



TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

En vista de la obtención del grado de
LICENCIATURA EN ODONTOLOGÍA

Otorgado por
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Presentado y defendido por

Joseph Andrey Picado Araya
Katherine Sofia Rojas Molina
Ana Gabriela Rojas Quesada

El día

16 de diciembre 2021

**Análisis de trabajos odontológicos en dientes precolombinos
en Costa Rica**

Comité Asesor

Irene Valerio (Directora)
Daniel Chavarría (Asesor/a)
Ana Cecilia Ruiz (Asesor/a)

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio Brenes, San José, Costa Rica



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SEDE RODRIGO FACIO BRENES
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA

Acta de Defensa Pública, modalidad Seminario de Graduación

Se informa que la estudiante Picado Araya Joseph Andrey, carné No. B35285, postulante a obtener el grado de Licenciatura en Odontología, ha realizado la Defensa Pública de su Trabajo Final de Investigación titulado: "Análisis de trabajos odontológicos en dientes precolombinos en Costa Rica" el día 16 de diciembre de 2021.

El resultado de dicha defensa fue:

Aprobado [X]

No aprobado

Se le concede aprobación con distinción

Nombre Firma No. Cédula
Picado Araya Joseph Andrey
Sustentante [Signature] 207190701

TRIBUNAL EXAMINADOR

Dra. Irene Valerio Alfaro
Directora [Signature] 1-1125-0807

Dr. Daniel Chavarría Bolaños
Asesor [Signature] 1-1142-0889

Dra. Ana Cecilia Ruíz Imbert
Asesora [Signature] 1-1196-0561

Dra. Gina Murillo Knudsen
Representante Externa [Signature] 108100332

Dr. Carlos Filloy Esna
Decano [Signature] 103901020



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA SEDE RODRIGO FACIO BRENES FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA

Acta de Defensa Pública, modalidad Seminario de Graduación

Se informa que la estudiante Rojas Molina Katherine Sofia, carné No. B36083, postulante a obtener el grado de Licenciatura en Odontología, ha realizado la Defensa Pública de su Trabajo Final de Investigación titulado: "Análisis de trabajos odontológicos en dientes precolombinos en Costa Rica" el día 06 de julio de 2022.

El resultado de dicha defensa fue:

Aprobado X

No aprobado _____

Se le concede aprobación con distinción _____

Nombre	Firma	No. Cédula
Rojas Molina Katherine Sofia Sustentante	<u>[Handwritten Signature]</u>	<u>304888723</u>

TRIBUNAL EXAMINADOR

Dra. Irene Valerio Alfaro Directora	<u>[Handwritten Signature]</u>	<u>1-1125-0807</u>
--	--------------------------------	--------------------

Dr. Daniel Chavarría Bolaños Asesor	<u>[Handwritten Signature]</u>	<u>11420889</u>
--	--------------------------------	-----------------

Dra. Ana Cecilia Ruíz Imbert Asesora	<u>[Handwritten Signature]</u>	<u>11960561</u>
---	--------------------------------	-----------------

M.Sc. Jacqueline Castillo Rivas Representante Externa	<u>[Handwritten Signature]</u>	<u>60188007</u>
--	--------------------------------	-----------------

Dr. Carlos Filloy Esna Decano	<u>[Handwritten Signature]</u>	<u>103901020</u>
----------------------------------	--------------------------------	------------------



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA SEDE RODRIGO FACIO BRENES FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Acta de Defensa Pública, modalidad Seminario de Graduación

Se informa que la estudiante Rojas Quesada Ana Gabriela, carné No. B36101, postulante a obtener el grado de Licenciatura en Odontología, ha realizado la Defensa Pública de su Trabajo Final de Investigación titulado: "Análisis de trabajos odontológicos en dientes precolombinos en Costa Rica" el día 06 de julio de 2022.

El resultado de dicha defensa fue:

Aprobado

No aprobado

Se le concede aprobación con distinción

Nombre	Firma	No. Cédula
Rojas Quesada Ana Gabriela Sustentante		110030039

TRIBUNAL EXAMINADOR

Dra. Irene Valerio Alfaro Directora		11125-0809
--	--	------------

Dr. Daniel Chavarría Bolaños Asesor		111420887
--	--	-----------

Dra. Ana Cecilia Ruíz Imbert Asesora		111900561
---	--	-----------

M.Sc. Jacqueline Castillo Rivas Representante Externa		601880507
--	--	-----------

Dr. Carlos Filloy Esna Decano		103901020
----------------------------------	--	-----------



DEDICATORIA

Katherine Rojas Molina

A mi papá, mamá y hermano quienes han sido mi base, me han ayudado e impulsado a culminar esta etapa de mi vida. A mi novio quien ha sido un apoyo incondicional. Al resto de mi familia y a mis amigos quienes me han acompañado y empujado hacia adelante. Gracias por el inicio, el camino y el final.

Joseph Picado Araya

A mi madre, quien ha sido mi motor y mi mayor motivación, por su esfuerzo, apoyo e incondicional entrega. Mis sueños se convirtieron en sus sueños, mis metas en sus metas y hoy mis logros en sus logros, con este proyecto ambos finalizamos esta carrera, infinitas gracias.

Gabriela Rojas Quesada

A mi familia, quienes han sido gran apoyo durante estos años de carrera. A mis amigos que de distintas formas han apoyado mis sueños y metas. Después de tanto esfuerzo, iniciamos lo que sería nuestra recta final.



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

FO**d** Facultad de
Odentología

RECONOCIMIENTOS O PREMIOS OTORGADOS POR EL TRABAJO



HOJA DE REVISIÓN POR EL (LA) FILÓLOGO(A)

Astrid Quirós Granados

Filóloga UCR

A quien interese:

Yo, Astrid Quirós Granados, Filóloga de la Universidad de Costa Rica; con cédula de identidad 3-438-182, inscrita en el Colegio Licenciados y Profesores, con el carné N° 80791 y en la Asociación Costarricense de Filólogos, con el carné N° 0096, hago constar que he revisado el trabajo. Y he corregido en él, los errores encontrados en redacción, ortografía, gramática y sintaxis. El trabajo se titula:

ANÁLISIS DE TRABAJOS ODONTOLÓGICOS EN DIENTES PRECOLOMBINOS EN COSTA RICA

JOSEPH ANDREY PICADO ARAYA
KATHERINE SOFÍA ROJAS MOLINA
ANA GABRIELA ROJAS QUESADA

Se extiende la presente certificación a solicitud del interesado, en la ciudad de San José al primer día del mes de diciembre dos mil veintiuno. La filóloga no se hace responsable de los cambios que se le introduzcan al trabajo posterior a su revisión.

ASTRID
CAROLINA
QUIROS
GRANADO
S (FIRMA)

Firmado digitalmente por
ASTRID CAROLINA
QUIROS
GRANADOS
(FIRMA)
Fecha: 2021.12.01
17:01:26 -06'00'

Teléfono: 8315 95 27 Correo: asqui24@hotmail.es



ÍNDICE

LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xi
RESUMEN EN ESPAÑOL.....	xii
ABSTRACT	xiv
PREFACIO.....	1
CAPÍTULO 1.....	2
CAPÍTULO 2.....	8
CAPÍTULO 3.....	13
METODOLOGÍA.....	26
RESULTADOS	30
DISCUSIÓN.....	43
CONCLUSIÓN	54
REFERENCIAS	56
ANEXOS.....	59
GLOSARIO.....	82



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de las muestras halladas según caja, bandeja, número de individuo y hallazgos.

Tabla 2. Descripción de hallazgos radiográficos por pieza dental en la Muestra #1.

Tabla 3. Descripción de hallazgos radiográficos por pieza dental en la Muestra #2.

Tabla 4. Descripción de hallazgos radiográficos por pieza dental en la Muestra #3.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Cronología de clasificaciones de modificaciones dentales
- Figura 2. Clasificación de modificaciones dentales según Marshal H. Saville - 1913
- Figura 3. Clasificación de modificaciones dentales según Horace Whittlesey - 1935
- Figura 4. Clasificación de modificaciones dentales según Daniel Rubén de la Barbolla - 1944
- Figura 5. Clasificación de modificaciones dentales según William Weinberg - 1948
- Figura 6. Resumen de la clasificación de modificaciones dentales según Javier Romero
- Figura 7. Clasificación de modificaciones dentales según Javier Romero - 1970
- Figura 8. Clasificación de modificaciones dentales según Javier Romero - 1986
- Figura 9. Muestra #1 - Mandíbula y Maxila con modificaciones
- Figura 10. Muestra #2 - antes y después de la limpieza
- Figura 11. Muestra #3 - antes y después de la limpieza
- Figura 12. Muestra control
- Figura 13. Instrumental utilizado para la limpieza de las muestras
- Figura 14. Instrumento para recolección de datos
- Figura 15. Piezas maxilares estabilizadas en hemicubeta con putty y polivinil siloxano - Muestra 2
- Figura 16. Piezas mandibulares estabilizadas en hemicubeta con putty y polivinil siloxano - Muestra 2
- Figura 17. Escaneo digital de maxila - Muestra #1
- Figura 16. Reconstrucción volumétrica maxilar - Muestra #1
- Figura 18. Reconstrucción volumétrica mandibular - Muestra #1
- Figura 19. Reconstrucción volumétrica maxilar - Muestra #2
- Figura 20. Renderización volumétrica en proyección en máxima intensidad mandibular - Muestra #2
- Figura 21. Tomografía maxilar - Muestra #3
- Figura 22. Tomografía mandibular - Muestra #3
- Figura 23. Escaneo Maxilar - Muestra control
- Figura 24. Escaneo Mandibular - Muestra control



Figura 25. Escaneo Maxilar – Muestra #1

Figura 26. Escaneo Mandibular – Muestra #1

Figura 27. Escaneo Maxilar Vestibular – Muestra #2

Figura 28. Escaneo Maxilar Palatino – Muestra #2

Figura 29. Escaneo Mandibular – Muestra #2

Figura 30. Escaneo Mandibular – Muestra #3

Figura 31. Modificaciones impresionadas y vaciadas en resina de poliéster – Muestra #2

Diagrama 1. Diagrama de flujo del estudio de las muestras seleccionadas.



LISTA DE ABREVIATURAS

FO: Facultad de odontología

MN: Museo Nacional

CAD/CAM: Computer Aid Design/ Computer Aid Manufacture

FOV: Field Of View, en español es CDV: campo de visión

3D: Tridimensional

STL: Standard Triangle Language

PVS: Polivinil siloxano

RESUMEN EN ESPAÑOL

Objetivo: Analizar y registrar de forma digital piezas con modificaciones dentales hallados en el sitio Jícaro del territorio costarricense y poder brindar una perspectiva odontológica a la investigación arqueológica. **Metodología:** Mediante tres fases: 1. Limpieza, clasificación y documentación de piezas dentales con modificaciones dentales precolombinos con materiales e instrumentos odontológicos; 2. estudio radiológico consistió en la toma de una radiografía digital lateral y una anteroposterior, así como una tomografía de haz cónico (Veraviewepocs 3D R100 & F40 de J Morita) con parámetros de exposición bajos de 70kV y 5mA para el estudio radiográfico y 90kV y 3mA para las tomografías; 3. estudio de escaneo de imágenes con el escáner intraoral Omnicam de CEREC Sirona en todas las superficies. Estos datos fueron extraídos en un formato .STL para así poder imprimir un modelo 3D digital de gran fidelidad. Toma de impresiones de las piezas de la muestra #2 con material de impresión PVS (3M ESPE Express) y se vació en resina de poliéster (Resina Cristaflix, PoliCraft). Finalmente se montaron en cubetas plásticas tipo hemiarcada para una mejor manipulación y visualización. **Resultados:** Las muestras consistían en restos óseos compuestos por maxilas y mandíbulas, cráneos y piezas dentales desarticuladas de su alveolo, donde un total de 17 piezas dentales presentaron diferentes tipos de modificaciones, en las que se observa una pérdida importante de tejido coronario de forma y límites netos con compromiso de esmalte y dentina sin exposición de cámara pulpar en su mayoría. Además, se observó ensanchamiento del ligamento periodontal, pérdida de dentina radicular principalmente en el tercio apical y pérdida de soporte alveolar. Las modificaciones más encontradas en este estudio corresponden a las de tipo A1 y C6 que presentan forma de V y \wedge respectivamente. Al ser escaneadas se logran imágenes tridimensionales de todas las muestras donde se aprecia muy bien



la anatomía de las piezas, su textura y forma además de las modificaciones dentales presentes. La muestra #2 al ser liberada de la tierra cuando se limpió y al ser estabilizada en las cubetas se logró mediante el escaneo estudiar su superficie palatina y encontrar el rasgo anatómica de incisivo en pala. La impresión y obtención de coronas anatómicas con modificaciones a escala con la resina poliétilica se logra con gran nitidez y definición. **Conclusión:** Las técnicas digitales actuales de la odontología contemporánea se pueden fusionar con la arqueología en estudios de piezas para digitalizar, archivar, estudiar y reproducir a fin de disminuir su traslado y manipulación a la hora de realizar estudios; además con los archivos generados se pueden observar en todos los planos de la tridimensionalidad y con ello alterar las imágenes o estudiarlas a fondo sin tener que usar los especímenes originales. **Relevancia arqueológica:** se considera que este estudio propone el uso de técnicas odontológicas para estudios en piezas dentales de colecciones arqueológicas de una forma segura, rápida, confiable y reproducible.

Palabras clave: modificaciones dentales, odontología digital, precolombino, arqueología, odontología.

