

Almidones antiguos del cálculo dental de un entierro mochica de la Huaca Cao Viejo, complejo arqueológico El Brujo, costa norte del Perú

Víctor F. Vásquez Sánchez¹, Régulo Franco Jordán² y Teresa Rosales Tham³

¹ Biólogo, Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas-ARQUEOBIOS, Apartado Postal 595, Trujillo-Perú, E-mail: vivasa2401@yahoo.com; ² Director del Proyecto Arqueológico El Brujo-Museo Cao. Fundación Wiese, Trujillo-Perú, E-mail: rfranco@fundación.wiese.com; ³ Arqueólogo, Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas-ARQUEOBIOS, Apartado Postal 595, Trujillo-Perú, E-mail: teresa1905@hotmail.com

Resumen

Mediante el análisis microscópico de fracciones de cálculo dental de incisivos y premolares de un individuo sacrificado en la plataforma superior de la Huaca Cao Viejo, que corresponde a la época moche, se pudo aislar e identificar granos de almidón de *Phaseolus vulgaris* "frijol", *Solanum tuberosum* "papa" y *Zea mays* "maíz". Estos granos de almidón identificados, son la evidencia directa del consumo de estas plantas alimenticias, en la cual se destaca el hallazgo de granos de almidón de "papa", lo que implica que este individuo, estuvo consumiendo el tubérculo, cuyas evidencias macrobotánicas no están registradas para esta época. Estos resultados son de gran importancia porque permitirán realizar futuros análisis con este tipo de evidencias y con una técnica accesible para futuros estudios.

Palabras claves: Sacrificios moche, cálculo dental, almidón, papa

Abstract

Through microscopic analysis of fractional calculus of incisors and premolars an individual sacrificed on the top shelf of the Huaca Cao Viejo, corresponding to the Moche period, could isolate and identify starch grains *Phaseolus vulgaris* "bean", *Solanum tuberosum* "potato" and *Zea mays* "maize". These starch grains identified, are direct evidence of consumption of these food plants, in which the discovery of starch grains "potato" is highlighted, implying that this individual was consuming the tuber, whose macrobotanical evidence is not registered for this time. These results are very important because they will allow for future analysis with this kind of evidence and accessible technique for future studies.

Keys words: Moche sacrifices, dental calculus, starch, potato

Introducción

La utilización del cálculo dental para extraer los gránulos de almidón, como residuos de los alimentos con alto contenido de este carbohidrato nos ofrece actualmente otro método para la reconstrucción de una parte de la dieta y una relación directa con el consumo de este tipo de alimentos.

En nuestro medio no hemos encontrado que se hayan realizado este tipo de estudios, sin embargo en los últimos cinco años hemos logrado tener la experiencia de hacer estos análisis con materiales de excavaciones de dos sitios arqueológicos en nuestro país, en un caso con el cálculo dental de entierros de la época Colonial del proyecto dirigido por el Dr. Jeffrey Quilter (Universidad de Harvard, USA) en la Iglesia Colonial del complejo arqueológico El Brujo, y en otro caso con cálculo dental obtenido de entierros humanos del sitio Pacopampa, proyecto dirigido por el Dr. Yuji Seki (National Museum of Ethnology, Japón). En ambos casos los resultados permitirán a ambos proyectos la obtención de datos directos adicionales sobre la dieta de estos pobladores.

Anteriormente se estudiaban almidones antiguos para fines arqueológicos, de material residual en herramientas líticas, dentro de vasijas, sedimentos asociados a fogones, sin embargo el espectro de materiales se fue ampliando hasta poder aislarlos y estudiarlos a partir del cálculo dental que se forma en los dientes humanos.

La presencia de los restos de almidones de plantas con alto contenido de este polisacárido en el cálculo dental arqueológico ha sido conocida desde hace algún tiempo, tenemos los trabajos pioneros de Dobney y Brothwell (1988), Torrence y Barton (2006), Piperno y Dillehay (2008), Hardy et al, (2009), entre los más representativos, y que han permitido conocer las diversas especies de plantas consumidas y también aspectos relacionados con la domesticación de algunas plantas.

El presente estudio se justifica porque tenemos la oportunidad de tener y estudiar material humano bien conservado, de una época de la cual se conoce escasa información sobre el consumo directo de alimentos vegetales. La técnica utilizada nos permite realizar los estudios con éxito, y además teniendo en cuenta que los análisis isotópicos aplicados a restos humanos para conocer directamente aspectos de su dieta, son más complicados técnicamente, es que recurrimos a esta técnica más accesible, la cual nos ha brindado muy buenos resultados.

