

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-10432018005001505>

Estudio del cálculo dental en poblaciones arqueológicas del extremo norte de Chile

Study of dental calculus in archaeological populations from northern Chile

Bernardo Arriaza¹, Luis Huamán², Fiorella Villanueva³, Roxana Tornero⁴, Vivien Standen⁵ y Natalia Aravena⁶

Resumen

Se estudiaron el cálculo y las patologías dentales de 40 individuos adultos de sitios arqueológicos de la costa y valle del extremo norte de Chile: MO 1/6, PLM-4, AZ-8 y CAM-9, analizándose 10 sujetos por cada sitio. En todos ellos se encontraron microrrestos de fitolitos y almidones, exceptuando el sitio Arcaico Tardío, MO 1/6, que aunque presentó fitolitos no presentó gránulos de almidón. Estos resultados concuerdan con lo observado macroscópicamente, en donde los individuos pertenecientes al sitio MO 1/6 carecen de caries y presentan en general una mejor salud oral que aquellos individuos del Intermedio Tardío y Tardío, tanto del valle como de la costa asociados a una dieta mixta. Además, se observó una buena concordancia entre las plantas ofrendadas y las variedades detectadas en el cálculo dental de los individuos de los sitios Intermedio Tardío y Tardío.

Palabras claves: cálculo dental, gránulos de almidón, fitolitos, caries.

Abstract

Dental calculus and dental pathologies of 40 adults from 4 archaeological sites from the coast and valley of northern Chile were studied: MO 1/6, PLM-4, AZ-8 and CAM-9, analyzing 10 individuals per site. In all of the dental calculus analyzed, phytolith and starches were found, except on the Late Archaic MO 1/6 site, which although did not present starch did present phytoliths. These results are consistent with the macroscopical observation, where individuals belonging to MO 1/6 site do not present dental cavities and generally have better dental health than those individuals from the Late Intermediate and Late Period, both valley and the coast associated with a mixed diet. Furthermore, a good concordance between grave goods plants and the identified varieties in the dental calculus was observed in individuals from Late Intermediate and Late period sites.

Keywords: dental calculus, starch, phytolith, cavities.

Recibido: 13 diciembre 2016. Aceptado: 13 abril 2017

- 1 Instituto de Alta Investigación, Universidad de Tarapacá. Antofagasta 1520, Arica, CHILE. Email: barriazaarica@gmail.com
- 2 Laboratorio de Palinología y Paleobotánica de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Av. Honorio Delgado 430, Urbanización Ingeniería, S.M.P. Lima, PERÚ. Email: luis.huaman@upch.pe
- 3 Laboratorio de Palinología y Paleobotánica de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Av. Honorio Delgado 430, Urbanización Ingeniería, S.M.P. Lima, PERÚ. Email: fiorella.villanueva.r@gmail.com
- 4 Laboratorio de Palinología y Paleobotánica de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Av. Honorio Delgado 430, Urbanización Ingeniería, S.M.P. Lima, PERÚ. Email: r.tornero.a@gmail.com
- 5 Departamento de Antropología, Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas, Universidad de Tarapacá. 18 de Septiembre 2222, Arica, CHILE. Email: vivien.standen@gmail.com
- 6 Instituto de Alta Investigación, Universidad de Tarapacá. Antofagasta 1520, Arica, CHILE. Email: natalia.aravena.sanchez@gmail.com

Introducción

La salud oral de las antiguas poblaciones se ha correlacionado con los diferentes tipos de productos que consumían, su manera de procesar estos alimentos y la higiene dental (White, 1997; Piperno y Dillehay, 2008; Watson, Arriaza, Standen y Muñoz, 2013; Dudgeon y Tromp, 2014). Se ha postulado que las poblaciones con agricultura presentan un deterioro de su salud oral con un incremento notable de caries y problemas periodontales, comparados con las poblaciones sin agricultura (Turner, 1979; Cohen y Armelagos, 1984; Tayles, Domett y Nelson, 2000; Alfonso, Standen y Castro, 2007; Watson y Arriaza, 2014; Pezo-Lanfranco y Eggers, 2016).



Figura 1. Cálculo dental del individuo perteneciente al sitio PLM-4 T155.

Por otra parte, el consumo cotidiano de alimentos vegetales genera microrrestos como fitolitos y gránulos de almidón que se van acumulando en la dentadura producto de la falta de higiene dental, los cuales podemos observar en forma de sarro o cálculo dental. Este elemento corresponde a placa dental mineralizada formada en un 15-20% por un componente orgánico de microorganismos y residuos de la dieta, y un componente inorgánico de sales de fosfato de calcio y saliva. Esta placa se adhiere al esmalte de los dientes (Figura 1), y si no es removida mecánicamente a través de la higiene dental en un plazo cercano a los 10 días, se mineraliza y pasa a formar el cálculo dental (White, 1997; Poulson et al., 2013). La acumulación constante de este cálculo refleja los diversos productos consumidos a lo largo de la vida

del individuo, lo que permite investigar la dieta y las patologías dentales de las antiguas poblaciones (Hillson, 1979; Kay, 1985; Dobney y Brothwell, 1987; Alfonso, 1998; Lieverse, 1999; Henry y Piperno, 2008; Wesolowski, Mendonça de Souza, Reinhard y Ceccantini, 2010; Henry, Brooks y Piperno, 2011; Poulson et al., 2013; Dudgeon y Tromp, 2014; Tao et al., 2015). Por ejemplo en el Viejo Mundo, Henry et al. (2011) examinaron el cálculo dental de individuos neandertales y descubrieron una gran variedad de semillas de algunas hierbas (en forma de fitolitos) y legumbres (como gránulos de almidón), demostrando que los neandertales utilizaron y consumieron diversas plantas disponibles en su entorno local para su alimentación. Mientras que Tao et al. (2015) estudiaron muestras de cálculo dental del período neolítico de China (5000-3000 AC), observando restos de gránulos de almidón de cereales, tubérculos y raíces, los que evidenciaron una dieta a base de plantas procedentes del río Amarillo.

En Sudamérica, Wesolowski et al. (2010) evaluaron el nivel de contaminación y la cantidad de almidones y fitolitos que se encontraban en el cálculo dental de las poblaciones Sambaqui de Brasil, hallándose gránulos de almidón de *Ipomoea batatas* (camote), *Zea mays* (maíz) y fragmentos de minerales y carbón asociados a contaminantes externos. En el norte de Chile, desde una perspectiva química, Poulson et al. (2013) analizaron los isótopos de carbono y nitrógeno presentes en el cálculo dental de poblaciones desde el período Arcaico hasta Intermedio Tardío (2300 AC al 1476 DC), obteniendo como resultado altos niveles de nitrógeno. Los autores asocian estos valores al consumo de plantas fertilizadas con guano, ya que este fertilizante por naturaleza contiene altos niveles de este elemento.

Según lo expuesto brevemente, estudios realizados por diversos investigadores han demostrado el gran potencial del cálculo dental para estudiar la dieta, la microflora y los elementos químicos a los que estuvieron expuestas las antiguas poblaciones. Aunque pocos son los estudios que han abordado simultáneamente el cálculo y la patología dental, ya que las investigaciones se enfocan en la relación existente entre el tipo de economía de las poblaciones estudiadas y las patologías dentales observadas (Hubbe et al., 2012; Alfonso et al., 2007; Watson et al., 2013).

La excelente conservación de restos momificados en el norte de Chile producto del medio ambiente seco permite profundizar en la salud oral de las antiguas poblaciones y en la identificación de los microrrestos presentes en el cálculo dental. Por ello nos preguntamos cómo es la concordancia entre los macrorrestos observados en los sitios arqueológicos, los residuos vegetales contenidos en el sarro y la patología oral. Esperamos poder contribuir pesquisando la presencia de microrrestos vegetales en el cálculo dental de poblaciones arqueológicas del extremo norte de Chile, correlacionando estos resultados con los macrorrestos observados en los sitios arqueológicos y la patología dental presente en los individuos estudiados.