ABSTRACT

Objective: To analyze and digitally record data of teeth with dental modifications found in the Jícaro site of the Costa Rican territory and be able to provide a dental perspective to archaeological research. **Methodology:** three phases were proposed to complete this study: 1. cleaning of pre-Columbian teeth with dental modifications employing dental materials and instruments; 2. radiological study, that consisted of taking a lateral and anteroposterior digital radiography, as well as a cone beam tomography (Veraviewepocs 3D R100 & F40 by J Morita) with low exposure parameters of 70kV and 5mA for the radiographic study and 90kV and 3mA for CT scans; 3. Imaging study with the CEREC Sirona Omnicam intraoral scanner on all surfaces. These data were extracted in a .STL format in order to print a high-fidelity digital 3D model. Taking impressions of the loose pieces of sample # 2 with PVS (3M ESPE Express) and cast in polyester resin (Cristafix Resin, PoliCraft). Finally, they were mounted in plastic hemiarcade-type trays for better manipulation and visualization. **Results:** The samples consisted of bone remains composed of maxillae and mandibles, skulls and dental pieces disarticulated of their alveolus, a total of 17 teeth presented different types of modifications, in which an important loss of coronary tissue was observed, in shape and net limits with compromise of enamel and dentin without exposure of the pulp chamber in the majority. In addition, widening of the periodontal ligament, loss of root dentin, mainly in the apical third, and loss of alveolar support were observed. The most common modifications found in this study correspond to type A1 and C6, which have a V and \wedge shape respectively. When they are scanned, three-dimensional images of all the samples were obtained where the anatomy of the pieces, their texture and shape, in addition to the dental modifications present, can be very well appreciated. When sample #2 was released from the soil, it was cleaned and stabilized in the trays, then the palatal surface was scanned, and the anatomical feature of shovel incisor was detected. The impression and obtaining of anatomical crowns with



modifications to scale with the polyethyl resin is achieved with great sharpness and definition.

Conclusion: The current digital techniques of contemporary dentistry can be merged with archeology in studies of sensitive pieces to digitize, archive, study and reproduce in order to reduce their transfer and manipulation when carrying out studies, in addition to the generated files they can be observe in all planes of three-dimensionality and thereby alter the images or study them in depth without having to use the original specimens. **Archaeological relevance:** it is considered that this study bring dental techniques available for studies in dental pieces from archaeological collections in a safe, fast, reliable and reproducible way.

Keywords: dental modifications, digital dentistry, pre-Columbian, archeology, dentistry.



PREFACIO

En las culturas prehispánicas se conoce sobre tradiciones en las cuales las poblaciones realizan modificaciones a sus cuerpos y las piezas dentales no se quedan atrás. El presente estudio surge de la necesidad de analizar estas modificaciones dentales bajo diferentes técnicas utilizando la tecnología disponible hoy en día como lo son las imágenes radiográficas 2D, la tomografía computarizada y el escáner 3D, siempre bajo un método no invasivo para preservar la integridad de las muestras.

Mencionado lo anterior, se pretende, mediante el estudio de muestras dentales de poblaciones prehispánicas pertenecientes al sitio Jícaro, ubicado en Guanacaste, Costa Rica, el análisis y la descripción digital para brindar una perspectiva odontológica a la investigación arqueológica.



CAPÍTULO 1

Costa Rica es un país ubicado en América Central con una superficie aproximada de 51.100 km². Tiene una ubicación especial en el planeta, pues se localiza en el centro del Istmo Centroamericano, limita al este y noreste con el Mar Caribe; al oeste y sur con el Océano Pacífico; al sureste con Panamá y al norte con Nicaragua.

Aunque el país es pequeño y abarca únicamente el 0.03% de la superficie terrestre, tiene la dicha de poseer el hábitat del 5% de la biodiversidad existente en todo el mundo, de las más altas del mundo. Su diversidad de flora y fauna responde a su ubicación de acuerdo con sus coordenadas geográficas que es entre los 8° 02' 26" y los 11° 13' 12" al norte del Ecuador y los 82° 33' 48" al oeste de Greenwich. Costa Rica, por su posición en el istmo ha sido y es un puente biológico y cultural que ha permitido a lo largo de la historia el encuentro de especies forestales y animales, así como de culturas del norte y del sur del continente.

En Costa Rica, se han conocido diversas denominaciones para los primeros pobladores del territorio costarricense. Se tiene data de pobladores como los Bribris, Cabécares, Borucas, Quepos, Cotos y Huetares.

Según Ibarra, los Bribris y Cabécares eran agricultores, cazadores, recolectores, y también se dividían en especialidades para así cumplir con las labores. Su tipo de agricultura de roza les permitía cultivar ayotes, algodón, camote, chile, cacao, yuca, pejibaye, mamey, maíz y aguacate, etc. (1)

Las Borucas tienen una lengua que pertenece a la stirpe chibchense y ellos habitaron los territorios al sur de la cordillera de Talamanca, zona con importantes vías fluviales que bañaban



sus tierras. Eran agricultores, recolectores, cazadores y al igual que las demás poblaciones, tenían especialistas en diversas labores, como el hilado, el tejido, la cestería, entre otras actividades. (1)

De los Cotos, existe muy poca información; sin embargo, se sabe que se encontraban ubicados al sur de los Borucas y que controlaban la Península de Osa, perteneciente a grandes fuentes de oro. (1)

Los Huetares se asentaban en un área ubicada de este a oeste desde la costa caribeña de la actual Costa Rica hasta el río Virilla en el Valle Central. Estas poblaciones eran agricultores, cultivaban maíz, algodón, yuca, frijoles, cacao, chayotes, chile, zarzaparrilla, pita, cabuya, pejibayes y ayotes. La formación y consolidación de su cacicazgo le permitió convertirse en el más poderoso a la llegada de los españoles. (1)

Corrales (2), en su publicación “Historia Profunda de Costa Rica”, menciona que, en Costa Rica, se tuvieron 3 zonas geográficas-temporales:

- I. Gran Nicoya: Esta región comprende parte de Costa Rica y Nicaragua. El sector costarricense se distingue como Subregión Sur o Guanacaste. Comprende la actual provincia de Guanacaste y el sector norte de la provincia de Puntarenas.
 - a. Período Tempisque, el cuál comprende los años entre el 500 a.C. – 300 d.C.
 - b. Período Bagaces, el cuál comprende los años entre el 300 d.C. – 800 d.C.
 - c. Período Sapoá – Ometepe, el cuál comprende los años entre el 800 d.C. – 1550 d.C.



- II. Región Arqueológica Central: Ocupa la porción central del país, extendiéndose desde la costa Pacífica hasta la costa Caribe. Se distinguen tres subregiones: la Central-Pacífica, que abarca el Valle Central y la zona del Pacífico Central, la Subregión Caribe, que abarca el Valle de Turrialba y las Llanuras del Caribe Central, y las Llanuras del Norte.
- a. Fase Curridabat, comprende los años entre 300 d.C. – 700 d.C.
 - b. Fase Transicional, comprende los años entre 700 d.C. – 1200 d.C.
 - c. Fase Cartago, comprende los años entre 700 d.C – 1550 d.C.
- III. Gran Chiriquí: Se extiende sobre parte de Costa Rica y Panamá. El sector costarricense se distingue como Subregión Arqueológica Diquís. Comprende el suroeste del país, así como las estribaciones atlánticas de la Cordillera de Talamanca
- a. Período Chiriquí, comprende los años entre 800 d.C. – 1550 d.C.

Todas las investigaciones sobre los sitios arqueológicos ubicados en Costa Rica son dirigidas principalmente por el Museo Nacional (MN) de Costa Rica. La creación del museo surge, a finales del Siglo XIX bajo el mandato del presidente Bernardo Soto, como una respuesta a la necesidad de brindar, a la población costarricense, un lugar donde se pudiera depositar, clasificar y estudiar productos naturales y artísticos. (3)

Desde el año 2007, el MN cuenta con una nueva instalación en Pavas donde se resguardan colecciones arqueológicas, históricas, textiles y religiosas. (3)



Las colecciones de restos humanos son invaluable, ya que estas no se encuentran en todo el país por las condiciones tan variables que se tienen de preservación. Su existencia brinda datos de todo tipo como sexo, edad, estados de salud, indicadores epigenéticos o prácticas culturales estéticas como las modificaciones dentales próximas a estudiar en el presente trabajo. (4)

En el área mesoamericana conocida como Centroamérica, que ocupa la zona occidental de Honduras y Nicaragua y las áreas circundantes del golfo de Nicoya en Costa Rica, donde existieron los reinos de Nicoya y Chorotega (5).

La presencia humana en la región de Guanacaste data de 10 000 a 7 000 años antes de nuestra era. Se ha encontrado puntas de lanza estilo clovis - forma aflautada que caracteriza sus puntas - en la ribera del lago Arenal y puntas de lanza estilo folsom - acanaladas, pero de menor tamaño- en la costa pacífica de la provincia. Como en el resto del país, este fue un período en que los primeros habitantes vivieron de la caza y la recolección; pero es hacia 300-800 de nuestra era, durante el Periodo Bagaces, que ya hay una organización de cacicazgos complejos. Se da también el periodo de decoración policroma y los motivos se manifiestan con influencias iconográficas de las culturas de Mesoamérica (5).

Los datos históricos señalan que los chorotegas que habitaban la Gran Nicoya eran originarios de grupos náhuatl-pipil-nicarao, que efectuaron migraciones hacia 1000 y 1100 d.C, provenientes de Tula, México. Hablaban lenguas del tronco lingüístico oto-mangue. Fuera de Costa Rica, radicaron en la parte occidental de nicaragua, en la costa de Honduras, en El Salvador, Chiapas y Oaxaca. También se les conoce con los nombres de cholutecas, mangue, dirián y orotiña (5).



En la subregión Gran Nicoya se han encontrado restos arqueológicos de cerámica plomiza Tohil, y jade azul manufacturada en las Tierras Altas de Guatemala, que datan del 800 a 1200 d.C. La presencia de esta cerámica indica que hubo contactos entre los pueblos de Guatemala y los de Costa Rica. (5)

Como en el caso de la región Norte, Centroamérica formó parte del mundo mesoamericano solo temporalmente. Suele considerarse que los pueblos centroamericanos formaban parte de la llamada zona de transición entre el área Intermedia, el Mundo Andino y Mesoamérica. Los Chorotegas se encontraban por tanto influenciados por la cultura maya como por la azteca, era una zona de convergencia de las culturas del norte y del sur y para su constatación existen piezas de cerámica encontradas en la zona y actualmente en el Museo Nacional de Costa Rica, con figuras y diseños tanto aztecas como incas en una misma pieza (5).

Los antiguos habitantes de las diferentes regiones americanas se mantenían en contacto con sus vecinos, ya fuera para intercambiar bienes o durante guerras por el poder. Costa Rica sirvió de puente cultural; de allí que se heredó aspectos culturales de los aztecas, mayas, chibchas, caribes e incas. Se ha aceptado que era una zona de tránsito e intercambio del continente y esto necesariamente debe haber propiciado la presencia de conocimientos médicos procedentes de otras culturas más avanzadas. (5)

Barzuna y Núñez, en su libro, afirman que esta influencia cultural del mundo maya y sus manifestaciones diversas se observa claramente en el caso de la odontología, en los especímenes encontrados en territorio costarricense, los cuales muestran el uso de las mismas técnicas, materiales y procedimientos empleados en Mesoamérica, en relación con el limado e incrustaciones dentales.



Uno de los principales sitios arqueológicos donde se encuentran restos humanos es el sitio arqueológico El Jícaro ubicado en Bahía Culebra, Pacífico Norte de Guanacaste. Los indicios arqueológicos en el sitio Jícaro suponen que los pobladores de la zona realizaron trabajos de extracción, procesamiento y producción de diversos productos alimenticios, herramientas de trabajo y adornos sobre moluscos y peces, así como sobre otros recursos costeros y terrestres. Debido a estas prácticas y por su ubicación geográfica Solís y Herrera sugieren que los pobladores de Jícaro mantenían una afinidad cultural mesoamericana. (6)



CAPÍTULO 2

Desde las civilizaciones antiguas se ha visto que las personas buscaban la reposición y decoración de sus dientes con un sentido estético. Aunque la odontología va evolucionando conforme pasa el tiempo, se mantiene un objetivo fundamental que es la rehabilitación del aparato masticatorio donde la estética debe ser incorporada en la práctica diaria. La odontología estética o cosmética soluciona problemas relacionados con la salud bucal y la armonía estética de la boca en su totalidad. (7)

Actualmente, el concepto de estética en la odontología ha evolucionado a la creación de sonrisas bonitas con una apariencia natural y armoniosa. Para lograr un resultado natural y equilibrado se deben considerar y tomar en cuenta los atributos individuales a la vez que se implementan parámetros estéticos ya establecidos, como la estética facial, la estética gingival, la micro estética y la macro estética. (8)

Dentro de la estética facial se considera la anatomía y los movimientos de los músculos faciales, estos determinan como los labios y tejidos blandos faciales marcan la sonrisa en el habla y la sonrisa. Por otra parte, la estética gingival se encuentra estrechamente relacionada con la salud gingival, como la ausencia de inflamación, poseer líneas gingivales niveladas, papilas definidas y crestas gingivales simétricas. (8)

La micro estética envuelve la anatomía natural específica de los dientes, principalmente del sector anterior, así como su localización en el arco dental, también la translucencia incisal, lóbulos del desarrollo, halo incisal y caracterizaciones específicas de cada pieza dental. Mientras



que la macro estética relaciona los dientes con los tejidos blandos circundantes y las características faciales en condición dinámica y tridimensional. (8)

Sin embargo, este concepto no ha sido el mismo siempre. Durante muchos años, se ha observado que diferentes razas y culturas alrededor del mundo y en diferentes periodos de la historia, han practicado mutilaciones o decorados de sus cuerpos, sin quedar por fuera las estructuras dentales. (9)

Las modificaciones dentales, o mejor dicho decoraciones dentales, pues se cree que fueron realizados por personas capacitadas y no en una acción violenta de mutilación, son modificaciones en la forma, estructura, color, posición e incluso avulsión de piezas dentales realizadas en diferentes zonas geográficas del planeta. Valerio refiere como modificaciones dentales a los limados y las incrustaciones prehispánicas de carácter permanente e irreversible. (10)

En las civilizaciones del sudeste asiático, en los archipiélagos polinesios, malayos y filipinos se realizan teñidos o coloreados de los dientes, e incrustaciones o bandas dentales. Mientras que, en Europa, los vikingos realizaban el limado de ranuras o diseños en la parte frontal de sus dientes, se cree que para marcar logros o para asustar a sus enemigos (9, 11, 13, 14).