Por otro lado, las investigaciones de sitios arqueológicos monumentales de la época Moche, están permitiendo la recuperación de importantes evidencias, en este caso de restos humanos en buen estado de conservación y que ofrecen diversas evidencias para estudios de esta naturaleza. En esta oportunidad el hallazgo de un entierro mochica que fue sacrificado y que presentaba una buena dentición, con buena formación de cálculo dental, nos permite conocer que alimentos vegetales con alto contenido de almidones, que estuvo consumiendo este individuo en los últimos años de su vida.

El entierro de un individuo sacrificado en la plataforma superior de la Huaca Cao Viejo

El sector del hallazgo corresponde a la plataforma superior de la Huaca Cao Viejo, a 25 metros de altura donde hace 15 siglos había un patio ceremonial superior con muros internos exquisitamente decorados con la imagen de la deidad Moche conocida como el “Dios de la Montaña”.

Los restos esqueléticos encontrados durante la excavación arqueológica, yacían debajo del último piso del patio ceremonial, que de acuerdo a la estratigrafía del templo, corresponde a la ocupación final de Moche, aproximadamente entre los siglos VII y VIII d.C.

Los trabajos de excavación del equipo de arqueólogos dirigidos por Régulo Franco Jordán, arqueólogo de la Fundación Wiese, y el apoyo de estudiantes de arqueología de la Universidad Nacional de Trujillo, dieron a conocer el hallazgo de los restos de una mujer joven, que fue enterrada en una posición diferente al patrón de enterramiento moche, que es de cubito dorsal, con la cabeza orientada hacia el sur, en este caso, de cubito ventral con la cabeza orientada hacia el oeste donde se encuentra el mar y con uno de los brazos extendidos, postura por demás anormal, que supone que después de haber sido sacrificado, su cuerpo inerte fue tirado al interior de una fosa poco profunda previamente preparada y después sellada por el piso del patio ceremonial (Figura 1).

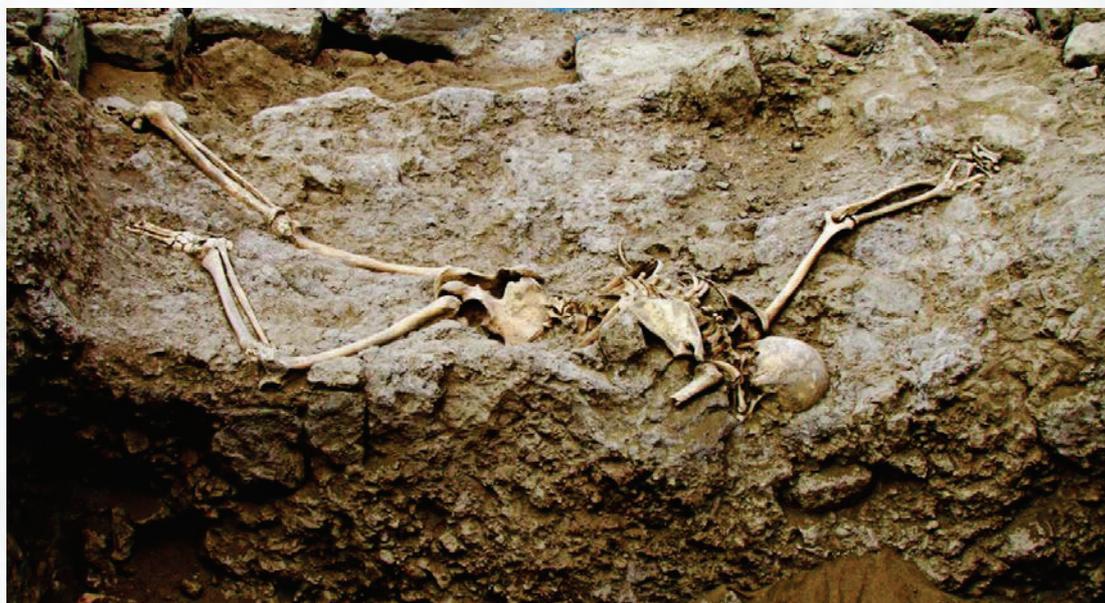


Figura 1.- Posición del entierro de un individuo sacrificado en la plataforma superior de Huaca Cao Viejo (Fotografía tomada por Regulo Franco Jordán)