Materiales

Se analizaron en total 40 individuos adultos con momificación natural, conservados en los depósitos del Museo San Miguel de Azapa, dependiente de la Universidad de Tarapacá, pertenecientes a los sitios arqueológicos: MO 1/6, PLM-4, AZ-8 y CAM-9. De estos sitios, MO 1/6 corresponde a grupos costeros del Arcaico Tardío, el cual se utilizó como grupo control preagrícola. PLM-4 corresponde a grupos costeros tardíos, mientras que AZ-8 corresponde a grupos del Intermedio Tardío del valle y CAM-9 a grupos tardíos de la costa. Los sitios AZ-8, PLM-4 y CAM-9 corresponden a grupos agroalfareros con economía mixta. También se revisaron los antecedentes arqueológicos sobre estos sitios, en busca de registros de uso de vegetales que pudieron haber consumido como parte de la dieta. A continuación se presenta una breve caracterización de los sitios estudiados:

1. MO 1/6. Sitio del período Arcaico Tardío ubicado en el faldeo norte del Morro de Arica, adscrito a la última fase de la tradición cultural Chinchorro, con una economía marítima de pesca, caza y recolección, complementada con recursos terrestres. Promediando los siete fechados presentados por Focacci y Chacón (1989), el sitio dataría hacia 1933 AC. Estos autores describen 60 cuerpos, todos con momificación natural, principalmente de adultos y adolescentes, dispuestos en posición extendida decúbito dorsal y cubiertos con esteras y pieles de camélido o ave marina. Como parte de las ofren-

das funerarias destacan faldellines de fibra vegetal y fibra de camélido, pendientes de cuentas líticas o conchas, cestería, calabazas, tejidos decorados, por mencionar algunos. Como ofrendas relacionadas a la pesca se observan arpones, anzuelos y chopes, entre otros elementos (Focacci y Chacón, 1989). Lo anterior refleja una dieta principalmente marítima a base de lobos marinos, pescados y mariscos. No se observan productos agrícolas comestibles (Focacci y Chacón, 1989); sin embargo, el estudio de coprolitos de esta población realizado por Reinhard, Leroy-Toren y Arriaza (2011) y Holden (1994) evidencia un importante consumo de plantas. Reportando elementos como rizomas finamente picados, restos de tallos de Ciperáceas (plantas acuáticas), restos de frutos y semillas de Solanáceas (consistentes pero no exclusivos del tomate silvestre) y un par de casos con posibles restos de almidón de *Solanum tuberosum* (papa) y semillas de *Chenopodium quinoa* (quinoa).

2. PLM-4. Sitio ubicado en la costa sur de Arica, fechado en el 1200 DC, asociado a los Desarrollos Regionales o Cultura Arica del período Intermedio Tardío (Erices, 1975; Muñoz, 2001). El patrón mortuario incluye fardos funerarios orientados hacia el mar, que contienen momias flexionadas y acucilladas envueltas en camisas de lana que se amarran con cuerdas de totora posicionadas sobre una esterilla de junquillo. Entre las ofrendas asociadas a este sitio se han reportado: bolsitas de lana con hojas de sorona o maíz, calabazas, pesas líticas y anzuelos de cobre, arpones, balsitas de madera, pucos, queros de madera con figuras zoomorfas o antropomorfas, cerámicas y tejidos asociados a la Cultura Arica (Hidalgo y Focacci, 1986). Además según el trabajo de Erices (1975), en este sitio se encontraron restos de achira, calabaza, camote, maíz, molle y paca. Basados en lo anterior, estas poblaciones tendrían una economía mixta con un fuerte componente costero.

3. AZ-8. Sitio localizado en el valle de Azapa (a 12 km aproximadamente al interior de la costa) fechado entre el 1140-1670 DC, asociado a los Desarrollos Regionales o Cultura Arica (Núñez, 1976; Cornejo y Fernández, 1984). En este sitio se excavaron 66 tumbas cuyos restos indican la presencia de una economía mixta de agricultura y pesca. Durante este período las poblaciones cultivaban vegetales como el

maíz, la papa, el camote, el ají y la coca, y aunque los mariscos, pescados y algas formaban una parte estable en su dieta, también se dedicaban a la crianza de llamas y cuyes. Como ofrendas funerarias destacan la presencia de cerámica, cestería, calabazas y escasa textilera (Romero y Santos, 2003).

4. CAM-9. Sitio ubicado en la desembocadura del valle Camarones, a 100 km al sur de Arica asociado al período Inca debido al tipo de fardo, la presencia de escudillas y aríbalos. Fue fechado entre el 1420-1450 DC (Muñoz, 1989; Carmona, 2006). En este cementerio se registraron 87 tumbas (Horta, 2000), con cuerpos en posición fetal envueltos en mantas policromas que presentan como ajuar cobertores púbicos y brazaletes de lana, remos y balsas de tres palos, agujas de metal, prendedores de cobre, cerámica, arpones de madera, entre otros. Estas poblaciones tenían una economía mixta basada en la explotación de recursos marinos, la caza de aves, el intercambio de camélidos con grupos de los valles altos y la agricultura, observándose en este último punto restos de maíces y fragmentos de calabaza (Muñoz, 1989).

Metodología

Análisis de cálculo dental

Se seleccionaron 10 individuos adultos que conservaran el mayor número de piezas dentales, por cada uno de los cuatro sitios arqueológicos estudiados. Las muestras fueron seleccionadas de piezas dentales que presentaban una cantidad adecuada de cálculo dental, utilizándose una cureta dental estéril para raspar las piezas y extraer la muestra, la cual fue depositada en tubos twistop de 2 ml. Para el procesamiento del cálculo dental se utilizó la metodología propuesta por Afonso (2007), método que consistió en agregar 1 ml de agua destilada al tubo con la muestra y someterla a un baño ultrasónico por 10 minutos para descontaminarla, eliminando el sedimento arqueológico y contaminantes actuales. Luego el cálculo dental fue disuelto agregando 1 ml de ácido clorhídrico (HCl) al 10% por 12 horas, se eliminó el sobrenadante y se realizaron tres lavados sucesivos con agua destilada, para posteriormente centrifugar a 2.500 rpm durante 5 minutos para eliminar el ácido. Cabe

resaltar que al agregar HCl disminuyó la posibilidad de encontrar fitolitos de oxalato de calcio (Tresserras, 1997). Para eliminar la materia orgánica se añadió 1 ml de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) al 33% por 24 horas, se eliminó el sobrenadante y se realizaron tres lavados sucesivos con agua destilada. Luego la muestra se centrifugó a 2.500 rpm por 5 minutos con el fin de eliminar el H_2O_2 .

La solución obtenida fue analizada en su totalidad, montándose en portaobjetos con una gota de glicerina, que luego fueron observados en un microscopio óptico Olympus modelo BX-41 con luz polarizada, a un aumento de 400x y con cámara incorporada Microimaging CCD de 5 megapíxeles para la captura de las microfotografías.

Identificación de gránulos de almidón y fitolitos

Para la identificación de gránulos de almidón se utilizó el manual elaborado por el Laboratorio de Palinología y Paleobotánica de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, y además se confeccionó un catálogo referencial de almidón de plantas comestibles actuales nativas de Chile, basado en los vegetales más comunes reportados para los cementerios en estudio. Este catálogo considera las principales plantas comestibles que se sabe han sido utilizadas en nuestra región, como *Cucurbita* sp. (calabaza), *Phaseolus* sp. (frijol), *Zea mays*, *Ipomoea batatas*, *Arachis* sp. (maní), *Chenopodium quinoa* y *Solanum tuberosum* (Pardo y Pizarro, 2013). Por último, para la identificación de los gránulos de almidón además se consultó bibliografía especializada, revisándose las descripciones realizadas por Reichert (1913); Chandler, Pearsall y Zeidler (2006); Afonso (2007); Piperno y Dillehay (2008); Henry et al. (2011); Musaubach (2012); Tromp y Dudgeon (2015), entre otros.