En Mesoamérica muchos de estas modificaciones se basan únicamente en dos tipos (7, 9, 13). El primer tipo consiste en cortes o limados de diferentes formas a lo largo de las piezas dentales, lo cual altera la anatomía normal de las piezas, mientras que el segundo se basa en la creación de cavidades que posteriormente albergarían incrustaciones de diferentes materiales como jade, cuarzo, pedernal, entre otros. (9, 11)



Se han establecido diferentes hipótesis sobre el porqué de estos trabajos dentales. Según Guillermo Mata, en su publicación sobre conceptos de la odontología prehispánica, se cree que estos procedimientos realizados en las piezas dentales son signo de estatus jerárquico de los gobernantes o sacerdotes. (9)

Otras fuentes; sin embargo, plantean que pueden ser condecoraciones al haber visitado lugares de importancia religiosa, fines ornamentales o incluso para fines funcionales, o sea, mejorar el proceso de alimentación, sin embargo, en su mayoría continúan siendo hipótesis (9, 13). Pero, a pesar de que no se conoce con exactitud la razón de estas modificaciones dentales el conocer, analizar y comprender estas alteraciones a las estructuras dentales puede ayudar a comprender los aspectos sociales, históricos y culturales de los individuos y de sus sociedades. (14)

Se desconoce cuáles instrumentos utilizaban los operadores al realizar estas técnicas (3), aunque se han planteado hipótesis sobre el uso de barrenos de arco, taladros tubulares, piedras abrasivas, plantillas y pegamentos, no hay evidencia arqueológica de los mismos que demuestre su uso. (5, 9, 11)

Las muestras dentales que se han estudiado han permitido crear diversas tablas de clasificación en las que se pueden ver variedades en la forma, profundidad y tamaño de las cavidades y limados. (7, 9) Sin embargo, todas evidencian un conocimiento de la técnica y hasta cierto punto de la anatomía dental por parte del operador, ya que se limitan en gran parte a la superficie del esmalte y capa superficial de dentina. (13)

En 1886, Nicolás León Calderón fue pionero en realizar un estudio de clasificación de las modificaciones dentales. En 1909, José J. Rojo fue el primer dentista que publicó en la revista La



Odontología Mexicana, varias ilustraciones de limados e incrustaciones de jade y piritá, describiendo el tamaño de las incrustaciones y la profundidad de las cavidades. (6, 15) Posteriormente, distintos autores han realizado tablas para clasificar las modificaciones dentales. En 1913, Marshall H. Saville, un antropólogo ecuatoriano diseñó la primera tabla, donde la clasificación se realiza con nomenclatura alfabética, de la A a la P. No mucho tiempo después, en 1940, Daniel Rubín de la Borbolla, confeccionó una tabla de clasificación, igualmente clasificando el tipo de modificaciones dentales de la A a la X, que al volverse insuficiente fue reemplazada por la creación de William Weinberger en 1948. Esta nueva clasificación se subdivide en dos tablas, una para limados de los bordes incisales y la otra específicamente para incrustaciones. (9, 11, 16).

A pesar de contar con varias tablas de clasificación, en 1958, Javier Romero publicó un cuadro con las decoraciones dentarias encontradas, al igual que cuadros clasificatorios donde determinó siete tipos básicos de mutilación dental; cada tipo básico de mutilación dental tiene al menos cinco variantes, que dan un total de 59 tipos diferentes de mutilación dental. Este método de clasificación ha sido actualizado múltiples veces y puede ser la razón por la cual es altamente utilizado, a pesar de contar con otras clasificaciones (9, 11) es en el que los autores se basan para este estudio.

En Costa Rica, se han visto estos trabajos dentales en diversas colecciones que fueron recuperadas en sitios arqueológicos precolombinos hallados a lo largo del país y es ahí donde surgen diversas interrogantes con respecto a estas decoraciones a nivel macro y microscópico (9).

Actualmente existe limitada investigación destinada a analizar integralmente los trabajos dentales precolombinos. Siendo estas prácticas exclusivas de cada zona arqueológica resulta de gran importancia conocer y comprender los tipos de trabajos dentales que se dieron en la región



que ahora ocupa Costa Rica y para esta investigación específicamente en el sitio arqueológico Jícaro.

Según Solís y Herrera, Jícaro contiene grandes muestras de individuos con modificaciones dentales y deformación craneal (6). Casos similares a los encontrados en este sitio arqueológico son esporádicos y sugieren una temporalidad posterior al siglo X. Otros hallazgos importantes son cráneos sin mandíbulas ni maxila que al parecer fueron ofrendas en ciertos enterramientos en este sitio.



CAPÍTULO 3

El conocimiento y perspectiva de un profesional en odontología en la investigación de tipo arqueológico puede ayudar a identificar y obtener información valiosa que podría no ser perceptible para otras ramas del conocimiento. El conocimiento sobre tejido biológico oral sano, así como anomalías, enfermedades y alteraciones de este, son parte de las habilidades que son desarrolladas a lo largo de la formación de un profesional en odontología.

Uno de los primeros acercamientos que tuvo la odontología costarricense con las modificaciones dentales fue reportada por Brenes y Barrantes en el año 1983 en su estudio “Salud Oral y Morfología Dental de los Amerindios Guaymí de Limoncito”. La población Guaymí localizada en el cantón de Coto Brus, distrito Limoncito, en la zona sur de Costa Rica, migró gradualmente hasta aproximadamente 50 años, en su gran mayoría de la provincia de Chiriquí, Panamá. (18)

Brenes y Barrantes realizaron estudios antemortem en esta población, los aspectos que analizaron fueron: salud oral, antro-po-genética y alteraciones dentarias de origen cultural, para la investigación, esta última es la de mayor interés. Las mutilaciones dentarias, como le denominó Brenes en su estudio, era un fenómeno poco frecuente pero significativo en la población Guaymí, una de las modificaciones más comúnmente encontradas en dicha población eran limados en forma de “V” en los incisivos centrales, según refiere Brenes eran realizados por inquietudes estéticas. (18)

Es importante resaltar que hoy en día la odontología digital representa un excelente método diagnóstico mediante el uso de escáneres intraorales para la reproducción de dientes y arcadas



dentales. Las imágenes obtenidas son en 3D y se utilizan para el diagnóstico y planificación de tratamientos, pero también se utilizan para imprimir, materializar moldes y matrices según se requiera. (19)

La grabación y el modelado digital en 3D se han convertido ahora en una alternativa viable para la investigación de artefactos arqueológicos y la gestión del patrimonio cultural, ofreciendo una gama de opciones para mejorar la imagen y la comparación virtual entre objetos. Estudios recientes exploran técnicas que incluyen escaneo láser, modelado fotogramétrico automático y visión por computadora para obtener una correspondencia cuantitativa directa y la reconstrucción en 3D de objetos (20)

Existen diferentes campos en los que actualmente se aplica la odontología digital como en ortodoncia, prostodoncia, implantología y estética dental, pues esta brinda predictibilidad, confianza, precisión y ahorro de tiempo a los pacientes. (19)

Para esta investigación, los autores han definido como “pieza sensible”, aquella pieza dental precolombina con modificaciones las cuales representan para la historia un gran valor cultural y científico; y que, por la cantidad tan reducida que se ha encontrado en el territorio y por las condiciones en las que se preservan, requieren de un tratamiento especial de manipulación.

Por todo lo anteriormente mencionado, se establece como objetivo principal de este trabajo, el analizar y registrar de forma digital datos de piezas sensibles con modificaciones dentales hallados en el sitio Jícaro del territorio costarricense y poder brindar una perspectiva odontológica a la investigación arqueológica.



The role of dentists in precolumbian dental modifications digital analysis: the experience from Jicaró, Costa Rica

Abstract

In the study of sensitive dental pieces preservation is vital but also access to modern non-invasive studies that allow the researcher to go beyond what can be seen and it is here where the new digital dentistry technologies applied to these pieces can contribute greatly. The aim of his study is to highlight the role of dentists using digital techniques to study precolumbian sensitive dental teeth with dental modifications. Objective: Analyze and digitally record data of sensitive pieces with dental modifications found in the Jicaró site of the Costa Rican territory and be able to provide a dental perspective to archaeological research. Methodology: Through three phases: 1. cleaning of sensitive parts with dental materials and instruments; 2. radiological study that consisted of taking a lateral and anteroposterior digital radiography, as well as a cone beam tomography (Veraviewepocs 3D R100 by J Morita) with low exposure parameters of 70kV and 5mA for the radiographic study and 90kV and 3mA for CT scans; 3. Imaging study with the CEREC Sirona Omnicam intraoral scanner on all surfaces. These data were extracted in a .STL format in order to print a high-fidelity digital 3D model. Impressions of sample # 2 were taken with PVS (3M ESPE Express) and cast in polyester resin (Cristafix Resin, PoliCraft). Finally, they were mounted in plastic hemiarcade-type trays for better manipulation and visualization. Results: The samples consisted of bone remains composed of maxillae and mandibles, skulls and dental pieces disarticulated of their alveolus, a total of 17 teeth presented different types of modifications, the loss exhibits sharp limits and compromises enamel and dentin, without exposure of the pulp chamber in the majority of the cases. In addition, widening of the periodontal ligament, loss of root dentin, mainly in the apical third, and loss of alveolar support were observed. The most common modifications found in this study correspond to type A1 and C6, which have a V and \wedge shape respectively. When they were scanned, three-dimensional images of all the samples were obtained where the anatomy of the pieces, their texture and shape, in addition to the dental modifications present, were appreciated in detail. When sample #2 was cleaned, released from the ground and then stabilized, its



palatal surface could be properly analyzed and the finding of shovel incisor was observed. The impression and anatomical crowns with modifications obtained with the polyethyl resin was a scale replica with great sharpness and definition. Conclusion: The current digital techniques of modern dentistry can be merged with archeology in studies of sensitive pieces to digitize, archive, study and reproduce in order to reduce their mobilization and manipulation when carrying out studies. Additionally, the generated files ca be analysed in a three-dimensional way, which enables modification and visualization of the images in depth, without manipulating the original specimens

Introduction

Digitalization of dental records, computer assisted imaging techniques and virtual treatment planning or simulations, have revolutionized the clinical practice. Therefore, understanding of technology and the manipulation of such images is crucial (1).

This digital treatment workflow can be applied to all fields of dent maxillofacial practice. The use of such 3D interactive planning environments has been found to help reduce treatment complications (2) by improving accuracy.

With the introduction of many new Computed Aided Materials (CAM), laboratory procedures have become more efficient and immediate, treatments have become more precise and widespread, making it more comfortable for the patient, reducing the number of visits, while generating a more predictable aesthetic outcome. (3,4)

Aesthetic odontology is a relatively modern part of dentistry, even though this concept is quite ancient on this area. In today's world, white, properly shaped, well-aligned teeth constitute the standard for beauty. In this ideal, those teeth which fit the standards for beauty are not only considered to be aesthetically pleasant, but indicate health, hygiene, economic and cultural status, in addition to playing a clear role in self-esteem, social relations and the individual's sexuality. (5)



For this study the authors rather use the term dental modifications (transformation) or dental decoration than the word “mutilations” to describe perhaps one of the most frequent deformed, transformed, or disfigured body part. Non-therapeutic dental mutilation is common and varied. It consists of breaking, filing, sharpening, inlays, crown removal, avulsion, dyeing, colouring, changing position, piercing the teeth, etc (7) and it has been studied among populations worldwide. These works are generally located on the antero-superior group of teeth and several authors have classified the different types of dental modifications in accordance with modification patterns. Romero's classification will be the reference used for this study (9, 10, 11).

In the study of sensitive dental pieces -in this case with modifications-, preservation is vital but also the access to modern non-invasive studies that allow the researcher to go beyond what can be visually appreciated, here is where the new digital dentistry technologies can contribute greatly. The aim of his study is to highlight the role of dentists using digital techniques to study precolumbian dental modifications.

Methodology

This research was carried out on pieces collected during several excavations in the Jicaro archaeological site in Costa Rica, belonging to the collections of the Costa Rica National Museum. The samples were chosen to be part of this work through inclusion and exclusion criteria (Table 1). All the specimens were handled as sensitive material, with the careful and respectful treatment they deserve, following the provisions of the Code of Professional Ethics of the International Council of Museums -ICOM- sections 2.5, 3.7 and 4.3.

Once the specimens were selected, they went through a cleaning process, with the help of dental instruments used for periodontal treatments, and an alcohol solution at a concentration of 90-96° diluted with water, in a 50/50 ratio, thus avoiding losing valuable information, without



affecting the archaeological evidence and fully conserving the heritage. At this same stage, a digital photography record was taken to document the state in which the samples were before and after the process.

All digital studies were performed at the University of Costa Rica, at the School Of Dentistry. Dental pieces of sample #3 were cleaned once again and stabilized in a hemi-arcade tray with vinyl polysiloxane heavy and light impression material, Express 3M ESPE. Dental Products.

The radiographic evaluation of the specimens consisted in digital lateral and anteroposterior radiography, as well as a cone beam computed tomography (Veraviewepocs 3D R100 equipment from J Morita) on each sample. Low exposure parameters were used for the studies since the samples lacked soft tissues, being 70kV and 3mA for X-rays and 80kV and 3mA for CT scans. The samples were placed in a 17mm diameter plastic cylindrical container, and stabilized with polyurethane foam, with a density of 11kg/m³ and a thickness of 1 inch.

Moreover, a macroscopic analysis of the dental modification using an intraoral scanner (Omnicam, CEREC Sirona) was done. The images were visualized in all the surfaces (occlusal, anterior, posterior, lateral right and left) and extracted in a .STL format.