Los estudios de antropología física realizados por el Dr. John Verano de la Universidad de Tulane, revelaron que se trataba de un individuo que tendría al momento de su muerte entre 17 y 19 años de edad, y que tenía la dentadura

bastante desgastada posiblemente por el alto consumo de mariscos y carbohidratos (harinas). No hay huellas de cortes en las vértebras cervicales superiores, lo que hace suponer que su muerte se produjo por la ingesta de alguna sustancia tóxica o estrangulamiento con soguilla, una forma común en los individuos jóvenes que acompañaban en la tumba a las dignatarias Moche.

Este rito que habría tenido un fin propiciador del mundo doméstico, finalizó simbólicamente incorporando el cuerpo de la joven mujer al interior del templo, donde según el pensamiento Moche, moraban los ancestros, que de acuerdo a algunas representaciones iconográficas que aparecen en la cerámica Moche, como el conocido "Tema de la Carrera", se advierte el rito de presentación de prisioneros desnudos hacia el sacrificio.

Materiales y Métodos

Toma de las muestras

Se utilizó una estrategia de muestreo utilizando métodos no destructivos para los dientes y los almidones. En primer lugar, se limpiaron los dientes con un cepillo de dientes suave y luego con un vaporizador de aire a presión para limpiar polvo, y así eliminar la tierra adherida y otras partículas.

Luego de la limpieza de los dientes, se eligieron aquellos dientes donde había una buena formación de cálculo dental, en este caso el muestreo se hizo en los incisivos 1 y 2, premolar 2 del arco dentario izquierdo e incisivo 1 del arco dentario derecho, especialmente del lado lingual (Figura 2).



Figura 2. Toma de la muestra del cálculo dental del lado lingual de los incisivos del individuo sacrificado en la plataforma superior de Huaca Cao Viejo, El Brujo (Fotografía tomada por Víctor F. Vásquez Sánchez)

Una hoja de bisturí y una aguja estéril (una para cada caso) se utilizó para raspar áreas de los dientes con el cálculo visible, y el residuo obtenido se transfirió directamente a un tubo Eppendorf de 2 ml, previamente esterilizado,

uno para cada muestra, marcando cada uno de estos tubos con la información del diente y lado donde se obtuvo el residuo de cálculo dental.

Preparación de la muestra para observación microscópica

En total se obtuvieron cuatro tubos Eppendorf con los residuos del cálculo dental del respectivo diente. Una fracción de aproximadamente 1 mm de cálculo dental, fue transferido a otro tubo Eppendorf, al cual se añadió 1,5 ml de solución salina fisiológica (SSF) al 5%, el cual se dejó por 48 horas a temperatura ambiente. Luego con una bagueta de vidrio estéril (una para cada caso), se hizo un homogenizado del residuo del cálculo dental humedecido, hasta quedar disuelto.

Con este homogenizado, se transfirió una gota de esta muestra, a la cual se añadió cuatro gotas de SSF al 5%, en una luna portaobjetos donde se había añadido previamente una gota de glicerol. Luego se cubrió con una luna cubreobjetos y quedó listo para observación microscópica.

Este procedimiento se realizó entre tres a cinco veces para cada muestra, y así tratar de visualizar la mayor cantidad de muestras y poder identificar los almidones que se haya separado de la fracción mineralizada del cálculo dental.

Identificación de los granos de almidón aislados

Para la identificación de los granos de almidón, se utilizó un microscopio óptico de luz simple y luz polarizada marca Leica, y una colección de referencia moderna de almidones de plantas comestibles, tanto tubérculos, raíces reservantes, cereales, frijoles de diversas especies y frutas nativas. Los granos de almidón fueron identificables porque conservaron su forma y características de la superficie, y algunos todavía exhibieron bien la típica cruz que produce cuando se pasa la luz polarizada.

Una vez identificados los granos de almidón, estos fueron medidos mediante un retículo de medición en micras que está insertado dentro del ocular. Los granos de almidón fueron así fotografiados con una cámara digital SONY Cybershot de 12 megapíxel, para su análisis posterior. Finalmente se utilizaron los trabajos de Piperno y Dillehay (2008), Reichert (1913); Loy (1990); Piperno (2006); Torrence & Barton 2006).