Para la identificación y caracterización de fitolitos se utilizó el *Internacional Code for Phytolith Nomenclature* –ICPN 1.0 (Madella, Alexandre y Ball, 2005) y las clasificaciones de Bertoldi de Pomar (1971), Zucol y Brea (2005), Piperno (2006) y Erra (2010), entre otros. Tanto la identificación de los almidones como de fitolitos fue realizada por los colaboradores expertos de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Análisis de la salud oral

Se estudiaron las patologías dentales de 10 individuos por sitio, siguiendo los protocolos establecidos por Buikstra y Ubelaker (1994). Para esto se confeccionó una ficha por cada individuo analizado y se registraron seis variables de forma visual para evaluar la salud oral, que incluyeron: número de piezas dentales presentes, número de piezas perdidas antemortem (AM), presencia de caries, abscesos, desgaste y cálculo dental.

La pérdida de piezas antemortem total se reconoce fácilmente porque existe una reabsorción alveolar y cierre del alveolo donde se ubicaba la pieza dental, formándose una superficie ósea suave y homogénea. Esta variable se registró cuando se observó una reabsorción alveolar total.

La caries dental corresponde a una perforación del esmalte que se disemina en forma de triángulo invertido debido a la producción de ácidos por acción bacteriana que en los casos más severos puede provocar la pérdida de la pieza dental y una infección (Portilla, Pinzón, Huerta y Obregón, 2010). Es la patología dental más frecuente de observar en el registro arqueológico, y aunque se puede clasificar de acuerdo a la superficie del diente afectada (Buikstra y Ubelaker, 1994), en este estudio fue analizada en términos de presencia y ausencia.

Los abscesos son infecciones purulentas delimitadas que provocan destrucción de las estructuras periodontales como huesos y ligamentos adyacentes a la lesión y que pueden provocar incluso la pérdida de la pieza dental (Benza y Pareja, 2009). Pueden ser ocasionadas por caries y desgaste dental excesivo, aunque fortuitamente también pueden generarse por un fenómeno idiopático o por un trauma luego de que éste provocara fractura de la dentina (Brothwell, 1987; Buikstra y Ubelaker, 1994). Esta variable se registró como presencia y ausencia.

El desgaste dental fue evaluado en los segundos molares, utilizando la escala de desgaste propuesta por Zoubov (1968; en Rodríguez, 2003), registrándose de la siguiente manera:

Grado 0. Piezas dentales sin desgaste, los dientes erupcionaron recientemente.

Grado 1. Se observan facetas de desgaste en algunas partes de la superficie de la corona, las puntas de las cúspides se han aplanado y redondeado. No se observa exposición de dentina.

Grado 2. Aparecen puntos aislados de la dentina en las puntas de las cúspides.

Grado 3. Desgaste de todas las partes sobresalientes de la corona y formación de grandes espacios de dentina expuesta; el esmalte se conserva solamente en surcos y fosas.

Grado 4. Desgaste de todo el esmalte; toda la superficie oclusal está compuesta de dentina expuesta.

Grado 5. Desgaste de la corona hasta la mitad de su altura.

Grado 6. Desgaste total de la corona hasta el cuello.

Por último, el cálculo dental se registró como presencia o ausencia, porque en las muestras estudiadas una buena parte de éste ha sido extraído anteriormente por otros especialistas y no se contaba con muestras intactas. Aunque entendemos que su acumulación es variable.

Para determinar las frecuencias de cada variable estudiada, se utilizó el número de individuos afectados dividido por el número de individuos estudiados. Las frecuencias de caries fueron calculadas considerando el número de dientes afectados dividido por el número de dientes presentes.

Resultados

Análisis de cálculo dental

Del análisis microscópico del cálculo dental, solo uno de los cuatro sitios estudiados (MO 1/6) resultó negativo para la presencia de almidones, mientras que dos de estos sitios también resultaron negativos para la presencia de fitolitos (Tabla 1). Cabe destacar que en los casos positivos se registró un alto porcentaje de presencia de almidones, donde aproximadamente cada uno de los individuos con una economía mixta resultó positivo al análisis, observándose además gran variabilidad en la morfología de los gránulos de almidón, lo cual refleja un diverso número de especies consumidas (Tabla 2).

Tabla 1. Resultados del estudio microscópico de cálculo dental según sitio arqueológico

| Tipo de análisis | Sitios analizados | | | |
|------------------|-------------------|--------------|-------------|--------------|
| | MO 1/6 (N=10) | PLM-4 (N=10) | AZ-8 (N=10) | CAM-9 (N=10) |
| Almidones | - (0/10) | 100% (10/10) | 90% (9/10) | 100% (10/10) |
| Fitolitos | 50% (5/10) | - (0/10) | 60% (6/10) | - (0/10) |
| Fibra vegetal | - (0/10) | 20% (2/10) | 20% (2/10) | 40% (4/10) |

Tabla 2. Resultados del análisis de patología dental y cálculo dental según individuo

| Antecedentes | | | Salud oral | | | | | Presencia de microrrestos en cálculo dental | | |
|--------------|------|-------|-------------------|--------------------|--------------|-------------------|----------------|---|----------------------|----------------|
| Referencia | Sexo | Edad | Piezas presentes* | Piezas perdidas AM | Nº de caries | Grado de desgaste | Nº de abscesos | Gránulos de almidón | Fitolitos | Otro |
| MO 1/6 T4N | M | 35-40 | 19 | 0 | 0 | 3 | 1 | No | Asteraceae | No |
| MO 1/6 T6 C1 | M | 35-40 | 22 | 0 | 0 | 2 | 0 | No | No | No |
| MO 1/6 T7 | M | 45-50 | 28 | 0 | 0 | 3 | 1 | No | No | No |
| MO 1/6 T13 | F | 20-25 | 23 | 0 | 0 | 1 | 0 | No | No | No |
| MO1/6 T22 | M | 40-45 | 18 | 14 | 0 | 1 | 0 | No | No | No |
| MO1/6 T27 | M | 35-40 | 10 | 3 | 0 | 2 | 5 | No | Poaceae | No |
| MO1/6 T32 | F | 35-40 | 13 | 1 | 0 | 4 | 0 | No | En tejido epidérmico | No |
| MO1/6 T53 | F | 20-25 | 24 | 0 | 0 | 2 | 0 | No | No | No |
| MO1/6 T63 | M | 40-45 | 21 | 0 | 0 | 3 | 1 | No | De células largas | No |
| MO1/6 TU6 | M | 45-50 | 15 | 4 | 0 | 5 | 0 | No | Traqueidas | No |
| PLM-4 T79b | M | 30-35 | 20 | 1 | 2 | 1 | 0 | <i>Cucurbita</i> sp., <i>Zea mays</i> | Traqueidas | Tejido vegetal |
| PLM-4 T99 | F | 30-35 | 10 | 4 | 3 | 3 | 2 | <i>Cucurbita</i> sp., <i>Zea mays</i> | No | No |
| PLM-4 T112 | F | 25-30 | 11 | 0 | 0 | 1 | 0 | <i>Manihot esculenta</i> , <i>Zea mays</i> | Traqueidas | No |
| PLM-4 T119 | M | 30-35 | 11 | 0 | 2 | 2 | 0 | <i>Cucurbita</i> sp., <i>Phaseolus</i> sp., <i>Pouteria lucuma</i> , <i>Solanum</i> sp. | No | No |
| PLM-4 T123 | F | 25-30 | 26 | 6 | 2 | 2 | 0 | <i>Phaseolus lunatus</i> , <i>Phaseolus</i> sp. | No | No |
| PLM-4 T155 | F | 40-45 | 4 | 0 | 1 | 2 | 1 | <i>Phaseolus</i> sp. | No | No |