	Sample #1	Sample #2	Sample #3	Control Sample
Box	209/457	4/457	1/457	213/457
Tray	46-212	19-21-15/16C OP 19	Ent 11 / N50W48/ OP 19	46-224
Ind	#1	#2	not specify	#2
Description	upper and lower jaw (clean) with modification teeth	upper and lower jaw (embedded in ground) with modification teeth	upper and lower separate teeth with dental modifications	upper and lower jaw with teeth without dental modifications

Table 1. Description of the samples found according to box, tray, number of individuals and findings

Results

Radiograph evaluation: the samples consisted of human bone remains composed of maxillae and mandibles, skulls and dental pieces disarticulated from their alveolus. A total of 17 teeth presented modifications; an important loss of coronary tissue with sharp limits and compromised enamel and dentin without exposure of the pulp chamber was observed in most samples. The most common modifications found in this study correspond to type A1 and C6, which have a V and Δ shape respectively.

The control sample consists of a maxilla and mandible with unmodified teeth. Both specimens were partially edentulous.

Sample #1 consisted of a maxilla and mandible with dental modifications. In the maxillary specimen, a disjunction of the palatal processes was observed at the level of the middle palatal suture. The mandibular specimen was a partially edentulous specimen that included the symphysis,



body and part of the left mandibular angle, in which a loss of structure was observed in the left extreme.

Sample #2 consisted of a maxilla and mandible, composed of multiple teeth with and without modifications, embedded in the ground. Teeth were carefully extracted, cleaned, and stabilized in plastic trays for study. They presented significant loss of enamel as in dentin without pulp exposure, in addition to loss of root dentin mainly in the apical third. A1 and C6 were the main two modifications found in this sample, present in 3 teeth each, and a single tooth with F1 type modification.

Sample #3 was composed of a bony skull with the maxillary and mandibular bone, both with modified teeth; both arches were immersed in the ground and collapsed transversely.

Scan and 3D imaging results: Images of sample #1 teeth with modifications are visible in the 3D volume rendering, this corresponds to modifications A1 in pieces 3.1, 3.2 and 3.3, modification C5 was found in piece 1.2. The thickness of the wear for these modifications was observed in an occlusal view, and the rounded contour of the definition of the margins was appreciated.

Sample #2, consisted of the pieces already assembled on a white plastic half-tray and the base of two different silicones. Also different teeth's colorations and textures with their respective modifications were noted. The coronal anatomy of the pieces with morphological features such as shovel incisors were appreciated; also the palatal fosses had different anatomy. Enamel fracture lines were observed in both the vestibular and palatal central incisors, but only invoice lines on the palatine side. In an incisal view, the enamel and dentin thicknesses were observed with different colors depending on the level of coronal cut at which the dental modification had reached. Therefore, towards the incisal edge, enamel was observed, and in the depth of the cut, dentinal tissue was observed in the centre. This was appreciated in the central notch of modification A1



and on the lateral arms of modification C2 on the sides. In the same sample, but in the lower pieces, the image looks less sharp and there is a greater amount of ground between the pieces. The cuts of the modifications were well appreciated in all the views.

Due to the state of conservation of sample #3, it exhibited a very realistic disposition of the anatomic structures, as upper and lower dental pieces were embedded in the ground resembling the dental arches. No bone was observed in any view, neither maxillary nor mandibular, only the anatomical crowns and roots and the dirt that surrounded them were appreciated. Like the images of the previous samples, the dental modifications (A1 in piece 3.2, C5 in piece 3.1, B6 in piece 4.1 and C6 in piece 4.2) and details of the crowns, such as textures and shapes were noted. In the palatal view of anterior teeth, the crowns were not entirely depicted, only their incisal third, but in the posterior pieces the entire occlusal surface was appreciated. In most of the pieces it was possible to see the extension of the root buccally since it is not covered by bone or dirt.

In the control sample, intact pieces of both arches were observed, with loss of the vestibular cortices in certain pieces, a correct angulation of these within the alveolar bone, the macroscopic anatomy and the texture of the dental surfaces, as well as wear of occlusal surfaces, characteristic of ancient populations. It was possible to observe ground inside the bone irregularities and the empty alveoli of the missing teeth. Captures were obtained on all possible surfaces (vestibular, incisal and palatal).



Discussion

Cleaning of sensitive dental pieces was done with curettes and scrapers which are used to remove tartar in dental appointments. In this study, it was possible to do an initial cleaning, removing dirt from its roots and crowns using these instruments, cleaning brushes of different thicknesses, gauze and rounded fine tip and a cylindrical extra-fine tip dental applicators (brushes of different thicknesses and shapes that adapt and reach places that are difficult to access). The authors consider that these instruments can increase the cleaning options for archaeological artifacts such as ceramics and bone, contrary to curettes and periodontal scalers, which, due to their sharpness, should only be used on dental pieces.

The digital scan of each sample allows to observe the dental modifications in 3D since the software allows to move the object in all directions, enlarge it to see details or decrease it to obtain a general view, however, the software used is limited in terms of tool options since it is programmed to design dental crowns and bridges. For more study options, as flipping the pieces, enlarging them, reducing them, cutting them, making measurements, or even redesigning them, it is recommended to import the .SLT file in the free software called Meshmixer.

In sample #2, once teeth were separated and cleaned from the ground, the palatal surfaces could be observed and enable its study in 360°. This demonstrates the advantage and opens more study possibilities compared to its original state, since morphological features could be observed that were not noticeable on the vestibular surface (shovel incisors and shape of the palatine fossae).

This 3D scan allows the evaluation of sensitive pieces without having excessive manipulation or removing them from the museum's collections and transferring them to another site. The digital macroscopic study offers to share images and archive them in a safe and non-invasive way.



The assembly in a plastic hemitray with PVS bases, a material whose mechanical properties allow its stability over time, with a low capacity to deform and a safe and practical handling in contrast to other elastomeric materials for dental use, does not destroy or modify the roots of the pieces and can be separate without damage. It is a non-porous material so it will not fill with mold if it is stored nor will it disintegrate over time. It also has the advantage that X-rays can be taken and the roots observed as the radiological study was carried out. It is therefore the material that the authors recommend to preserve sensitive pieces.

3D printing allows samples to be manipulated without having to manipulate the original parts. This print is a true copy in size and shape. Tests or simulations could be carried out on these prints, maintaining the integrity of the original samples. However, they do not have the hardness of tooth tissue nor can they reproduce their color. Being layers of 0.100 microns it is possible to give an almost exact detail of the anatomy and depending on the use this thickness could be increased or decreased.

The .STL file imported into the Meshmixer software allows that when the samples are printed, they can be modified as desired, allowing the researcher to propose different scenarios.

Conclusions

Radiology is a useful tool to reveal information that is not perceptible to the naked eye, such as: bone densities, mutations, pathologies, modifications, among others. In addition, it is a technique that allows the study of the remains without damaging or causing any alteration. In this investigation, the cone beam computed tomography technique was used as a non-invasive evaluation of human remains.

Intraoral scanning is a dental technique not widely used in archaeology, but it offers an important advantage in the conceptualization and understanding of dental modifications. Those



alterations can be observed during digital scanning in 3D, from various directions and sizes, and unravelling details not previously visible, at the same time it is an important tool to digitally save information and the software allows users to modify and add more information in order to visualize entire or different scenarios. It also gives the possibility to print replicas of the samples to scale by using a 3D printer or casting of impressions in resin.

The authors conclude that the contribution that digital dentistry can bring in the digitization, conservation and study of sensitive archaeological pieces makes it worthwhile to continue working both disciplines to better know and understand the pre-Columbian cultures that inhabited our territory.

References

1. B. Vandenberghe. The digital patient – Imaging science in dentistry. *Journal of Dentistry* 74 (2018) S21–S26
2. K. Verstreken, J. Van Cleynenbreugel, G. Marchal, I. Naert, P. Suetens, D. van Steenberghe, Computer-assisted planning of oral implant surgery: a three-dimensional approach, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 11 (1996) 806–810.
3. D. Fasbinder, Using digital technology to enhance restorative dentistry, *Compend. Accuracy Analysis of Optical Intraoral Imaging of Tooth Preparations and Their* *Contin. Educ. Dent.* 33 (2012) 666–668 (670 672 passim).
- 4 M. Kollmuss, S. Kist, J.E. Goeke, R. Hickel, K.C. Huth, Comparison of chairside and Occlusion, EADMFR, Leipzig, Germany, 2012.



- 5.E. Labajo González, B. Perea Pérez, J. A. Sánchez Sánchez, M. Mar Robledo Acinas. Dental aesthetics as an expression of culture and ritual. *British Dental Journal*. Vol 208 No 2. Juan 23 2010
6. Tiesler V, Ramírez M, Oliva I. Técnicas de decoración dental en México. *Actual Arqueol* 2005; 2: 18–24.
7. Tiesler V. Head shaping and dental decoration among the ancient Maya: archaeological and cultural aspects. Paper presented at 64th. Meeting of the Society of American Archaeology. Chicago, 1999.
8. Romero J. Últimos hallazgos de mutilaciones dentarias en México. *Anales del Instituto Nacional de Antropología e Historia*. México 1960; XII: 151-215.
9. Romero J. Recientes adiciones a la colección de dientes mutilados. *Anales del Instituto Nacional de Antropología e Historia*; 1965 México: 199-201.
10. Romero J. Catálogo de la colección de dientes mutilados prehispánicos, IV parte. Instituto Nacional de Antropología e Historia; 1986 (Colección Fuentes), México.



METODOLOGÍA

El presente trabajo final de graduación “Análisis de trabajos odontológicos en dientes precolombinos en Costa Rica” es parte del Proyecto de Investigación del mismo nombre aprobado bajo el oficio DG-634-2018 del Museo Nacional de Costa Rica y fue realizado por estudiantes de último año de la carrera Lic. en Odontología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Costa Rica y profesores asesores e investigadores del proyecto.

Esta investigación es un trabajo de tipo descriptivo in vitro, fue realizado en piezas recolectadas durante diversas excavaciones en años pasados en el sitio arqueológico Jícaro, y que en la actualidad son pertenecientes a las colecciones del Museo Nacional de Costa Rica. Todos los ejemplares fueron manejados como material sensible, con el trato cuidadoso y respetuoso que se merecen, siguiendo lo establecido por el Código de Ética Profesional del Consejo Internacional de Museos -ICOM- apartados 2.5, 3.7 y 4.3. (12)

Las muestras fueron escogidas para ser parte de este trabajo por medio de criterios de inclusión y exclusión. Se seleccionaron 4 muestras (tabla 1)



Tabla 1. Descripción de las muestras halladas según caja, bandeja, número de individuo y hallazgos.

	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3	Muestra Control
Caja	209/457	4/457	1/457	213/457
Bandeja	46-212	19-21-15/16C OP 19	Ent 11 / N50W48/ OP 19	46-224
Individuo	#1	#2	No señalado	#2
Hallazgos	Mandíbula y Maxila con modificaciones	Mandíbula y Maxila (unidas) con modificaciones	Cráneo con modificaciones en mandíbula	Cráneo

Una vez seleccionados los especímenes, estos pasaron por un proceso logístico de codificación, fotografía inicial y limpieza.

1. **Estudio macroscópico y limpieza:** La limpieza fue realizada con la ayuda de instrumentos especiales para fines odontológicos: raspadores y curetas periodontales, microaplicadores descartables de tamaño #1 y #3 (Medeco International Inc, Miami Fl. 33166)), explorador dental, pinzas de algodón y pinceles de diferente tamaño. Se utilizó una solución de alcohol a una concentración de 90-96° diluido con agua en una relación 50/50, evitando así perder información valiosa, sin afectar la evidencia arqueológica y conservando íntegramente el



patrimonio. (12) En esta misma etapa se realizó una toma de fotografías de los especímenes para documentar y conservar de manera visual el estado en el que se presentaban las muestras.

Posterior a la limpieza, las muestras fueron transportadas desde el Museo Nacional hasta la Universidad de Costa Rica, bajo vigilancia de dos custodios y siguiendo todos los estándares necesarios para garantizar así la integridad del patrimonio del Museo Nacional de Costa Rica y realizar los estudios.

2. Estudio radiográfico: A cada muestra se le realizó una radiografía digital lateral y una anteroposterior, así como una tomografía de haz cónico (Veraviewepocs 3D R100 & F40 de J Morita). Para los estudios se utilizaron parámetros de exposición bajos dado que las muestras no cuentan con tejidos blandos, siendo 70kV y 5mA para el estudio radiográfico y 90kV y 3mA para las tomografías. Las muestras fueron estabilizadas en el equipo utilizando espuma de poliuretano de densidad 11kg/m³ de 1 pulgada de espesor dentro de un recipiente de plástico cilíndrico de 17 mm de diámetro (imagen 1). Posteriormente, las imágenes obtenidas fueron evaluadas en la sala de interpretación de la Sección de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Costa Rica utilizando el programa One Volume Viewer de J. Morita.

3. Estudio de escaneo e impresión 3D: Consistió en dos etapas. El escaneo digital de las muestras fue realizado utilizando el escáner intraoral Omnicam de CEREC Sirona, el cual funciona por medio de la captura continua de imágenes y datos en todas las superficies (mesial, distal, oclusal, palatina). Posteriormente, estos datos son extraídos en un formato .STL para así poder imprimir un modelo 3D digital de gran fidelidad.

Una segunda etapa consistió en tomar impresiones de las piezas sueltas de la muestra #2 con material de impresión tipo polivinil siloxano de consistencia pesada y liviana (3M ESPE

Express, ISO 4823 Type 3, Dental Products 2510 Conway Avenue, St. Paul, MN 55144-1000 USA) y se vació en Resina Cristaflix que es un compuesto de resina poliéster y catalizador (PoliCraft distribuidora Rodin S.A de C.V Buena Suerte 51, Los Olivos, Tlahuax, C.P. 13210, Ciudad de México www.rodin.com.mx). Finalmente se montaron en cubetas plásticas tipo hemiarcada para una mejor manipulación y visualización.