Resultados y Discusión

Identificación de los almidones antiguos en el cálculo dental

Se realizaron análisis microscópicos a partir del cálculo dental de una muestra de cuatro dientes (incisivos 1 y 2 del arco dentario izquierdo, incisivo 2 del arco derecho, y premolar 2 del arco izquierdo, tabla 1), los cuales permitieron aislar e identificar los almidones de: *Zea mays* "maíz", *Solanum tuberosum* "papa" y *Phaseolus vulgaris* "frijol".

Tabla 1.- Almidones antiguos identificados del cálculo dental del entierro mochica de Huaca Cao Viejo

Diente	Lado	Almidón identificado	Medidas (micras)	Observaciones
I ₁ mandíbula, arco izquierdo	lingual	<i>Phaseolus vulgaris</i>	29,9 μ largo por 23,4 μ ancho	
I ₂ mandíbula, arco derecho	lingual	<i>Zea mays</i>	23,4 μ largo por 19,5 μ ancho	Esférico
		<i>Zea mays</i>	18,2 μ largo por 18,2 μ ancho	Poliédrico
I ₂ mandíbula, arco izquierdo	lingual	NEGATIVO		No se observaron almidones
P ₂ mandíbula, arco izquierdo	lingual	<i>Solanum tuberosum</i>	26 μ largo por 23,4 μ ancho	Típico
		<i>Zea mays</i>	23,4 μ largo por 20,8 μ ancho	Poliédrico

De las plantas identificadas, resulta lógica la presencia de almidones de dos plantas cuya presencia como restos macrobotánicos está acreditada para los diversos sitios mochica de la costa norte del Perú, como es el caso de *Zea mays* “maíz”, uno de los cultivos más importantes para las diversas culturas que se asentaron en la costa norte prehispánica, y de la que incluso hay evidencias de diversas razas que fueron cultivadas por los mochica.

En el otro caso se trata de una leguminosa cultivada como es *Phaseolus vulgaris* “frijol”, que incluso tuvo un rol adicional relacionado con representaciones en la iconografía moche, donde se observa que los ejemplares están representados en diversas formas y distribución de patrones de color. Los restos arqueobotánicos de este cultivo, también revelan diversas formas y colores, lo que indica una gran variedad de cultivares, que actualmente son extintos, tal como ocurre con las razas nativas de maíz.

La presencia de restos de “papa” en nivel macrobotánico (tubérculos deshidratados) y microbotánico (almidones) han sido presentados por Ugent *et al.*, (1982) para el período formativo de sitios costeros en Casma. También está presente en forma de almidón desde el precerámico en recipientes de *Lagenaria siceraria* “mate”, sin embargo para la época Moche solo hay representaciones de este cultivo en ceramios escultóricos que demuestran que conocían a este tubérculo, pero no hay evidencias de sus restos macro o microbotánicos.

Por lo tanto y habiendo revisado la información de diversos sitios mochica en la costa norte, la evidencia del almidón reportado en el cálculo dental de este entierro mochica, constituye una evidencia de su consumo y posiblemente que los moche estaban cultivando. Actualmente en algunos valles de la costa norte es posible cultivar algunas variedades de “papa” y se llega a cosechar con buenas producciones, tal como hemos observado en el valle de Chao y Virú.

Este hallazgo de restos microbotánicos (almidón) de “papa” nos lleva a proponer que posiblemente los restos de este cultivo están infravalorados para el registro arqueobotánico de la costa peruana, porque sus restos macro son difíciles de conservarse (a excepción de los casos de Casma) y los investigadores locales no hacen análisis de los restos microbotánicos, en

restos de sedimentos de vasijas o como en este caso en el cálculo dental de los entierros de esta época.

No se trata de un caso aislado, la presencia de “papa” en un sitio moche, ya anteriormente se había reportado restos microbotánicos (polen) para el sitio Dos Cabezas (Reinhart et al, 2007) y últimamente para un sitio mochica del valle de Jequetepeque, donde se reportan granos de almidón de “papa” en sedimentos de vasijas de la misma época (Guy Duke, comunicación personal 2014), pero no se le había otorgado la debida importancia.