| Antecedentes | | | Salud oral | | | | | Presencia de microrrestos en cálculo dental | | |
|--------------|------|-------|-------------------|--------------------|--------------|-------------------|----------------|--|--|---|
| Referencia | Sexo | Edad | Piezas presentes* | Piezas perdidas AM | Nº de caries | Grado de desgaste | Nº de abscesos | Gránulos de almidón | Fitolitos | Otro |
| PLM-4 T156 | M | 20-25 | 26 | 0 | 2 | 0 | 0 | <i>Cucurbita</i> sp., <i>Phaseolus lunatus</i> , <i>Phaseolus vulgaris</i> , <i>Phaseolus</i> sp., <i>Pouteria lucuma</i> , | No | Tejido vegetal |
| PLM-4 T180 | F | 30-35 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | <i>Cucurbita</i> sp., <i>Zea mays</i> | No | No |
| PLM-4 T196 | M | 25-30 | 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | <i>Ipomoea</i> sp. | No | No |
| PLM-4 S/N 1 | M | 25-30 | 20 | 1 | 3 | 2 | 1 | <i>Phaseolus</i> sp., <i>Pouteria lucuma</i> , <i>Zea mays</i> | No | No |
| AZ-8 T7a | M | 18-20 | 19 | 0 | 1 | 0 | 0 | <i>Capsicum</i> sp., <i>Cucurbita</i> sp., <i>Phaseolus</i> sp., <i>Pouteria lucuma</i> , <i>Solanum</i> sp., <i>Zea mays</i> | Asteraceae, morfortipo trapezoidal | No |
| AZ-8 T13 | M | 25-30 | 11 | 1 | 2 | 2 | 0 | <i>Cucurbita</i> sp., <i>Solanum</i> sp., <i>Zea mays</i> , <i>Phaseolus</i> sp., <i>Pouteria lucuma</i> | Morfotipos polihédrico, trapezoidal y elongado | Tejido vegetal, tallo dicotiledónea |
| AZ-8 T15 | F | 30-35 | 22 | 0 | 4 | 2 | 0 | <i>Cucurbita</i> sp., <i>Solanum</i> sp., <i>Zea mays</i> | No | Tejido vegetal |
| AZ-8 T18 | M | 30-40 | 18 | 4 | 2 | 3 | 2 | No | Morfotipo elongado | No |
| AZ-8 T27 | M | 40-45 | 17 | 5 | 0 | 2 | 1 | <i>Capsicum</i> sp., <i>Cucurbita</i> sp., <i>Phaseolus</i> sp., <i>Solanum</i> sp., <i>Zea mays</i> | No | No |
| AZ-8 T35 | M | 20-25 | 28 | 0 | 3 | 1 | 0 | <i>Phaseolus</i> sp. | Cyperaceae, morfortipos polihédrico, trapezoidal y rectangular | No |
| AZ-8 T38 | F | 20-25 | 11 | 1 | 2 | 0 | 2 | <i>Cucurbita</i> sp., <i>Solanum</i> sp., <i>Zea mays</i> , <i>Phaseolus</i> sp. | No | No |
| AZ-8 T40 | F | 30-35 | 18 | 0 | 3 | 1 | 1 | <i>Capsicum</i> sp., <i>Cucurbita</i> sp., <i>Phaseolus</i> sp., <i>Solanum</i> sp., <i>Zea mays</i> | Asteraceae | No |

| Antecedentes | | | Salud oral | | | | | Presencia de microrrestos en cálculo dental | | |
|--------------|------|-------|-------------------|--------------------|--------------|-------------------|----------------|---|--------------------|-------------------------------------|
| Referencia | Sexo | Edad | Piezas presentes* | Piezas perdidas AM | Nº de caries | Grado de desgaste | Nº de abscesos | Gránulos de almidón | Fitolitos | Otro |
| AZ-8 T42 | M | 20-25 | 23 | 0 | 5 | 2 | 0 | <i>Capsicum</i> sp., <i>Cucurbita</i> sp., <i>Manihot esculenta</i> , <i>Phaseolus</i> sp., <i>Phaseolus vulgaris</i> , <i>Pouteria lucuma</i> , <i>Solanum</i> sp., <i>Zea mays</i> | Morfotipo elongado | Tejido vegetal, tallo dicotiledónea |
| AZ-8 T44 | F | 25-30 | 18 | 5 | 5 | 3 | 3 | <i>Cucurbita</i> sp., <i>Phaseolus</i> sp., <i>Solanum</i> sp., <i>Zea mays</i> | Asteracea | Tejido vegetal |
| CAM-9 T1 | M | 35-40 | 24 | 5 | 4 | 3 | 2 | <i>Cucurbita</i> sp., <i>Phaseolus</i> sp. | No | Tejido epidérmico |
| CAM-9 T2 | F | 25-30 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | No | No | Tejido vegetal |
| CAM-9 T8 | M | 40-45 | 12 | 0 | 0 | 3 | 0 | <i>Manihot esculenta</i> , <i>Pouteria lucuma</i> , <i>Solanum</i> sp. | No | No |
| CAM-9 T12 | F | 40-45 | 30 | 0 | 0 | 3 | 1 | <i>Manihot esculenta</i> , <i>Phaseolus</i> sp., <i>Zea mays</i> | No | No |
| CAM-9 T13 | M | 40-45 | 13 | 17 | 1 | 1 | 1 | <i>Cucurbita</i> sp., <i>Manihot esculenta</i> , <i>Phaseolus</i> sp. | No | Tejido vegetal |
| CAM-9 T16 | F | 30-35 | 17 | 9 | 5 | 3 | 3 | <i>Ipomoea batatas</i> , <i>Manihot esculenta</i> , <i>Phaseolus</i> sp. | No | No |
| CAM-9 T35 | M | 30-35 | 29 | 2 | 2 | 3 | 3 | <i>Cucurbita</i> sp., <i>Manihot esculenta</i> , <i>Phaseolus</i> sp. | No | Tejido vegetal |
| CAM-9 T37 | M | 35-40 | 21 | 1 | 0 | 2 | 2 | <i>Manihot esculenta</i> | No | No |
| CAM-9 T38 | M | 18-20 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Cucurbita</i> sp., <i>Manihot esculenta</i> , <i>Inga</i> sp., <i>Phaseolus vulgaris</i> | No | No |
| CAM-9 S/R 2 | M | 30-35 | 6 | 3 | 0 | 5 | 2 | <i>Manihot esculenta</i> , <i>Phaseolus</i> sp., <i>Ipomoea batatas</i> | No | No |

*Nota: Sólo se contabilizaron las piezas presentes observadas, no los alveolos vacíos que indican que hubo una pieza en vida que se desprendió post-excavación.

En lo que se refiere al análisis de almidones en el cálculo dental, los sitios PLM-4, AZ-8 y CAM-9 presentaron gránulos de diferentes géneros de plantas, destacando en todos ellos la presencia de *Zea mays*, *Phaseolus* sp., *Phaseolus vulgaris* (frijol), *Manihot esculenta* (yuca), *Cucurbita* sp., *Pouteria lucuma*

(lúcuma) y *Solanum* sp. (papa o tomate) (Tabla 3, Figura 2). Solo se observó *Phaseolus lunatus* (pallar) en el sitio PLM-4, *Capsicum* sp. (ají) en AZ-8 e *Inga* sp. (paca) en el sitio CAM-9. Además, según lo esperado, el sitio control MO 1/6 presentó ausencia total de gránulos de almidón (Tabla 3).