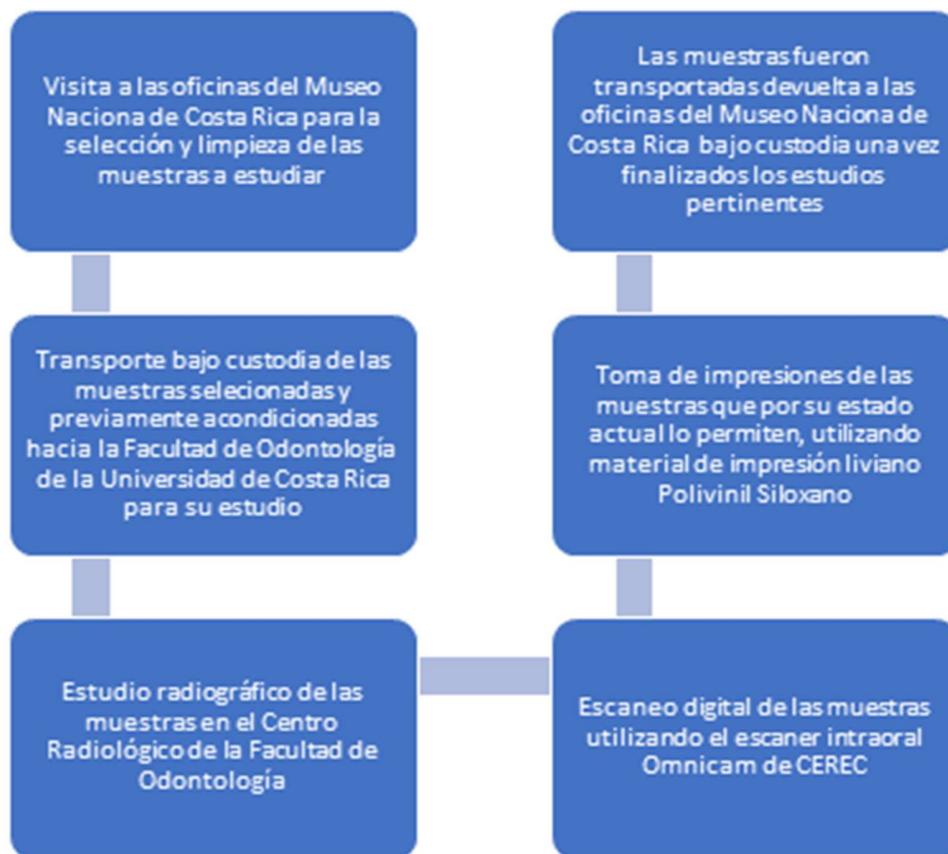


Diagrama 1. Diagrama de flujo del estudio de las muestras seleccionadas.



RESULTADOS

Con respecto al estudio radiológico, se presentan los resultados más relevantes de las tomografías. Todas las exposiciones fueron tomadas con un FOV de 100x80mm y Voxel isotrópico de 0.160 mm, con parámetros de exposición de 90 kV y 3mA.

La muestra control se compone por una maxila y mandíbula con piezas dentales sin modificaciones. El ejemplar maxilar es parcialmente edéntulo, con pérdida de estructura en el paladar duro del lado derecho y tercio posterior. El ejemplar mandibular es parcialmente edéntulo, que se compone por una rama mandibular, ángulo, cuerpo y sínfisis.

La muestra #1 que consiste en una maxila y mandíbula con modificaciones dentales. En el espécimen maxilar se observó una disyunción de los procesos palatinos a nivel de sutura palatina media. El espécimen mandibular es una muestra parcialmente edéntula que incluye sínfisis, cuerpo y parte del ángulo mandibular izquierdo, en la cual se apreció la una pérdida de estructura en el extremo izquierdo.

En la Tabla 2 se resaltan los resultados de las piezas dentales 1.2, 3.1, 3.2 y 3.3, pues estas piezas presentan modificaciones dentales.



Tabla 2. Descripción de hallazgos radiográficos por pieza dental en la Muestra 1.

Pieza Dental	Corona	Morfología Radicular	Reborde Óseo	Espacio del Ligamento Periodontal	Clasificación de la modificación según Romero
Pieza 1.2	Pérdida de estructura dental coronaria en ángulo disto incisal y en superficie mesial y ángulo mesio-incisal, de límites netos y extensión hasta dentina	Dilaceración radicular hacia distal en tercio apical.	Pérdida de continuidad de la tabla ósea vestibular a nivel de tercio medio.	Ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal apical.	C5
Pieza 3.3	Pérdida de estructura coronaria en zona mesio-incisal, disto-incisal, de límites netos y en cervical lingual, a descartar caries cervical radicular.	Pérdida de estructura radicular en tercio apical, flanco lingual, compatible con reabsorción radicular externa.	Pérdida avanzada de altura de reborde óseo en vestibular y moderada en lingual.	Ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal apical.	B2



Pieza 3.2	Pérdida de estructura coronaria en borde incisal, con compromiso de esmalte y dentina, en forma de “V” con mayor acentuación en la parte media de la corona.	Sin hallazgos relevantes	Pérdida ósea leve vestibular y distal, moderada en lingual. Cálculo dental.	Sin hallazgos relevantes	A1
Pieza 3.1	Pérdida de estructura coronaria en borde incisal, con compromiso de esmalte y dentina, en forma de “V”, con mayor acentuación en la parte media de la corona.	Extruida, retro inclinada, signos de luxación extrusiva.	Pérdida ósea moderada excepto en lingual donde es avanzada. Cálculo lingual.	Espacio del ligamento periodontal aumentado en apical y vestibular.	A1



La muestra #2 está formada por una maxila y mandíbula con modificaciones en piezas dentales. En la Tabla 3 se presentan los resultados de las piezas dentales 1.2, 1.1, 2.1, 2.2, 3.3, 3.2, 3.1, 4.1 y 4.2 cuyas coronas fueron modificadas.

Tabla 3. Descripción de hallazgos radiográficos por pieza dental en la Muestra 2.

Pieza Dental	Corona	Morfología Radicular	Reborde Óseo	Espacio del Ligamento Periodontal	Clasificación de la modificación según Romero
Pieza 1.2	Pérdida de estructura dental coronaria en ángulo disto-incisal limitada a esmalte y en ángulo mesio-incisal que compromete esmalte y dentina de bordes liso.	Contorno apical roto.	Sin hallazgos relevantes	Sin hallazgos relevantes	A1



Pieza 1.1	Pérdida de estructura dental coronaria de bordes definidos en ángulo disto-incisal y ángulo mesio-incisal limitada a esmalte y a nivel medio del borde incisal se extiende hacia la dentina, mostrando estrecha proximidad al cuerno mesial de la cámara pulpar.	Pérdida de estructura radicular del tercio apical de borde biselado.	Sin hallazgos relevantes	Sin hallazgos relevantes	A1
-----------	--	--	--------------------------	--------------------------	----



Pieza 2.1	Pérdida de estructura dental coronaria de bordes definidos en ángulo disto-incisal y ángulo mesio-incisal limitada a esmalte y a nivel medio del borde incisal se extiende hacia la dentina.	Pérdida de estructura radicular del tercio apical y medio de borde romo.	Sin hallazgos relevantes	Sin hallazgos relevantes	A1
Pieza 2.2	Pérdida de estructura coronaria de bordes definidos en ángulo mesio-incisal con compromiso de esmalte y dentina y disto-incisal limitado a esmalte.	Pérdida de estructura radicular a nivel de tercios apical, medio y parte del tercio cervical de borde biselado.	Sin hallazgos relevantes	Sin hallazgos relevantes	A1



Pieza 3.3	Pérdida de estructura coronaria en cúspide y en ángulo mesio-incisal, de límites netos y limitada a esmalte.	Pérdida de estructura radicular a nivel de tercios apical, medio y parte del tercio cervical, extremo curvado.	Se aprecia hueso alveolar de soporte en flanco distal.	No se aprecia el espacio del ligamento periodontal en distal. Ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal en mesial.	F1
Pieza 3.2	Pérdida de estructura dental en borde incisal además de pérdida de estructura en ángulos mesio-incisal y disto-incisal, de límites definidos o netos, que comprometen esmalte y dentina.	Pérdida de estructura radicular en tercio apical.	Se aprecia hueso alveolar de soporte en todos los flancos excepto parte de la superficie vestibular.	Espacio del ligamento periodontal adelgazado.	C6



Pieza 3.1	Pérdida de estructura coronaria en borde incisal y en ángulos mesio-incisal y disto-incisal, de límites definidos o netos que comprometen esmalte y dentina.	Pérdida de estructura radicular en tercio apical.	Se aprecia hueso alveolar de soporte en todos los flancos excepto en la superficie Vestibular.	Espacio del ligamento periodontal adelgazado y no visible a partir del tercio medio.	C6
-----------	--	---	--	--	----



Pieza 4.1	Pérdida de estructura coronaria en borde incisal y ángulos mesio incisal y disto-incisal de límites definidos o netos y limitadas a esmalte. Además, se observa un trazo radiolúcido en tercio medio coronario, de disposición oblicua, que se asocia a escalón en el contorno labial y lingual coronarios con compromiso pulpar.	Pérdida de estructura radicular en tercio apical.	Hueso de soporte alveolar remanente.	Ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal mesial.	C6
-----------	---	---	--------------------------------------	--	----



Pieza 4.2	Pérdida de estructura coronaria en borde incisal y ángulos mesio incisal y disto-incisal, de límites definidos o netos con compromiso únicamente de esmalte en distal y de esmalte y dentina en mesial.	Pérdida de estructura radicular en tercio apical	Hueso de soporte alveolar remanente.	Ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal mesial.	C6
-----------	---	--	--------------------------------------	--	----

La muestra #3 está compuesta por un cráneo óseo con el hueso maxilar y hueso mandibular, ambos con piezas dentales modificadas; ambas arcadas se encontraban inmersas en tierra y se apreciaban colapsadas en sentido transversal. En la Tabla 4, se muestran los resultados de las piezas dentales 3.2, 3.1, 4.1 y 4.2 con modificaciones dentales.

Tabla 4. Descripción de hallazgos radiográficos por pieza dental en la Muestra 3.

Pieza Dental	Corona	Morfología Radicular	Reborde Óseo	Espacio del Ligamento Periodontal	Clasificación de la modificación según Romero
Pieza 3.2	Pérdida de estructura dental del borde incisal.	Sin hallazgos relevantes	Pérdida avanzada de soporte óseo por vestibular.	. Espacio del ligamento periodontal adelgazado en lingual.	A1



Pieza 3.1	Pérdida de estructura dental del borde incisal.	Sin hallazgos relevantes	Pérdida de soporte óseo avanzado en vestibular y leve en distal.	Ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal en lingual y mesial.	C5
Pieza 4.1	Perdida de estructura coronaria en ángulo disto-incisal con compromiso de esmalte y dentina.	Pérdida de estructura radicular a nivel de tercio apical.	Pérdida de soporte óseo avanzado en vestibular y leve en distal.	Sin hallazgos relevantes	B6
Pieza 4.2	Pérdida de estructura dental coronaria en ángulos mesio-incisal y disto-incisal, de límites definidos o netos y limitada a esmalte.	Sin hallazgos relevantes	Pérdida de soporte óseo moderada por vestibular y leve por distal.	Sin hallazgos relevantes	C6



En el estudio de escaneo digital en las imágenes de la muestra #1 se pueden observar las tres piezas con modificaciones en una imagen 3D, esta corresponde a las modificaciones A1 las piezas 4.1 y 4.2 y en la pieza 4.3 la modificación C3. Se observa una pérdida de altura ósea hasta tercio medio radicular y los alvéolos vacíos de las piezas contiguas. Se observa en una vista oclusal el grosor de los desgastes para dichas modificaciones y se aprecia el contorno redondeado de la definición de los márgenes. Se observa el resto radicular de la pieza 4.6 y una diferencia de altura para la pieza 4.3.

En las imágenes escaneadas de la muestra #2, se observan las piezas ya montadas sobre una hemicubeta plástica (color blanco) y la base de dos colores distintos correspondientes a las siliconas pesada (color naranja) y liviana (color verde). Se aprecia la anatomía coronal de las piezas y se notan las diferentes coloraciones y texturas de estas.

En las imágenes de las piezas superiores se observan además el rasgo anatómico conocido como: incisivos en pala. Las fosas palatinas son distintas ya que la pieza 1.2 por palatino tiene una fosa tipo 2 muy profunda y la pieza 2.2 tiene una forma de fosa tipo 3. Se observan líneas de fractura del esmalte tanto en vestibular como palatino de centrales, pero solo líneas de fractura en palatino de laterales. En una vista incisal se observan los grosores de esmalte y dentina con diferente color según el nivel de corte coronal al cual haya llegado la modificación dental. Por lo que más hacia el borde incisal se observa en su mayoría esmalte y en la profundidad del corte se observa en el centro tejido dentinal. Esto se aprecia en la muesca central de la modificación A1 y en los brazos laterales de la modificación C2 de los laterales.

En las imágenes de esa misma muestra, pero de las piezas inferiores, la imagen se ve menos nítida y se observa mayor cantidad de tierra entre las piezas. Los cortes de las modificaciones se aprecian bien en todas las vistas.



Con respecto a las imágenes de la muestra #3, se logran observar de una forma muy real, el estado de conservación en el que se encuentra, es decir, piezas superiores e inferiores incrustadas en tierra. No se observa hueso en ninguna vista, ni maxilar ni mandibular, si no, únicamente se aprecian las coronas y raíces anatómicas y la tierra que las rodea. Al igual que las imágenes de las muestras anteriores, se notan las modificaciones dentales (A1 en pieza 3.2, C5 en pieza 3.1, B6 en pieza 4.1 y C6 en pieza 4.2) y detalles de las coronas tales como texturas y formas. En la vista palatina de las piezas anteriores no se observan las coronas en su totalidad, si no nada más el tercio incisal, pero en las piezas posteriores si se aprecia la totalidad de la superficie oclusal. En la mayoría de las piezas, se logra ver tora la extensión de la raíz por vestibular, ya que no está cubierta ni por hueso ni por tierra.