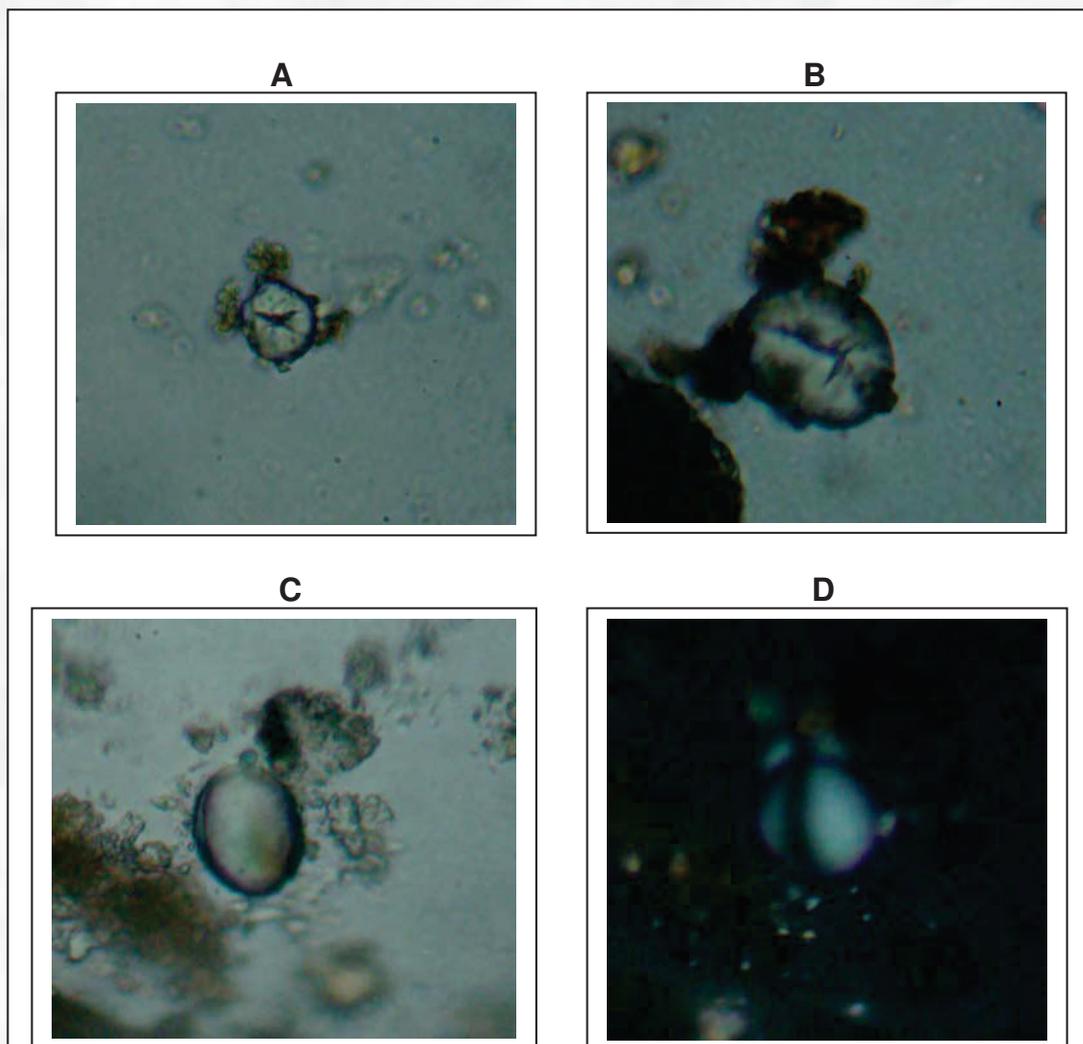


Figura 3. (A) Almidón de *Zea mays* “maíz” aislado del cálculo dental del entierro mochica, captura con microscopio óptico de luz simple a 400X, (B) Almidón de *Phaseolus vulgaris* “frijol” aislado del cálculo dental del entierro mochica, captura con microscopio óptico de luz simple a 400X (C) Almidón de *Solanum tuberosum* “papa” mide 26 μ de largo por 23,4 μ de ancho, captura con microscopio óptico de luz simple a 400X, (D) El mismo grano de almidón de “papa” con captura de microscopio óptico de luz polarizada a 400X, donde se observa la típica cruz que causa la luz polarizada y que permite observar la posición excéntrica del hilum, una característica diagnóstica en los almidones de “papa”.

Consumo de los almidones y formación del cálculo dental

El cálculo dental es un depósito de sales calcio y fósforo con el acumulo sostenido de minerales tales como hidroxapatita, sílice y witlockita, entre otros componentes, que se acumula y adhiere en superficies dentarias de difícil acceso (Caballero et al, 2010).