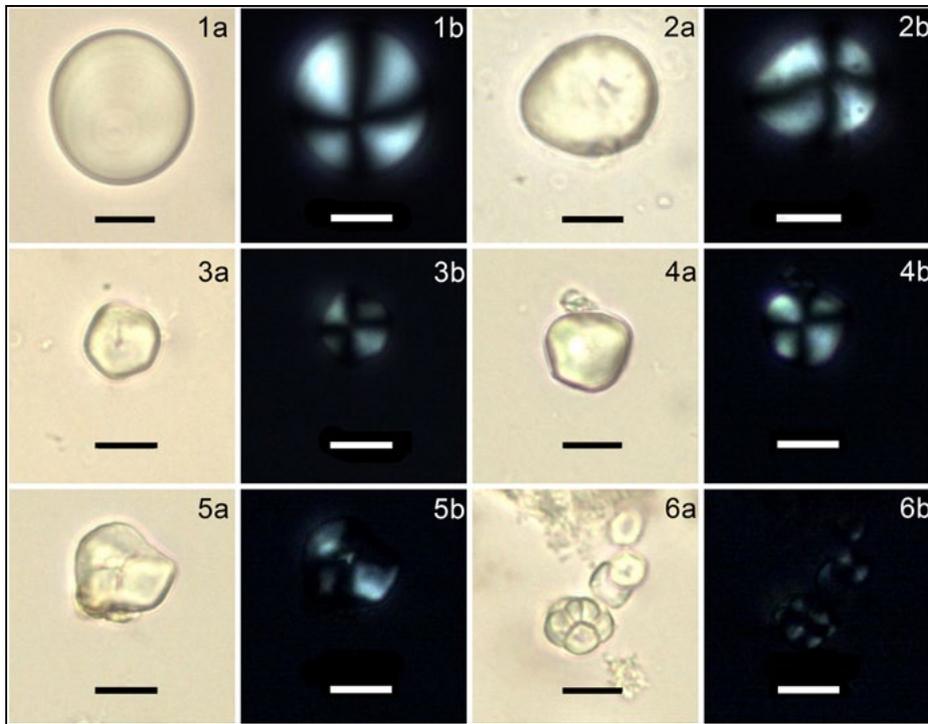


Figura 2. Diferentes gránulos de almidón hallados en el sarro dental, en campo claro (a) y luz polarizada (b) (la reglilla equivale a 10 μm). 1. *Phaseolus vulgaris*, hallado en PLM-4 T156; 2. *Phaseolus* sp., hallado en CAM-9 S/R 2; 3. *Ipomoea* sp., hallado en CAM-9 S/R 2; 4. *Manihot esculenta*, hallado en CAM-9 T13; 5. *Pouteria lucuma*, hallado en CAM-9 T8; 6. *Solanum* sp., hallado en PLM-4 T119.

Tabla 3. Almidones observados según sitio arqueológico

| Tipos de gránulos de almidón presentes en el cálculo dental | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------|------------------------|--------------------|---------------------|-----------------|
| Sitio arqueológico | <i>Zea mays</i> | <i>Phaseolus</i> sp. | <i>Phaseolus lunatus</i> | <i>Phaseolus vulgaris</i> | <i>Manihot esculenta</i> | <i>Cucurbita</i> sp. | <i>Ipomoea</i> sp. | <i>Pouteria lucuma</i> | <i>Solanum</i> sp. | <i>Capsicum</i> sp. | <i>Inga</i> sp. |
| MO 1/6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| PLM-4 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | - | - |
| AZ-8 | x | x | - | x | x | x | - | x | x | x | - |
| CAM-9 | x | x | - | x | x | x | x | x | x | - | x |

Otro aspecto importante de señalar es la forma de preparación de los alimentos y en particular de los gránulos de almidón hallados, siendo éstos escasos en el sitio PLM-4, en donde se apreció solo un gránulo de *Zea mays* fermentado, mientras que en el sitio CAM-9 se encontraron gránulos de *Zea mays* tostado, un gránulo de almidón indeterminado tos-

tado y un gránulo de almidón de *Phaseolus* sp. tostado y fermentado. Por último, el sitio AZ-8 presenta almidones en diferentes estados de manipulación, encontrándose gránulos de *Zea mays* posiblemente tostado (Figura 3), fermentado y triturado-tostado, asimismo *Cucurbita* sp. cocida y *Solanum* sp. posiblemente cocida.

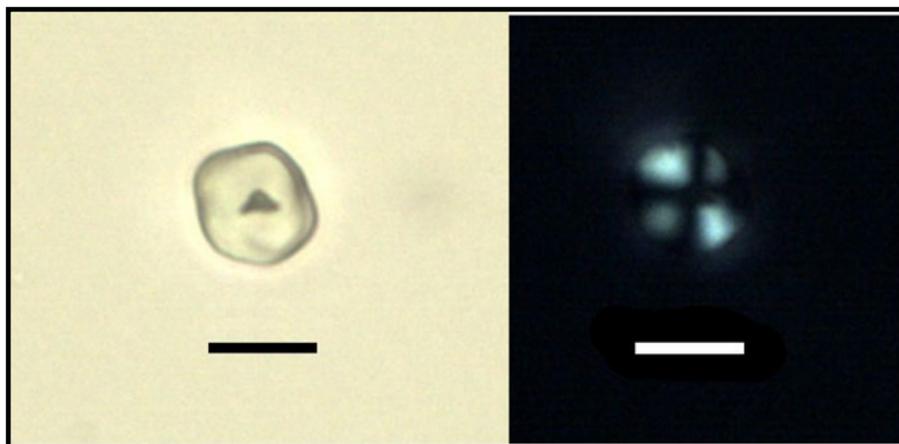


Figura 3. Gránulo de almidón posiblemente tostado de *Zea mays* hallado en la muestra CAM-9 T12, imágenes en campo claro (izquierda) y luz polarizada (derecha).

Respecto al hallazgo de fitolitos y fibras vegetales en cálculo dental, en el sitio MO 1/6 se observó presencia de Poaceae, Asteraceae y fitolitos indeterminados, mientras que en el sitio PLM-4 se hallaron traqueidas, fitolitos indeterminados y fibras vegetales. El sitio AZ-8 presentó gran variabilidad, encontrándose fitolitos de Cyperaceae, Asteraceae, fito-

tos indeterminados, fibras vegetales y restos de tallos de Dicotiledóneas, mientras que en el sitio CAM-9 solo se observaron fibras vegetales (Tabla 2).

Análisis de salud oral

El estudio de salud oral se resume en la siguiente tabla:

Tabla 4. Resultados del análisis de salud oral según sitio arqueológico

| Sitio | Piezas presentes | Promedio de piezas perdidas AM | D.E. | Porcentaje de individuos con caries | Promedio de caries por individuo | D.E. | Porcentaje de individuos con abscesos | Promedio de individuos con abscesos | D.E. | Promedio del puntaje de desgaste dental | D.E. |
|--------|------------------|--------------------------------|------|-------------------------------------|----------------------------------|------|---------------------------------------|-------------------------------------|------|---|------|
| MO 1/6 | 193 | 2,6 (8/3) | 1,5 | 0 (0/10) | 0 (0/10) | 0 | 40% (4/10) | 2 (8/4) | 1,5 | 2,6 | 1,3 |
| PLM-4 | 138 | 3,2 (16/5) | 2,2 | 90% (9/10) | 1,9 (17/9) | 1 | 40% (4/10) | 2 (8/4) | 1,3 | 1,5 | 0,9 |
| AZ-8 | 185 | 3,2 (16/5) | 2,2 | 90% (9/10) | 3 (27/9) | 1,6 | 50% (5/10) | 1,8 (9/5) | 1,1 | 1,6 | 1,1 |
| CAM-9 | 211 | 6,1 (37/6) | 5,5 | 40% (4/10) | 3 (12/4) | 1,9 | 70% (7/10) | 2 (14/7) | 1,2 | 2,3 | 1,6 |

De lo anterior podemos extraer que se contabilizaron en total 727 piezas dentales, obteniéndose un promedio de 18,2 (727/40) piezas observadas por individuo. El número de dientes perdidos antemortem

fueron en total 77, donde el promedio más elevado de esta variable (6,1) recayó sobre los individuos del sitio CAM-9, en el cual se observaron 37 piezas perdidas en seis individuos afectados (Tabla 4).