En la muestra control se observan las piezas intactas de ambas arcadas, con pérdida de las corticales vestibulares en ciertas piezas, se nota una correcta angulación de estas dentro del hueso alveolar, la anatomía macroscópica y la textura de las superficies dentales, así como el desgaste de las superficies oclusales característicos de las poblaciones antiguas. Inclusive se llega a observar tierra dentro de las irregularidades del hueso y se pueden observar los alvéolos vacíos de las piezas ausentes 1.5, 2.3 y 2.4 y en el arco inferior la ausencia de 4.1,4.2, 4.3 y 4.4. Se obtuvieron tomas en todas las superficies posibles (vestibular, incisal y palatino). Se observa el desgaste en las superficies oclusales de las molares presentes en la vista oclusal y la presencia de caries en molares 3.7 y 4.7 y la tercera molar inferior semierupcionada.



DISCUSIÓN

Durante el curso de esta investigación, se recolectaron cuatro muestras provenientes del sitio arqueológico Jícaro, pertenecientes al Museo Nacional. De estas cuatro muestras, tres ejemplares presentan piezas dentales con modificaciones y un ejemplar que fue utilizado como control. Tomando en cuenta que los tres ejemplares cuyas piezas tienen modificaciones dentales están constituidos por maxila y mandíbula se logró una muestra de 17 piezas con modificaciones dentales. Dentro de este grupo de piezas la modificación dental más común, de acuerdo a la clasificación de Romero (12), es el tipo A1 con un total de 7 piezas y las menos comunes fueron los tipos B2, B6 y F1 con una pieza dental cada uno.

El MN establece, dentro de las etapas de trabajo para el tratamiento y manejo de colecciones arqueológicas, protocolos para realizar la limpieza de los especímenes una vez que son retirados del sitio arqueológico. En el caso de restos óseos, se destaca la importancia de realizar la limpieza con sumo cuidado, ya que un descuido o falta de delicadeza puede llevar a la pérdida de información contenida en la superficie. La limpieza se realiza con esponjas, torundas de algodón y/o brochas-pinceles, se evita el uso de instrumentos filosos y cepillos duros que puedan rayar las superficies óseas. (16)

Por lo tanto, la limpieza de las piezas sensibles se realizó con curetas y raspadores que se utilizan para remover el cálculo dental o sarro de los pacientes de odontología. Estos instrumentos cuentan con la angulación adecuada en su parte activa para poder remover el sarro de forma fácil y cómoda ya sea en dientes anteriores como posteriores. En este estudio se pudo hacer una limpieza inicial, removiendo sarro, pero sobre todo tierra de sus raíces y coronas utilizando estos instrumentos y una limpieza más detallada utilizando pinceles de diferentes grosores, gaza y



aplicadores de uso odontológico que tienen la característica de ser como cepillos muy finos con diferentes grosores y formas que se adaptan y llegan a lugares de difícil acceso. Los autores consideran que estos instrumentos odontológicos pueden aumentar las opciones de limpieza de artefactos arqueológicos como cerámica y hueso, no así las curetas y raspadores periodontales que por su filo deberían solo usarse en piezas dentales.

Otras metodologías como lupas, luz blanca, calibradores digitales o microscópicos estereoscópicos pueden ser utilizados para analizar la corona dental desde ángulos proximales y oclusales para obtener mejor información sobre la presencia, forma, color, superficie y otras características de la modificación dental. (17)

Para realizar los análisis de cada muestra fue necesario estabilizarlas de manera que pudieran ser transportadas hacia los equipos de radiografía y de escaneo digital. Para la muestra #2, se realizó un montaje en hemicubeta plástica y bases de polivinilsiloxano ya que por sus propiedades mecánicas permiten su estabilidad en el tiempo, tiene baja capacidad de deformarse y una manipulación segura y práctica, en contraposición con otros materiales elastoméricos de uso odontológico. Este tipo de material no destruye o modifica las raíces de las piezas y puede eventualmente separarse de ellas sin dejar daños. Es un material no poroso por lo que no se llenará de moho si está guardado o no se irá desintegrando con el paso del tiempo. Presenta además la ventaja que pueden tomarse radiografías y observar la raíces tal y como se realizó el estudio radiológico. Es por tanto el material que los autores recomiendan para preservar piezas sensibles.

Las muestras #1, #2 y muestra control fueron colocadas dentro de un recipiente de plástico redondo con una dimensión de 17 cm de diámetro y 18.5 cm de alto sobre unas espumas de poliuretano de 1 pulgada de grosor de la densidad más baja disponible, para así evitar la generación de una imagen radiográfica que pudiese obstaculizar el análisis de los especímenes, las cuales



fueron colocadas en la base del recipiente y otras colocadas en forma de cuña, bajo los especímenes para estabilizar el plano oclusal de los mismos, así como también para brindar estabilidad, protección y altura a los especímenes durante la toma de las radiografías y tomografías, ya que por asimetría y forma de las muestras estas no contaban con un soporte adecuado. El método de estabilización de las muestras sensibles utilizado durante la prueba de tomografía de haz cónico en este estudio no pudo ser comparado con el método usado en estudios similares, pues en estos no se daba una explicación como tal como está estabilización fue realizada en dichas pruebas; sin embargo, por fines de reproducibilidad del estudio es importante su mención y explicación.

El estudio de restos humanos óseos encontrados en sitios arqueológicos con el uso de nuevas tecnologías de diagnóstico radiográfico y tomográfico tiene como nombre paleoradiología o paleo imagenología y puede revelar mucha información que no es perceptible a simple vista, densidades óseas, mutaciones, patologías, modificaciones, entre otras, son una pequeña mención de las muchas aplicaciones que estas herramientas pueden tener al ser usadas en el estudio arqueológico.

A diferencia de la radiografía convencional, que utiliza un tubo fijo de rayos X que captura una única imagen en un momento determinado, la tomografía computarizada utiliza una fuente motorizada de rayos X que gira alrededor del objeto de estudio, procesa y almacena las imágenes o cortes tomados de manera sucesiva en una computadora y forma una imagen tridimensional que permite más fácilmente la ubicación y localización de estructuras y patologías en el objeto estudiado.

Los rayos X fueron utilizados por primera vez en restos humanos en el año 1896 por Carl Koenig, un físico alemán, tan solo un año después del descubrimiento de los rayos X por el científico William Röntgen. Las primeras imágenes publicadas por el físico Koenig en su estudio



fueron de restos egipcios momificados de la rodilla de un niño y de un gato. Así también, las primeras tomografías computarizadas de restos humanos fueron realizadas en el año 1977, como es de esperar, los cambios diagenéticos, estructurales, procesos de extracción y desecación de los órganos y tejidos restantes, incluido el hueso, provocan problemas de interpretación y confusión en su estudio debido al deterioro generado por su antigüedad y el daño causado por los factores ambientales (21).

En el estudio “Analysis of human dentition from Early Bronze Age: 4000-year-old puzzle”, se presenta la primera investigación paleodontológica de restos humanos de un sitio arqueológico en Europa Central que data de la edad de Bronce antigua y es atribuida a la cultura Strzyzow. En 2008, se descubrió un cementerio en Rogalin, Polonia Oriental. Para el año 2012, los arqueólogos de Stanislaw Staszic del Museo en Hrubieszow en cooperación con el Instituto de Arqueología de la Universidad Marie Curie-Skłodowska en Lublin habían ya descubierto 13 tumbas y hallados restos del esqueleto de 15 individuos correspondientes a 8 adultos, entre ellos 3 hombres y 5 mujeres y 7 niño (22).

Este estudio tuvo como objetivo principal la evaluación del estado dental, morfología y patologías dentales, así como el desgaste de los dientes y la hipoplasia del esmalte basada en inspección visual e investigación por medio de estereomicroscopía. La obtención de las imágenes del estudio se realizó por medios como radiografía 2D e imágenes CBCT o tomografía computarizada de haz cónico (22).

Entre los restos descubiertos, se hallaron 178 piezas permanentes y 13 piezas deciduas, para un total de 191 piezas dentales, algunas de ellas completamente fuera de su alvéolo y otras aún inmersas a las cavidades alveolares. Los fragmentos de las mandíbulas y maxilares de adultos y niños fueron apartados y gracias al buen estado de los dientes fue posible realizar el examen



odontológico a cada uno de ellos. Entre los hallazgos más relevantes se encontraron desgastes importantes, algunos de ellos con exposición pulpar, caries dental, patologías periapicales, espacios del ligamento periodontal ensanchados y pérdida de piezas dentales antemortem, además, tres individuos presentaron hipoplasia lineal del esmalte (22).

Además, se encontraron perforaciones intencionales en premolares y caninos de forma oval, de dimensiones aproximadas de 2 mm x 2.5 mm, lo cual también hace pensar que en una parte de su cultura estaban presentes algunas prácticas dentales, como decorados, mutilaciones o modificaciones de las piezas dentales (22).

También, con la ayuda de imagenología diagnóstica en la paleodontología, fue estudiada y reportada una cuarta molar supernumeraria en los restos de un individuo calcolítico en la cueva de “El Mirador” ubicada en el lado sur de la Sierra de Atapuerca, Burgos, España y está localizada a una altitud de 1033 m sobre el nivel del mar. El estudio titulado como “Supernumerary fourth molar and dental pathologies in a Chalcolithic individual from the El Mirador Cave site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain)” reporta el hallazgo de fragmentos de una maxila desarticulada y una mandíbula completa pertenecientes al mismo individuo, de acuerdo con rasgos y características de la mandíbula todo indica que los restos son pertenecientes a un individuo del sexo masculino (23).

El estudio se realizó por medio de inspección visual y tomografía computarizada de haz cónico, a simple vista se observó una pieza supernumeraria que podría denominarse según la nomenclatura clásica como 3.9 siendo una cuarta molar del cuadrante inferior izquierdo no erupcionada, presenta una morfología coronaria polilobulada de tres cúspides y una única raíz completamente desarrollada con su ápice cerrado y aunque el estudio se enfoca principalmente en el reporte del diente supernumerario por su baja prevalencia en la población actual que ronda el 0.1% al 3.4%, no ignora otras patologías presentes en el individuo, entre las que se puede



mencionar: caries dental con y sin afectación pulpar, lesiones periapicales, desgastes severos con pérdida importante de la corona dental con exposición de canales radiculares, cálculo dental, abscesos, lesiones de furca y enfermedad periodontal por pérdida significativa del hueso alveolar (23). En los especímenes evaluados en el presente estudio no se encontraron piezas dentales supernumerarias como en el caso reportado del individuo calcolítico en la cueva de “El Mirador” en España, sin embargo, las muestras sí exhibieron algunos hallazgos en común, como la presencia de caries dental, pérdida de hueso alveolar, lesiones periapicales y desgastes coronarios. Cabe resaltar que los encontrados por estos autores fueron severos, con exposición de cámara pulpar, mientras los hallados en el presente estudio fueron en su mayoría, limitados a dentina sin exposición de cámara pulpar.

Estudios similares también han sido realizados por investigadores mexicanos en un entierro exhumado en 1992 en Cuautla, Morelos del periodo posclásico tardío. En este estudio, se analizaron 10 mandíbulas y 6 maxilas correspondientes a 12 mujeres de edad adulta donde por medio de ortopantomografía digital y radiografía convencional se estudiaron las muestras. Los resultados arrojaron múltiples lesiones cariosas en esmalte dental, también, algunas lesiones cariosas mostraron avance hasta cavidad pulpar, incluso se lograron observar en dos de ellas, lesiones o abscesos periapicales. Así también reabsorciones óseas, atrición, cálculo dental, morfologías radiculares atípicas, giroversiones, modificaciones dentales intencionales, ausencias congénitas y supernumerarios fueron parte de los hallazgos relevantes de este estudio (24).

Llama la atención la alta presencia de caries dental en todos los diferentes especímenes estudiados en las diferentes investigaciones mencionadas, así como también en el presente estudio, ya que estas poblaciones carecían de una dieta cariogénica a diferencia de la actualidad donde los alimentos presentan alta cantidad de azúcares y excipientes cariogénicos. Continúa siendo la



enfermedad más frecuente a nivel oral, la misma si no es controlada a tiempo puede llegar a generar focos sépticos, afección pulpar, lesiones periapicales, abscesos, inclusive infecciones a nivel sistémico y afectar directamente la calidad de vida del que la padece, aún más en estas poblaciones antiguas que no presentaban el conocimiento científico, ni la tecnología diagnóstica y restaurativa con la que se cuenta en la actualidad.

Por otra parte, el escaneo digital de cada muestra permite observar las modificaciones dentales en 3D puesto que con el software se permite mover el objeto en todas direcciones, agrandar para ver detalles o disminuirlo para obtener una vista general; sin embargo, el software utilizado es limitado en cuanto a opciones de herramientas, ya que, aunque es un software dental, está programado para diseñar coronas y puentes dentales. Para obtener más opciones de estudio, llámese voltear las piezas, agrandarlas, disminuirlas, cortarlas, hacer mediciones o hasta rediseñarlas se recomienda la importación del archivo .SLT en el software de libre uso llamado Meshmixer (26)

La impresión en 3D permite manipular las muestras sin tener que manipular las piezas originales. Esta impresión es una copia fiel en cuanto al tamaño y la forma. En estas impresiones se podrían realizar pruebas o simulaciones que en las piezas originales no se podrían tal y como en el estudio de Harichane donde se reproducen modelos asombrosos tanto visualmente como en términos de longevidad. En ese artículo se explora cómo se puede resucitar la odontología estética maya con el uso de herramientas modernas que son fácilmente accesibles para los odontólogos de hoy. A través de diferentes flujos de trabajo, el autor reconstruyó un cráneo maya y sonrisas mayas utilizando imágenes 3D, escaneo intraoral e impresión 3D, así como un toque artístico manual. La utilización de modernos equipos tecnológicos permite satisfacer prácticamente cualquier demanda estética, actual o ancestral (25). Sin embargo, no tienen la dureza de los tejidos de las piezas



dentales ni pueden reproducir el color de estos. Al ser capaz de 0.100 micras se logra dar un detalle casi exacto de la anatomía y dependiendo del uso este grosor se podría aumentar o disminuir.

