arqueológico San José de Moro (1991–2004). En: Castillo LJ. (Ed.), Programa Arqueológico San José de Moro, Temporada 2004. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima: 11–81.
- Goldstein DJ, Coleman RC (2004): *Schinus molle* L. (ANACARDIACEAE) Chicha production in the Central Andes. *Economic Botany* 58(4): 523-529.
- Grobman A, Salhuana W, Sevilla R (1961): *Races of Maize in Perú*. Washington, Academia Nacional de Ciencias del Consejo de Investigaciones. 915 pp.
- Guevara H (1973): Morfología de granos de almidón de raíces y tubérculos alimenticios más comunes. *Rebiol* 2(2): 145-153. Universidad Nacional de Trujillo.

- Hayashida FM (2008): Ancient beer and modern brewers: Ethnoarchaeological observations of *chicha* production in two regions of the North Coast of Peru. *Journal of Anthropological Archaeology* 27: 161-174.
- Lantos I, Spangenberg JE, Giovannetti MA, Ratto N, Maier MS (2015): Maize consumption in pre-Hispanic south-central Andes: chemical and microscopic evidence from organic residues in archaeological pottery from western Tinogasta (Catamarca, Argentina). *Journal Archaeological Science* 55:83-99
- Loy TH (1990): Prehistoric organic residues: recent advances in identification, dating, and their antiquity. *Archaeometry '90*, Ed. Ernst Pernicka. Basel, Boston. Springer Verlag. pages 645-656
- Moore JD (1989): Pre-hispanic beer in coastal Peru: technology and social context of prehistoric production. *American Anthropologist* 91, 682–695.
- Piperno D (2006): Identifying manioc (*Manihot esculenta* Crantz) and other crops in pre-columbian tropical America through starch grain analysis: a case study from central Panama. in: Documenting Domestication *New Genetic and Archaeological Paradigms* Edited by Melinda A. Zeder, Daniel G. Bradley, Eve Emshwiller, and Bruce D. Smith. Chapter 5, pp. 46-67
- Reichert ET (1913): The differentiation and specificity of starches in relation to genera, species, etc. Carnegie Institution of Washington. Washington, D.C.
- Shimada I (2001): Late Moche urban craft production: a first approximation. In: Pillsbury J (Ed.), *Moche Art and Archaeology in Ancient Peru*. National Gallery of Art, Washington, DC, pp. 177–205.
- Szpak P, White CD, Longstaffe FJ, Millaire JF, Vásquez V (2013): Carbon and Nitrogen Isotopic Survey of Northern Peruvian Plants: Baselines for Paleodietary and Paleoecological Studies. *PLOS ONE* Vol. 8 (1): 1-28
- Torrence R, Barton H (2006): *Ancient starch research*. Left Coast Press. 256 pp.
- Vásquez V, Rosales T (2017): Análisis Arqueobotánico. *Informe Final, Proyecto de Rescate Arqueológico Manchán*. Presentado a la empresa QUETZAL S.A.C. 59 pp.
- Zarrillo S, Pearsall D, Raymond S, Tisdale M, Quon D (2008): Directly dated starch residues document early formative maize (*Zea mays* L.) in tropical Ecuador. *Proc Natl Acad Sci USA* 105:5006-5011