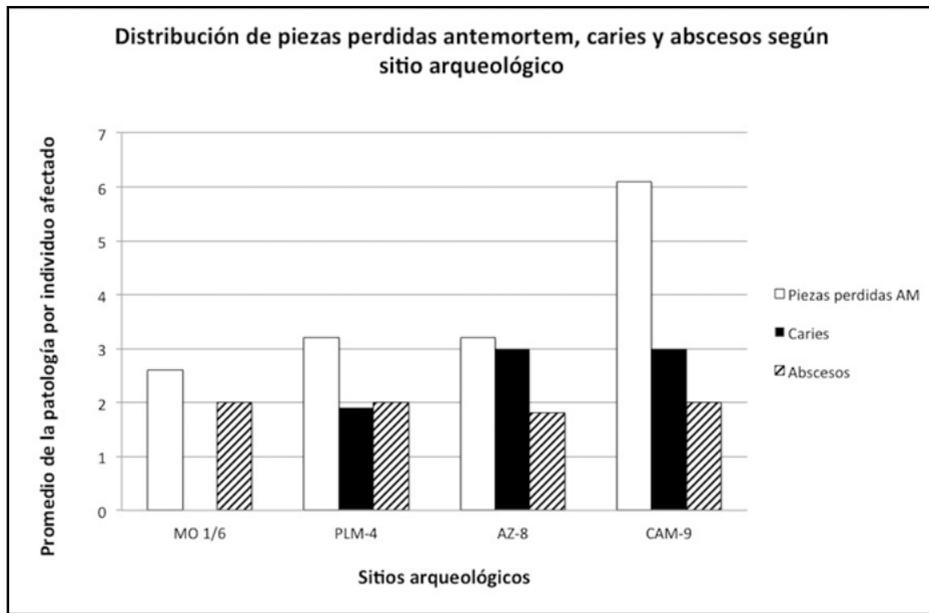


Figura 4. Distribución de piezas perdidas antemortem, caries y abscesos según sitio arqueológico.

En lo que respecta al número de caries, se contabilizaron 56 piezas con esta patología, variable que no afectó a los individuos pertenecientes al sitio MO 1/6, pero que sí afectó al resto de los sitios estudiados, donde los individuos tuvieron en promedio entre dos y tres caries (Figura 4).

En relación a los abscesos, se encontraron en promedio casi dos abscesos por individuo, en tanto el desgaste dental fue más elevado en los individuos del sitio MO 1/6 (Tabla 4).

Finalmente el 100% de la muestra, independiente del sitio arqueológico de origen, presentó evidencia de cálculo dental.

Discusión

Al relacionar los gránulos de almidón versus la observación de caries por individuo, destaca cómo la presencia de estos carbohidratos juega un papel fundamental en la salud oral, dato evidenciado en la ausencia de caries en el sitio MO 1/6, cementerio en donde no se encontraron evidencias de almidones. Inversamente, los sitios PLM-4, AZ-8 y CAM-9 presentaron un 90%, 90% y 40% de caries respec-

tivamente, valor que se correlaciona directamente con la presencia de distintas variedades de almidones. Lo reportado anteriormente se justificaría en el hecho que los almidones sirven como sustrato para las bacterias bucales, las cuales cambian el pH oral generando ácido láctico, sustancia que actúa directamente sobre el esmalte dental produciendo caries (Núñez y García, 2010).

Respecto al análisis de cálculo dental y lo reportado por los diferentes autores para los sitios estudiados, consideramos que existe concordancia entre la evidencia microscópica y la macroscópica; por ejemplo en el sitio MO 1/6 existe ausencia de caries, ausencia de gránulos de almidón y mínima presencia de plantas comestibles y/o tubérculos. Según lo informado por Holden (1994) y Reinhard et al. (2011), en algunos coprolitos de este sitio se observaron posibles casos de almidón de papa y semillas de quínoa, evidencia que sugiere una recolección y consumo de plantas silvestres. Sin embargo, lo más común sería el consumo de rizomas, semillas y frutas provenientes de plantas silvestres como Ciperáceas y Solanáceas extraídas de los humedales para complementar la dieta (Reinhard et al., 2011). El hallazgo de estos residuos de vegetales en los coprolitos de los chinchorro es muy importante ya que su dieta ha

sido tradicionalmente caracterizada como principalmente marítima, con mínimo consumo de recursos vegetales. No obstante, cabe señalar que las Ciperáceas son abundantes en todo su espectro cultural: fabricaciones de esteras, faldellines, lienzas y consumo de sus rizomas. Aunque también la dentadura puede ser utilizada como herramienta generando desgastes particulares y adherencias de fibra al cálculo dental. Sin embargo, considerando los hallazgos de residuos de vegetales en los coprolitos de los chinchorro y que nuestros estudios no revelan la presencia de gránulos de almidón pero sí de fragmentos de fitolitos, el consumo de plantas harinosas debió estar presente, pero de manera ocasional. En resumen, los chinchorro del sitio MO 1/6 presentarían una dieta vegetal rica en fibras y baja en carbohidratos y a pesar de que en los individuos de este sitio no se observaron caries, si tendrían en promedio 2,6 piezas perdidas antemortem y 2 abscesos por individuo afectado.

Para el caso de PLM-4 se observan en promedio 3,2 piezas perdidas antemortem, 2 caries y 2 abscesos por individuo afectado. Asimismo, la evidencia de microrrestos señala la presencia de ocho géneros diferentes de gránulos de almidón (Tablas 2 y 3) y la evidencia asociada a los entierros y ofrendas señalan siete tipos de plantas, habiendo concordancia entre nuestro estudio y el registro arqueológico en tres especies vegetales (maíz, calabaza y camote).

En el sitio AZ-8 se aprecian en promedio 3,2 piezas perdidas antemortem, 3 caries y 1,8 abscesos por individuo afectado (Figuras 4 y 5a). Mientras que los resultados microscópicos indican la existencia de siete géneros diferentes de gránulos de almidón. Del mismo modo, la evidencia arqueológica asociada a estos sitios señala la presencia de seis especies de plantas, habiendo concordancia entre micro y macrorrestos en cuatro de ellas (maíz, papa, ají y calabaza).

Por último, en el sitio CAM-9 en promedio se observan 6,1 piezas perdidas antemortem, 3 caries y 2 abscesos por individuo afectado. En referencia a la presencia de abscesos dentales, es importante destacar su homogeneidad en todos los sitios estudiados, obteniéndose como promedio 2 abscesos por individuo afectado. Esto podría deberse a fracturas o procesos cariogénicos que seguramente se encuentran

asociados a la falta de higiene bucal. Además el porcentaje de caries es menor que PLM-4 y AZ-8 (Tabla 4), pero esto puede ser producto del mayor número de piezas perdidas antemortem. Finalmente, la evidencia de microrrestos vegetales en el cálculo dental señala en este sitio nueve géneros de plantas diferentes, mientras los entierros reportan macrorrestos de maíces y calabazas, ambas especies detectadas en las muestras de cálculo dental analizadas.

Al analizar las variables de salud oral según el principal medio ambiente y por tanto de recursos utilizados (costa versus valle), y temporalidad (Arcaico versus Intermedio Tardío/Tardío), se obtuvo que en la pérdida de piezas antemortem existieron diferencias significativas entre los individuos según temporalidad. Es decir, hay una mayor pérdida de piezas en la población del Intermedio Tardío/Tardío que en la población Arcaica ($t=1,84$, $p=0,03$), consideramos que esto se debe al hecho de que un individuo perteneciente al sitio CAM-9 T13 (Figura 5b) tuvo un alto número de piezas perdidas en vida, lo que inclina la balanza a favor de esta diferencia. Pero si no se considera este caso, la pérdida de piezas dentales se distribuiría de manera homogénea. Esta situación se repite al analizar la variable abscesos y cálculo dental, la cual se comporta de manera uniforme, independientemente del lugar de procedencia o temporalidad de los individuos estudiados.