Dentro de esta formación de características minerales, se encuentran atrapados almidones, fitolitos e incluso diatomeas, tal como reporta Dudgeon y Tromp (2012). El aislamiento y la identificación de diatomeas del cálculo dental están permitiendo actualmente conocer de qué fuentes acuíferas los individuos en estudio estaban bebiendo agua.

Por el tiempo de formación del cálculo dental, esta información solo nos puede indicar los residuos de almidones en la dieta de estos individuos, la información obtenida es valiosa, porque permite conocer de manera directa una parte de esta dieta. Una visión a partir de la química inorgánica, incluyendo un análisis cristalográfico, permitiría saber de la variedad que pueden tener en su composición química dependiendo del sitio donde habiten las personas.

También es factible que la composición varíe de una persona a otra o inclusive dentro de la misma boca de cada persona, por el efecto de la composición de la dieta. Según estudios odontológicos y químicos, tenemos que alertar que las interpretaciones que surgen a partir de los análisis de almidones antiguos aislados del cálculo dental, tienen que tomar estas consideraciones, además de las tafonómicas y de la dinámica que hayan tenido estas poblaciones mochica en el valle de Chicama.

Por otro lado, el tiempo requerido para la formación de cálculo supragingival, en los dientes de algunas personas, es aproximadamente dos semanas, momento en el cual el depósito puede contener ya alrededor del 80% del material inorgánico hallado en el cálculo maduro. La primera evidencia de calcificación puede ocurrir a los pocos días, pero la formación de un depósito de composición cristalina, característica del cálculo maduro requiere meses o años, en general un promedio de 2-3 años (Schroeder, 1969).

Según estas consideraciones, los resultados obtenidos al aislar e identificar los granos de almidón antiguos de los cálculos dentales de este individuo sacrificado, sería el reflejo de la dieta de carbohidratos (en este caso almidones de maíz, frijol y papa) de los últimos 2 años, en especial porque hemos observado una buena formación del cálculo dental en los dientes incisivos mandibulares, lo que coincide con la conservación de los almidones aislados e identificados, por lo tanto es correcto sugerir que el cálculo dental es una excelente fuente de gránulos de almidón que estarían bioquímicamente inalterados.

Sacrificio mochica y consumo de alimentos

El tema de los sacrificios humanos en la época moche está bien representado en la iconografía moche, donde se presentan asociados a

ceremonias rituales con objetivos específicos, a los cuales los investigadores les han otorgado nombre como “Sacrificios de la Montaña” (Bourget, 1997), “Sacrificios en las Plazas”, como es el caso de este individuo sacrificado en la Huaca Cao Viejo.

Los individuos sacrificados, según los especialistas en Moche eran prisioneros capturados en las guerras o conflictos ocurridos en ese tiempo, y eran mantenidos en suplicio antes de su muerte. Los especialistas indican que antes del sacrificio, a estos individuos se les hacía beber una sustancia psicotrópica, y posiblemente algún líquido con un veneno.

Sin embargo se desconocen lo que estos prisioneros, víctimas de los sacrificios, consumían en el tiempo previo a su muerte. En nuestro caso hay evidencias directas, que este individuo había consumido regularmente “maíz”, esto en función a la cantidad de almidón de esta planta en el cálculo dental (tabla 1), “frijol” y eventualmente “papa”. El acusado desgaste oclusal de sus molares, sugiere también para los especialistas en antropología física que analizaron este individuo, que habría consumido una buena cantidad de mariscos y harinas.

No hay datos comparativos sobre el efecto que tienen el consumo de mariscos y por ejemplo el consumo de “maíz” en forma de mazorca hervido o tostado como “cancha”, en el desgaste de la dentición humana. Esta característica se hace evidente, si tenemos en cuenta que este individuo tenía al momento de su muerte entre 17 y 19 años, es decir había un gran desgaste por alimentos abrasivos en su dentición, que no eran compatibles con su edad.

Los datos isotópicos para entierros mochica, como el caso de los entierros de Dos Cabezas en el valle de Jequetepeque, indican que había consumo de maíz (White et al, 2009), también los análisis isotópicos del cabello de la Señora de Cao, indicaron consumo de “maíz” durante la vida de esta jerarca que vivió en Huaca Cao Viejo. No está claro aún, por lo escaso de los estudios, si el “maíz” era un alimento exclusivo para las personas de alta clase social en la sociedad moche o era más restringido para las clases sociales populares.