En la muestra #2 al separarlas y limpiarlas de la tierra se pudo observar las superficies palatinas de dichas piezas y poder así estudiarlas en 360°. Esto demuestra la ventaja y abre más posibilidades de estudios en comparación con su estado original ya que se pudo observar rasgos morfológicos que por la superficie vestibular no se notaban (incisivos en pala y forma de las fosas palatinas).

Este escaneo en 3D permite estudiar las piezas sensibles sin tener la necesidad de tocarlas o tener que sacarlas de las colecciones del museo y trasladarlas a otro sitio. El estudio macroscópico digital ofrece compartir imágenes y archivarlas de una forma segura y no invasiva. Sin embargo, al ser un software de uso odontológico en la muestra #3 las imágenes no se ven tan nítidas comparadas con las imágenes de la muestra control por la gran presencia de tierra en la cual dicha muestra está embebida, lo que para el software esto no es tejido duro como hueso o estructura dental ni tejido suave como sería la encía.

El archivo .STL importado al software de Meshmixer permite que a la hora de ser impresas las muestras estas puedan ser modificadas a conveniencia y el investigador pueda plantear diferentes escenarios y no solo la forma original.

A pesar de que la técnica de escaneo en 3D ofrece múltiples beneficios al no ser invasiva para realizar sobre piezas sensibles, no es una técnica que se haya utilizado en otras investigaciones o estudios de este tipo en Costa Rica. A diferencia de estudios en México, donde sí se ha hecho uso de escáneres intraorales para el estudio de la estética dental Maya, demostrando así los varios caminos que se pueden seguir luego del escaneo digital y que pueden contribuir a una mayor conceptualización y comprensión de las modificaciones dentales. (26)



Croix et al, en su estudio de 2020, logran una reconstrucción de una imagen en 3D de los moldes colgantes de la era Vikinga del imperio Ribe lo que les permitió visualizar y comprender un adorno extraordinario y ubicarlo en un contexto más amplio. Como ellos concluyen en su estudio se logró una mejor comprensión de los detalles que de otro modo serían difícilmente reconocibles a simple vista. El escalado exacto y la precisión geométrica de los modelos proporcionaron una herramienta poderosa para la comparación de características entre objetos fundidos y moldes, así como para el reacondicionamiento virtual y la alineación de artefactos fragmentarios. (20)

En la actualidad, se utilizan comúnmente varios métodos en arqueología y conservación del patrimonio cultural para la grabación y el modelado en 3D, fotogrametría o “Estructura a partir del movimiento” (SfM), escaneo láser y escaneo de luz estructurada (SLS) son los más comunes. Este tipo de estudios pueden llegar a tener una relevancia significativa en investigación de poblaciones antiguas, su cultura, sus costumbres e incluso sus patologías más prevalentes, conservando en forma de archivos digitales en sistemas computarizados copias fiables e imágenes de alta fidelidad de las muestras sin necesidad de mayor manipulación que pueda llegar a afectar la muestra original con valor histórico o incluso cuando son muestras categorizadas como patrimonio cultural, incluso, por medio de impresoras 3D estos archivos STL generados por medio del escaneo digital, pueden ser impresos en diferentes tipos de materiales para su estudio, creando así impresiones a escala de la muestra en investigación. Generando todo esto grandes aportes científicos al estudio de nuestro pasado y sobre las culturas que precedieron, por medio del uso de las nuevas tecnologías disponibles.

Al igual que Croxi et al consideramos que la elección del método debe adaptarse cuidadosamente al tipo específico de objeto, su tamaño, textura y nivel de detalle que se quiera



investigar ya que se es lo mismo si es una muestra con un cráneo completo, solo una mandíbula o piezas dentales sueltas.

Se confirma de la misma forma que Barzuna M. y Núñez A. en su libro, el grado de conocimiento avanzado sobre la anatomía dental que tenían nuestros aborígenes en la época prehispanica, debido a que se comprueba por medio de diferentes cortes, sagitales y oclusales, tratando de recuperar una tercera dimensión, que, en la mayoría de los casos, no llegaban a tocar el espacio del paquete vasculonervioso o cámara pulpar de dichas piezas. A diferencia de este estudio, y por contar un número menor de muestras, no se pudo establecer una posible hipótesis que plantee que dichas modificaciones fueran realizadas por un operador para generar un drenaje de una posible infección.

Desafortunadamente, durante el curso de la investigación, se tuvieron limitantes que no propiciaron el desarrollo de esta de la manera ideal. Primeramente, a pesar de que la colección Jícara del MN es una amplia colección, solamente seleccionamos 3 ejemplares cuyas piezas dentales tuvieron modificaciones dentales. Segundo, las muestras son material sensible perteneciente al estado costarricense que siempre deben ser custodiadas por el MN, lo cual requiere una coordinación con los trabajadores de dicha institución para poder manipularlas y transportarlas en tiempos de trabajo de solamente un día, queriendo decir que las pruebas deben hacerse todas en un solo día.

A lo segundo se le junta un tercer desafío, que es el hecho de que los equipos utilizados para realizar las pruebas son pertenecientes a la Facultad de Odontología (FO) y no pueden abandonar las instalaciones de esta, por lo que se requirió una gran coordinación entre ambas instituciones, trabajadores, docentes y estudiantes para realizar las pruebas en un tiempo limitado, sin dar espacio a cometer algún error en el que se tuviera que repetir alguna prueba.



Dentro de las principales fortalezas que tiene el presente estudio se encuentran el poder analizar de una forma más detallada las modificaciones dentales presentes en la población precolombina, estas eran piezas que se encontraban embebidas en barro donde no se podían apreciar en su totalidad. El estudio es altamente reproducible, ya que no destruye las muestras y permite la evaluación de múltiples piezas dentales a la vez, evaluaciones que estarán disponibles para futura referencia de manera digital y al alcance de todos.

Dado el resultado obtenido y lo provechoso que son para muchos campos de investigación, se podría recomendar el análisis de las muestras por medio de perfilometría, la cual permite el estudio de la rugosidad de la superficie y además una densiometría que permitiría estudiar la densidad que presentan los tejidos dentales después de unas modificaciones.



CONCLUSIÓN

A lo largo de esta investigación se pudieron fusionar dos disciplinas que parecieran no relacionarse de ninguna manera, como lo son la odontología- disciplina del área de la salud que se ocupa de la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de las enfermedades bucodentales que afectan a las personas-, y la arqueología- ciencia que estudia a la sociedad a través de arte, monumento, objetos y restos humanos-, al registrar y analizar piezas sensibles encontradas en el sitio arqueológico Jícaro del territorio costarricense.

Se aplicaron conocimientos, instrumentos, equipo y pruebas propiamente del área de la odontología demostrando cómo esta logra enriquecer y ampliar los descubrimientos sobre las poblaciones del pasado.

Durante el registro macroscópico, se realizó un conteo de 17 piezas con modificaciones dentales de los tipos: A1, B2, B6, C6, C5 y F1. Desde el inicio de la recolección de datos se pudo apreciar la fusión anteriormente mencionada, pues antes de iniciar con pruebas se realizó la limpieza de los especímenes con la asistencia de instrumental odontológico, específicamente de raspadores y aplicadores de uso odontológico que pueden facilitar la limpieza de piezas dentales en distintos grados y formas de conservación.

La radiología es una herramienta de diagnóstico utilizada en la arqueología y la odontología desde hace varias décadas. Es un estudio por imágenes que revela información que no es perceptible a simple vista, como: densidades óseas, mutaciones, patologías, modificaciones, entre otras. Además, de ser una técnica que permite el estudio de los restos sin dañarlos o causarles alteración alguna, manteniendo su estructura íntegra sin perder datos de importancia para las



investigaciones. En esta investigación, se utilizó la técnica de tomografía computarizada de haz cónico

Por otro lado, el escaneo intraoral, es una técnica odontológica no muy utilizada en la arqueología, pero que ofrece una ventaja importante en la conceptualización y comprensión de las modificaciones dentales e incluso para la arqueología como tal, pues durante el escaneo digital se pueden observar las modificaciones dentales en 3D desde varias direcciones, se puede cambiar el tamaño y se pueden observar detalles en las piezas dentales que no eran accesibles antes, al mismo tiempo es una herramienta importante para guardar información de manera digital e incluso trabajar con softwares que permitan modificar y agregar más información para poder así visualizar escenarios completos o diferentes. También, por este medio, se lograron imprimir réplicas de las muestras a escala por medio de una impresora 3D y del vaciado de impresiones en resina.

Los autores concluyen que el aporte que la odontología digital puede prestar en la digitalización, conservación y estudio de piezas sensibles arqueológicas hace que valga la pena seguir funcionando ambas disciplinas a fin de conocer y comprender mejor las culturas precolombinas que habitaron el territorio.

REFERENCIAS

1. Ibarra, E. Intercambio, política y sociedad en el siglo XVI. Historia indígena de Panamá, Costa Rica y Nicaragua. Colección de documentos para la Historia de Costa Rica y Universidad de Costa Rica.
2. Corrales Ulloa F. Historia Profunda « Arqueología « Museo Nacional de Costa Rica [Internet]. Museo Nacional de Costa Rica. [consultado el 20 Mayo 2021]. Disponible en: <https://www.museocostarica.go.cr/divulgacion/articulos-educativos/arqueologia/historia-profunda/>
3. Historia del Museo «El Museo «Museo Nacional de Costa Rica [Internet]. Museo Nacional de Costa Rica. 2021 [consultada el 15 de setiembre del 2021]. Disponible en: <https://www.museocostarica.go.cr/museo/historia-del-museo/>
4. Restos Humanos «Colección de Arqueología «Museo Nacional de Costa Rica [Internet]. Museo Nacional de Costa Rica. [onsultado el 15 de setiembre 2021]. Disponible en: <https://www.museocostarica.go.cr/nuestro-trabajo/colecciones/arqueologia/restos-humanos/>
5. Barzuna Ulloa, M., Nuñez Artiles, A. Odontología Prehispánica: Desarrollo y Avance en Mesoamérica. *Editorial Impresión Gráfica del Este* : San José, Costa Rica.
6. Solís Del Vecchio F, Herrera Villalobos A. Mesoamericanos en la Bahía de Culebra, noroeste de Costa Rica. *Cuadernos de Antropología*. 2011;21(1409-3138).
7. Oliveira del Rio J, Carrera-Bayas I, Sandoval-Pedauga S. Una mirada acerca de la estética dental. *Polo del Conocimiento*. 2017;2(10):46.
8. Morley, J., y Eubank, J. Macroesthetic Elements of Smile Design. *J Am Dent Assoc* 2001; 132: 39-45
9. Dufoo Olvera S, Ochoa García L, de la Fuente Hernández J, Ortiz Sánchez R, de León Torres C, Jiménez López J. Decorados dentales prehispánicos. *Revista Odontológica Mexicana*. 2010;(2):99-106.



10. Valerio Alfaro I. Modificaciones dentales precolombinas en Costa Rica: estudio de tres sitios arqueológicos [Maestría Profesional en odontología con Énfasis en Operatoria Estética]. Universidad de Costa Rica; 2009.
11. Mata Amado, G. Actualización sobre los conceptos de odontología prehispánica en Mesoamérica. En *VIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*, 1994; 129-144.
12. Labajo Gonzalez, E., Perea Pérez, B., Sánchez Sánchez, J., Carrión Bolaños, J., Gómez Sánchez, M., Robledo Acinas, A. Mutilación dental: la cosmovisión en la estética de la sonrisa. *Revista de la Educación de Medicina Legal* 2007; (6): 4-14.
13. Rivera Sandoval, J., Arqueólogos buscan el origen de la modificación dental en Panamá. *Smithsonian Tropical Research Institute*. [consultado el 02 Junio 2021].
14. Soon García López, M., Torrano García, García López De Soon, M. Evidencias de Terapia Pulpar en Osamentas Prehispánicas en México. *Anuario Sociedad de Radiología Oral y Maxilofacial de Chile* 2005; 8 (1): 46 - 50
15. Rodríguez F, C. La antropología dental y su importancia en el estudio de los grupos humanos. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia* 2005; 16 (1 y 2): 52-59
16. Rojas Garro, M. Manual de normas y procedimientos para el tratamiento y el manejo de las colecciones arqueológicas con contexto. San José, C.R. *Museo Nacional de Costa Rica*, 2016.
17. Ramírez-Salomón M, Vega-Lizama E, Quintana-Owen P, Cucina A, Tiesler V. Pulp pathosis associated with ancient Maya dental inlays. *Archives of Oral Biology*. 2018;95:202-208.
18. Brenes, W. and Barrantes, R., 1983. Salud Oral y Morfología Dental de los Amerindios Guaymí de Limoncito. *América Indígena*, XLIII(1).
19. Bósio JA, Del Santo M, Jacob HB. Odontología digital contemporânea – scanners intraorais digitais. *Orthod. Sci. Pract.* 2017; 10(39):355-362
20. Croix S, Deckers P, Sindbæk S. Recasting a Viking warrior woman from Ribe: 3D digital image reconstruction compared. *Journal of Archaeological Science: Reports*. 2020;32:102455.