El desgaste dental y la mala salud oral de estos individuos coinciden con lo observado en la dentadura de otras poblaciones con una dieta basada en recursos vegetales, donde el consumo de una dieta rica en carbohidratos asociado a plantas, ocasiona un aumento de la tasa de caries.

En relación a las caries propiamente tales, es interesante destacar que las poblaciones costeras tempranas no presentan esta patología comparadas con las poblaciones costeras tardías con economía mixta, donde estas últimas tienen en promedio 2,45 caries por individuo positivo (PLM-4 y CAM-9), valor que se incrementa levemente en individuos del valle, con un promedio de tres caries por individuo afectado (AZ-8). Esta tendencia concuerda con los estudios de Turner (1979) sobre dentadura de poblaciones arqueológicas de Hawái, Taiwán y



Figura 5. a) Mandíbula del individuo AZ-8 T35 con un par de caries. b) Maxila del individuo CAM-9 T13 con pérdida de la dentadura.

Japón, donde se observó un bajo porcentaje de caries en individuos cazadores recolectores (0-5,3%), un incremento en poblaciones con una economía mixta (0,4-10,3%) y un aumento en los agricultores (2,3%-29%). De igual forma Watson y Arriaza (2014) reportan que la presencia de caries es menor en individuos de la costa (3,7%) que en poblaciones del valle (19,1%) durante el Formativo, y que las poblaciones del Formativo Temprano presentan menos caries que las del Formativo Tardío (5,4% versus un 12,3%, respectivamente), situación corroborada por los estudios de Alfonso et al. (2007). Queda demostrado de esta manera que la elevada presencia de caries es más frecuente en poblaciones tardías y con economía basada en la agricultura que en los grupos costeros, debido al acceso de los grupos tardíos al mayor consumo de productos con alto contenido en carbohidratos, los cuales generarían un ambiente propicio para el desarrollo de esta patología.

Incorporando los resultados de microrrestos vegetales, se demuestra ausencia de gránulos de almidón en la dentadura de las poblaciones costeras tempranas, hecho que jugaría un papel fundamental en la mantención de una dentadura libre de caries en estos individuos; mientras que el desgaste dental es alto (2,6) y coincide con lo que se espera de una dieta marítima (Tabla 4), en tanto que la dentadura de muestras asociadas al valle muestran en el cálculo dental gran cantidad de gránulos de almidón como *Cucurbita* sp., *Capsicum* sp., *Zea mays*, *Solanum* sp., *Phaseolus* sp.

y *Pouteria* sp. en diferentes estados de preparación, sugiriendo un consumo de estas plantas.

Comentarios finales

Los modos de producción basados en dietas marinas y/o agrícolas impactaron la salud de los individuos de la prehistoria de manera diferenciada, situación que es reflejada en la salud oral. Tópicos alimentarios como la desnutrición, la prevalencia de una dieta marina o alternativamente una base nutricional rica en carbohidratos (p.e. vegetales), o una economía mixta, influyen directamente en la salud oral de los individuos. Si bien es cierto que las poblaciones tardías del norte de Chile tuvieron una mayor diversidad de plantas para complementar su subsistencia, paradójicamente su salud oral empeoró.

El consumo alto de carbohidratos conduce al aumento de la formación de caries con la consiguiente pérdida de piezas dentales y la falta de higiene dental produce acumulación de cálculo. En cambio una dieta con elementos abrasivos como la costera provoca desgaste de las piezas dentales. El análisis de la salud oral (patologías), junto con el análisis de los microrrestos presentes en el cálculo dental y los restos arqueobotánicos reportados en los sitios arqueológicos, permiten señalar que habría bastante concordancia en las interpretaciones y los hallazgos utilizando tres diferentes líneas de evidencia. Y unidas las tres líneas de investigación forman un sólido

corpus de datos para debatir la salud y dieta de las antiguas poblaciones de Arica. Las plantas ofrendadas entonces son un buen reflejo de las plantas consumidas. Las plantas consumidas, por su parte, visualizadas en los gránulos de almidón, además de las prácticas culturales (falta de higiene bucal) generaron efectos no deseados como caries y pérdida de piezas dentales en las poblaciones tardías.

Referencias citadas

- Afonso, J. (2007). Silicofitolitos y gránulos de almidón en cálculos dentales de antiguas poblaciones de Tenerife: propuesta para la ampliación del estudio de la dieta y alimentación históricas. *Revista Tabona*, 15, 143-162.
- Alfonso, M. (1998). Adaptaciones costeras de las poblaciones prehispánicas del extremo norte de Chile: ¿Opción cultural o marginalidad social? En *Actas del III Congreso Chileno de Antropología*, Colegio de Antropólogos de Chile A.G. Temuco, Chile.
- Alfonso, M., Standen, V., y Castro, M. (2007). The adoption of agriculture among northern Chile populations in the Azapa Valley 9,000-1,000 BP. En Cohen, M. y Crane-Kramer, G. (Eds.). *Ancient health. Skeletal indicators of agricultural and economic intensification* (pp. 113-129). Florida, Gainesville: University of Florida Press.
- Benza, R., y Pareja, M. (2009). Abscesos periodontales. Una revisión actualizada. *Revista Kiru*, 6(2), 118-124.
- Bertoldi De Pomar, H. (1971). Ensayo de clasificación morfológica de los silicofitolitos. *Ameghiniana*, 7, 317-328.
- Brothwell, D. (1987). *Desenterrando huesos. La excavación, tratamiento y estudios de restos del esqueleto humano*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Buikstra, J., y Ubelaker, D. (1994). *Standards for data collection from human skeletal remains*. Fayetteville: Arkansas Archeological Survey Research Series 44.
- Carmona, G. (2006). Los nuevos patrones formales y decorativos en las bolsas chuspa del área de Arica, bajo el dominio del Tawantinsuyu: una aproximación inicial. En *Actas del XVII Congreso de Arqueología* (I tomo), Valdivia, Chile.
- Chandler, K., Pearsall, D., y Zeidler, J. (2006). Root and tuber phytoliths and starch grains document manioc (*Manihot esculenta*) arrowroot (*Maranta arundinacea*) and llerén (*Calathea* sp.) at the real alto site Ecuador. *Economic botany*, 60(2), 103-120.
- Cohen, M., y Armelagos, G. (1984). *Paleopathology at the origins of agriculture*. Orlando: Academic Press.
- Cornejo, L., y Fernández, M. (1984). Diferenciación social en el cementerio AZ-8. En *Actas del IX Congreso Nacional de Arqueología*, 35-42. Sociedad Chilena de Arqueología y Museo Arqueológico de La Serena. La Serena, Chile.
- Dobney, K., y Brothwell, D. (1987). A method for evaluating the amount of dental calculus on teeth from archaeological sites. *Journal of Archaeological Science*, 14, 343-351.
- Dudgeon, J., y Tromp, M. (2014). Diet, geography and drinking water in Polynesia: Microfossil research from archaeological human dental calculus, Rapa Nui (Easter Island). *International Journal of Osteoarchaeology*, 24, 634-648.
- Erices, S. (1975). Evidencias de vegetales en tres cementerios prehispánicos, Arica - Chile. *Chungara*, 5, 65-71.
- Erra, G. (2010). Asignación sistemática y paleocomunidades inferidas a partir del estudio fitolítico de sedimentos cuaternarios de Entre Ríos, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 45(3-4), 309-319.
- Focacci, G., y Chacón, S. (1989). Excavaciones arqueológicas en los faldeos del Morro de Arica sitios MO 1/6 y MO 2/2. *Chungara*, 22, 15-62.
- Henry, A., y Piperno, D. (2008). Using plant microfossils from dental calculus to recover human diet: a case study from Tell al-Raqa'i, Syria. *Journal of Archaeological Science*, 35, 1943-1950.
- Henry, A., Brooks, A., y Piperno, D. (2011). Microfossils in calculus demonstrate consumption of plants and cooked foods in Neanderthal diets (Shanidar III, Iraq; Spy I and II, Belgium). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(2), 486-491.
- Hidalgo, J., y Focacci, G. (1986). Multiethnicidad en Arica, S. XVI. Evidencias etnohistóricas y arqueológicas. *Chungara*, 16-17, 137-147.