Como habíamos indicado anteriormente, la presencia de almidón de “papa” en el cálculo dental de este individuo sacrificado, nos permite conocer con seguridad que los moche, estaban consumiendo este tubérculo. El problema nuevamente, es que por tratarse de una evidencia de muy difícil conservación en los contextos arqueológicos a nivel macrobotánico, se ha descuidado la evidencia microbotánica y por lo tanto hay una parte de la agricultura prehispánica costera, que está desconocida para esta planta.

Conclusiones

El presente estudio demuestra que a partir de dos técnicas microscópicas y simples homogenizados de fracciones pequeñas de cálculo dental, es posible aislar e identificar granos de almidón de individuos con fechas de hace dos milenios, que es cuando estuvo en todo su apogeo la

cultura moche. También se ha podido demostrar mediante este análisis, que hay evidencia directa de consumo de “maíz”, tal como se informaba con los datos isotópicos de un sitio moche en el valle de Jequetepeque y los datos isotópicos de la Señora de Cao. Finalmente hay una evidencia directa de consumo de “papa”, el cual necesita un seguimiento para conocer nuevos aspectos de este cultivo en contextos arqueológicos costeros.

Agradecimientos: Nuestro especial agradecimiento a la dirección del Proyecto Complejo Arqueológico El Brujo, por permitirnos tener acceso a estas evidencias y realizar los estudios. También nuestro agradecimiento al Dr. Gabriel Dorado (Universidad de Córdoba, España), por el aporte de bibliografía especializada sobre temas bioarqueológicos del área andina. Este trabajo fue realizado con el financiamiento del fondo especial para investigaciones que mantiene todos los años el Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas-“ARQUEOBIOS” producto de sus servicios que realiza.

Referencias bibliográficas

Bourget S. (1997): La colère des ancêtres: découverte d'un site sacrificiel à la Huaca de la Luna, vallée de Moche. En: À l'ombre du Cerro Blanco: Nouvelles découvertes sur la culture Moche, côte nord du Pérou. Edité par C. Chapdelaine. Les Cahiers d'Anthropologie, no. 1: 83-99, Université de Montréal, Montréal

Caballero J, Fonseca MA, Parra CE (2010): Cálculo dental: una revisión de literatura y presentación de una condición inusual. *Acta Odontológica Venezolana*. Volumen 49 N° 3 / 2011

Dobney K, Brothwell D. (1986): Dental calculus: its relevance to ancient diet and oral ecology. In: Cruwys, E., Foley, R.A. (Eds.), *Teeth and Anthropology*. BAR International Series, vol. 291. BAR, Oxford, pp. 55–81.

Dudgeon J, Tromp M. (2012): Diet, Geography and Drinking Water in Polynesia: Microfossil Research from Archaeological Human Dental Calculus, Rapa Nui (Easter Island). *International Journal of Osteoarchaeology*. Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/oa.2249

Hardy K, Blakeney T, Copeland L, Kirkham J, Wrangham R, Collins M (2009): Starch granules, dental calculus and new perspectives on ancient diet. *Journal of Archaeological Science* 36 (2009) 248–255

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

Piperno, DR (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

Piperno D, Dillehay T. (2008): Starch grains on human teeth reveal early broad crop diet in northern Peru. *Proceedings National Academic Science* 105 (50): 19622-19627

Reichert, ET (1913): *The Differentiation and Specificity of Starches in Relation to Genera, Species, etc.* Carnegie Institution of Washington. Washington, D.C.

Reinhard KJ, Vaughn B, Dorsey S. (2007): Comment on Reinterpreting the Pollen Data from Dos Cabezas. *International Journal Osteoarchaeology* 17: 531–541 (2007)

Schroeder HE (1969): Formation and inhibition of dental calculus. *J 1969 Periodontol.* Nov;40(11):643-6.

Torrence R, Barton H (2006): *Ancient Starch Research.* Left Coast Press. 256 pp.

Ugent D, Pozorski S, Pozorski T (1982): Archaeological Potato Tuber Remains from the Casma Valley of Peru. *Economic Botany*, Vol. 36, Nº 2, New York, 182-192.

White CD, Nelson AJ, Longstaffe FJ, Grupe GA, Jung A (2009): Landscape bioarchaeology at Pacatnamu, Peru: inferring mobility from d13C and d15N values of hair. *Journal Archaeological Science* 36, 1527e1537.