- Hillson, S. (1979). Diet and dental disease. *World Archaeology*, 11(2), 147-162.
- Holden, T. (1994). Dietary evidence from the intestinal contents of ancient humans with particular reference to desiccated remains from northern Chile. En Hather, J. (Ed.). *Tropical archaeobotany: Applications and new developments* (pp. 65-85). London and New York: J. Routledge.
- Horta, H. (2000). Diademas de plumas en entierros de la costa del norte de Chile: Evidencias de la vestimenta de una posible parcialidad pescadora? *Chungara. Revista de Antropología Chilena*, 32(2), 235-243.
- Hubbe, M., Torres-Rouff, C., Alves, W., King, L., Da-Gloria, P., y Costa, M. (2012). Dental health in northern Chile's Atacama oases: evaluating the Middle Horizon (AD 500-1000) impact on local diet. *American Journal of Physical Anthropology*, 148(1), 62-72.
- Kay, R. (1985). Dental evidence for the diet of Australopithecus. *Annual Review of Anthropology*, 14, 315-341.
- Lieverse, A. (1999). Diet and aetiology of dental calculus. *International Journal of Osteoarchaeology*, 9, 219-232.
- Madella, M., Alexandre, A., y Ball, T. (2005). International code for phytolith nomenclature 1.0. *Annals of Botany*, 96, 253-260.
- Muñoz, I. (1989). Perfil de la organización económico-social en la desembocadura del río Camarones: Períodos Intermedio Tardío e Inca. *Chungara*, 22, 85-111.
- Muñoz, I. (2001). Uso de plantas en rituales funerarios del Período Formativo en Arica. *Chungara. Revista de Antropología Chilena*, 33(1), 155-160.
- Musaubach, M. (2012). Potencialidad de estudios arqueobotánicos sobre tártaro dental de cazadores recolectores de la provincia de la pampa, argentina. *Revista argentina de antropología biológica*, 14 (ne), 105-113.
- Núñez, L. (1976). Registro regional de fechas radiocarbónicas de norte de Chile. *Estudios Atacameños*, 4, 69-111.
- Núñez, D. y García, L. (2010). Bioquímica de la caries dental. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 9(2), 156-166.
- Pardo, O. y Pizarro, J. (2013). *Chile: Plantas alimentarias prehispánicas*. Arica, Chile: Ediciones Parina.
- Pezo-Lanfranco, L., y Eggers, S. (2016). Estatus social y patrones de patología oral en pescadores-agricultores tardíos del cementerio Los Pinos (costa central del Perú). *Chungara. Revista de Antropología Chilena*, 48(2), 259-276.
- Piperno, D. (2006). *Phytoliths: A comprehensive guide for archaeologists and paleoecologist*. Oxford: Ediciones Altamira.
- Piperno, D. y Dillehay, T. (2008). Starch grains on human teeth reveal early broad crop diet in northern Peru. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(50), 19622-19627.
- Portilla, J., Pinzón, M., Huerta, E. y Obregón, A. (2010). Conceptos actuales e investigaciones futuras en el tratamiento de la caries dental y control de la placa bacteriana. *Revista Odontológica Mexicana*, 14(4), 218-225.
- Poulson, S., Kuzminsky, S., Scott, G., Standen, V., Arriaza, B., Muñoz, I., y Dorio, L. (2013). Paleodiet in northern Chile through the Holocene: extremely heavy μ15N values in dental calculus suggest a guano-derived signature? *Journal of Archaeological Science*, 40, 4576-4585.
- Reichert, E. (1913). *The differentiation and specificity of starches in relation to genera, species, etc.* Washington, D.C.: Carnegie Institution of Washington.
- Reinhard, K., Leroy-Toren, S., y Arriaza, B. (2011). Where have all the plant foods gone? The search for refined dietary reconstruction from Chinchorro mummies. En Gill-Frerking, H., Rosendahl, W. y Zink, A. (Eds.). *Yearbook of Mummy Studies 1* (pp. 139-151). München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Rodríguez, J. (2003). *Cuenca. Dientes y diversidad humana: Avances de la antropología dental*. Bogotá: Editora Guadalupe, Ltda.
- Romero, Á., y Santos, M. (2003). Íconos de Arica. Diseño local prehispánico. Proyecto FONDART n° 59853. Arica, Chile. Recuperado de <https://www.uta.cl/masma/iconos/iconosdearica.pdf>
- Santoro, C., Romero, Á., y Standen, V. (2002). Interacción social en los períodos Intermedio Tardío y Tardío, valle de Lluta, norte de Chile. En Topic, J. (Ed.). *La Arqueología y la Etnohistoria en los Andes* (pp. 81-136). Lima: Instituto de Estudios Peruanos.

- Tao, D., Zhang, J., Zheng, W., Cao, Y., Sun, K., y Jin, S. (2015). Starch grain analysis of human dental calculus to investigate Neolithic consumption of plants in the middle Yellow River Valley, China: A case study on Gouwan site. *Journal of Archaeological Science: Reports* 2, 485-491.
- Tayles, N., Domett, K., y Nelson, K. (2000). Agriculture and dental caries? The case of rice in prehistoric Southeast Asia. *World Archaeology*, 32(1), 68-83.
- Tresserras, J. (1997). *Procesado y preparación de Alimentos vegetales para consumo humano. Aportaciones del estudio de fitolitos, almidones y lípidos en yacimientos arqueológicos prehistóricos y protohistóricos del cuadrante n.E. de la Península Ibérica*. Tesis doctoral (inédita), Facultad de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología, Universidad de Barcelona, España.
- Tromp, M., y Dudgeon, J. (2015). Differentiating dietary and non-dietary microfossils extracted from human dental calculus: the importance of sweet potato to ancient diet on Rapa Nui. *Journal of Archaeological Science*, 54, 54-63.
- Turner, C. (1979). Dental anthropological indications of agriculture among the Jomon people of central Japan. *American Journal of Physical Anthropology*, 51, 619-635.
- Watson, J., Arriaza, B., Standen, V., y Muñoz, I. (2013). Tooth wear related to marine foraging, agro-pastoralism and the Formative transition on the Northern Chilean coast. *International Journal of Osteoarchaeology*, 23, 287-302.
- Watson, J., y Arriaza, B. (2014). La salud bucal y la transición hacia la agricultura en el norte de Chile. En Muñoz, I. y Fernández, M. (Eds.). *Mil años de historia de los constructores de túmulos de los valles desérticos de Arica. Paisajes, monumentos y memoria* (pp. 103-114). Arica: Ediciones Universidad de Tarapacá.
- Wesolowski, V., Mendonça de Souza, S., Reinhard, K., y Ceccantini, G. (2010). Evaluating microfossil content of dental calculus from Brazilian sambaquis. *Journal of Archaeological Science*, (37), 1326-1338.
- White, D. (1997). Dental calculus: recent insights into occurrence, formation, prevention, removal and oral health effects of supragingival and subgingival deposits. *European Journal of Oral Science*, 105, 508-522.
- Zoubov, A. (1968). *Odontología. Metodica de las investigaciones antropológicas*. Moscú: Nauka.
- Zucol, A., y Brea, M. (2005). Sistemática de fitolitos, pautas para un sistema clasificatorio. Un caso en estudio en la Formación Alvear (Pleistoceno inferior), Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana*, 42(4), 685-704.