21. Reznek R. Imaging the Ancients. *Cancer Imaging*. 2015;15(S1).
22. Przystańska A, Lorkiewicz-Muszyńska D, Abreu-Głowacka M, Glapiński M, Sroka A, Rewekant A et al. Analysis of human dentition from Early Bronze Age: 4000-year-old puzzle. *Odontology*. 2015;105(1):13-22.
23. Ceperuelo D, Lozano M, Duran-Sindreu F, Mercadé M. Supernumerary fourth molar and dental pathologies in a Chalcolithic individual from the El Mirador Cave site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *HOMO*. 2015;66(1):15-26.
24. Garza Gómez I, Sonn García López M, Torrano García H, García López de Sonn M. Estudio maxilofacial en una muestra de la población del Posclásico en Morelos [Internet]. *Revistas.unam.mx*. 2021 [cited 22 October 2021]. Available from: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/eab/article/view/43250>
25. Harichane, Y. Mayan Esthetic Dentistry: Using Modern Techniques and Digital Imaging Technologies to Link the Past to the Present. *Compedium*, 2020; 40(7)
26. Autodesk, Inc. Autodesk Meshmixer: free software for making awesome stuff. 2020 [consultado el 10 de octubre 2021]. Disponible en: <https://www.meshmixer.com>

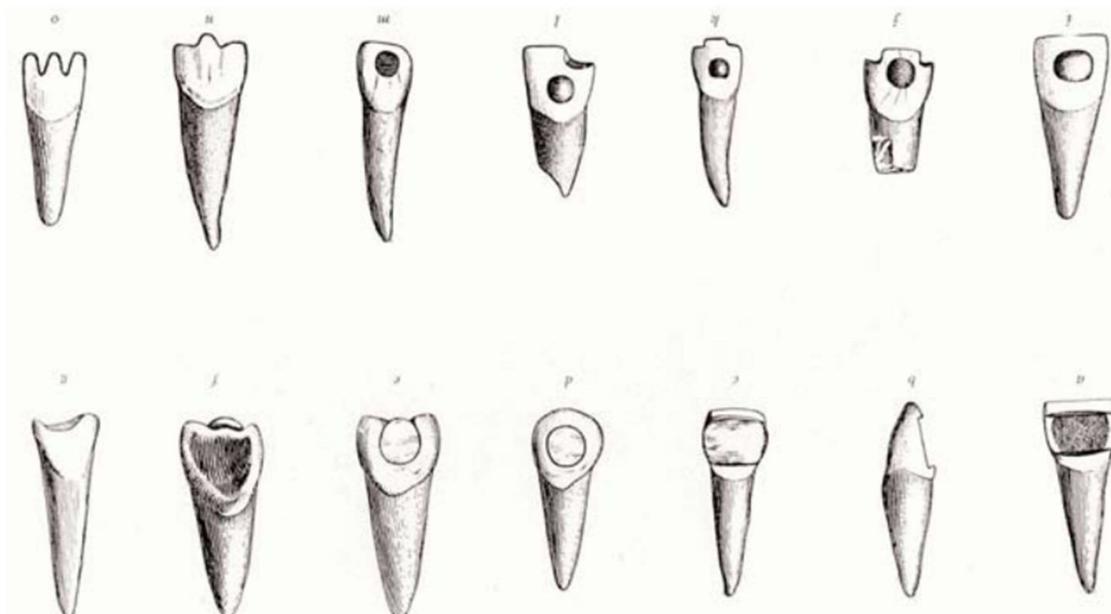
ANEXOS

Figura 1. Cronología de clasificaciones de decorados dentales

Autor	Año	Características	Número
Marshall H. Saville	1913	Alfabético (A-P)	14
Horace Whittlesey	1935	Alfabético (A-P9)	24
Daniel Rubín de la Borbolla	1944	Alfabético (A-X)	24
William Weinberger	1948	Limad/incrust	40/18
Javier Romero Molina	1970/1986	Tipo/forma	59/62

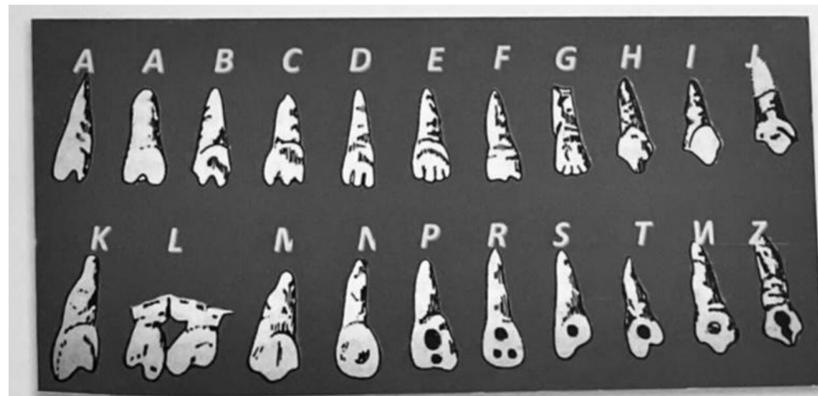
Fuente: Dufoo Olvera S, Ochoa García L, de la Fuente Hernández J, Ortiz Sánchez R, de León Torres C, Jiménez López J. Decorados dentales prehispánicos. *Revista Odontológica Mexicana*. 2010;(2):99-106.

Figura 2. Clasificación de modificaciones dentales según Marshal H. Saville - 1913



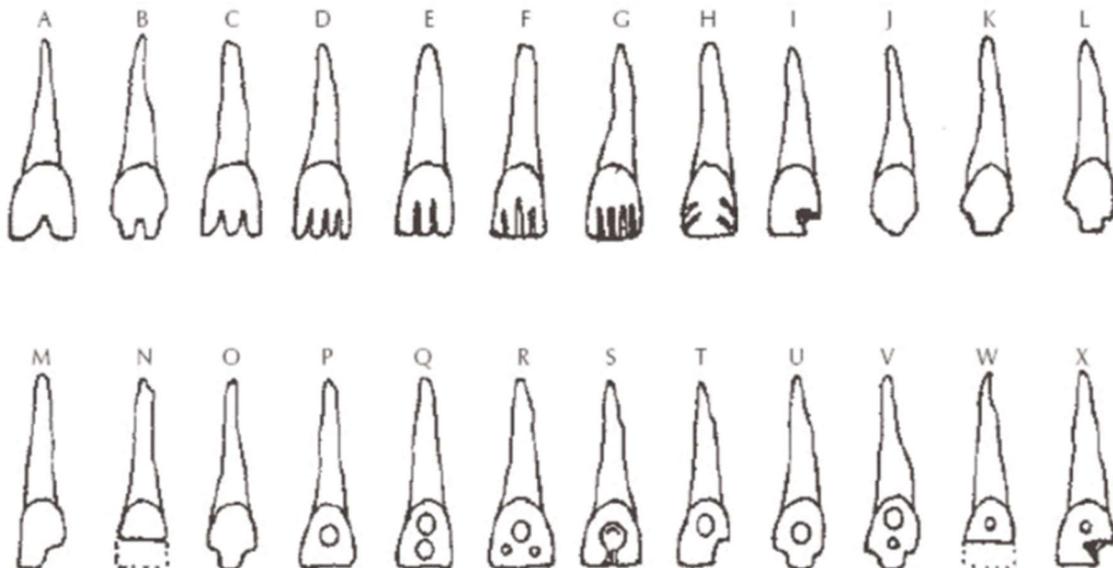
Fuente: Labajo Gonzalez, E., Perea Pérez, B., Sánchez Sánchez, J., Carrión Bolaños, J., Gómez Sánchez, M., Robledo Acinas, A. Mutilación dental: la cosmovisión en la estética de la sonrisa. *Revista de la Educación de Medicina Legal* 2007; (6): 4-14.

Figura 3. Clasificación de modificaciones dentales según Horace Whittlesey - 1935



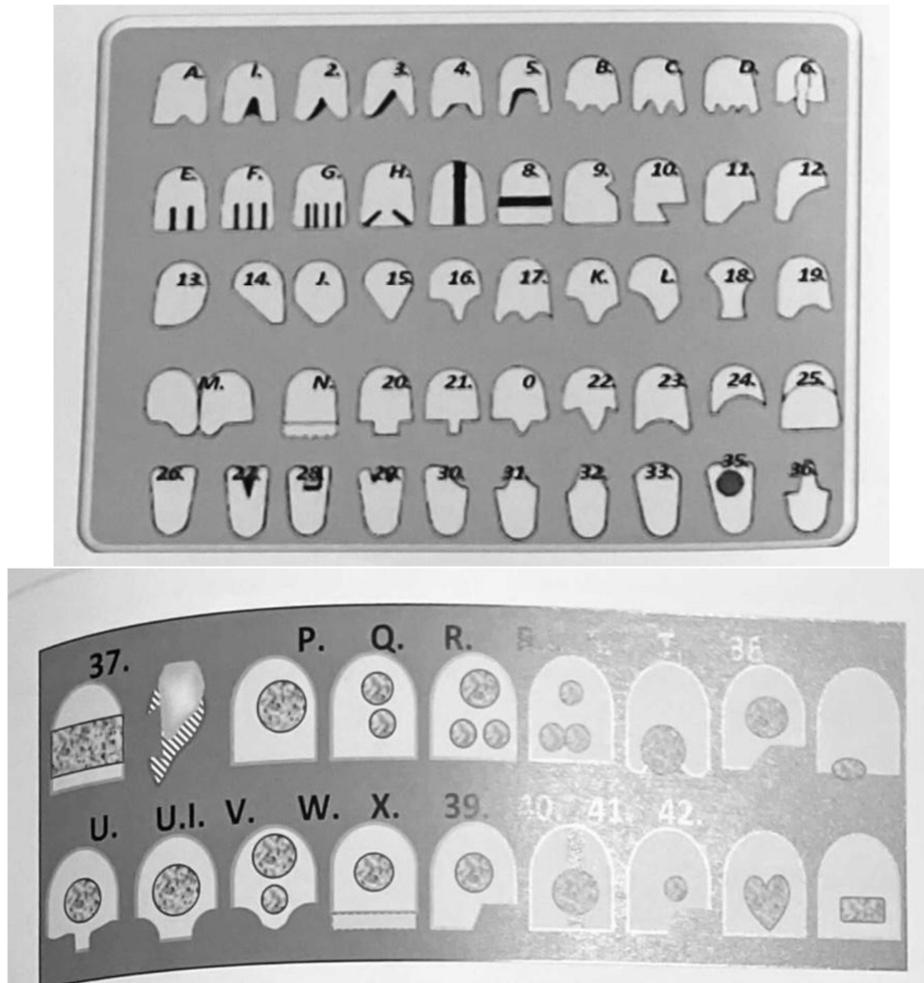
Fuente: Barzuna Ulloa, M., Nuñez Artiles, A. Odontología Prehispánica: Desarrollo y Avance en Mesoamérica. Editorial Impresión Gráfica del Este : San José, Costa Rica.

Figura 4. Clasificación de modificaciones dentales según Daniel Rubín de la Barbolla - 1944



Fuente: Labajo Gonzalez, E., Perea Pérez, B., Sánchez Sánchez, J., Carrión Bolaños, J., Gómez Sánchez, M., Robledo Acinas, A. Mutilación dental: la cosmovisión en la estética de la sonrisa. *Revista de la Educación de Medicina Legal* 2007; (6): 4-14.

Figura 5. Clasificación de modificaciones dentales según William Weinberg - 1948



Fuente: Barzuna Ulloa, M., Nuñez Artiles, A. Odontología Prehispánica: Desarrollo y Avance en Mesoamérica. Editorial Impresión Gráfica del Este : San José, Costa Rica.

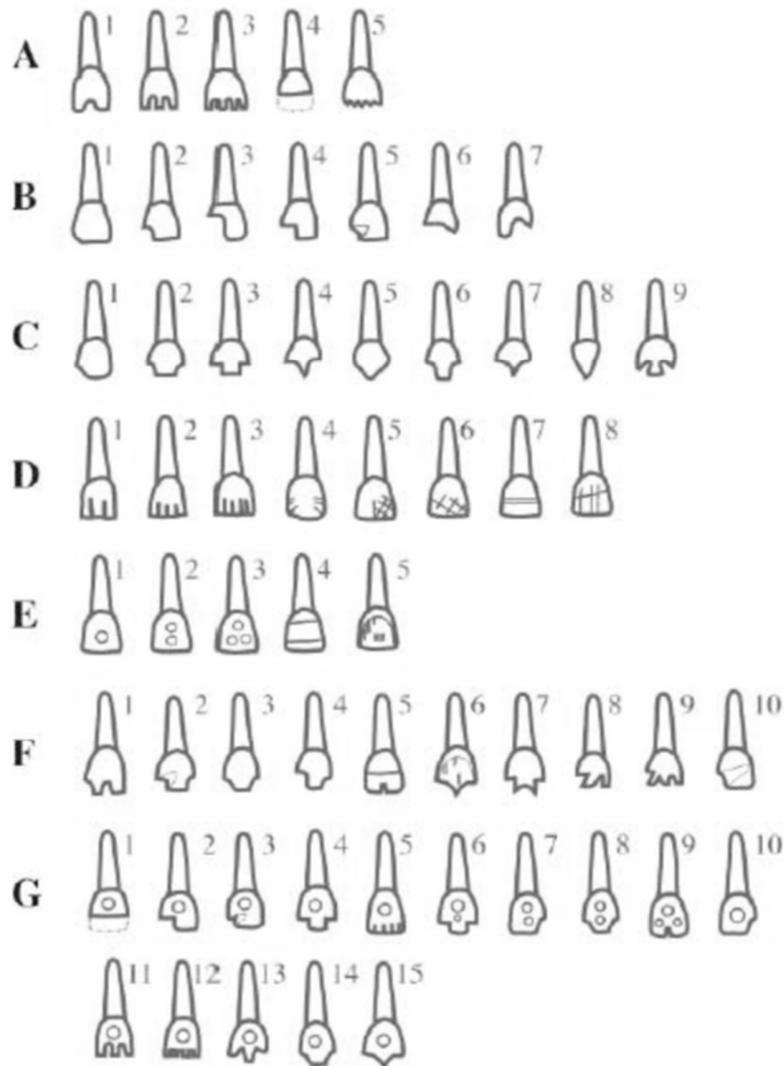


Figura 6. Resumen de la clasificación de modificaciones dentales según Javier Romero

Modificación	Tipo	Características	Formas
I. Contorno del diente	A	Borde incisal	5
	B	Un solo ángulo	7
	C	Ambos ángulos	9
II. Cara anterior o vestibular	D	Líneas	10
	E	Desgaste o incrustaciones	5
III. Contorno y cara anterior	F	Borde incisal, líneas o remoción de esmalte	11
	G	Borde incisal, 1 ó 2 ángulos, incrustaciones	15

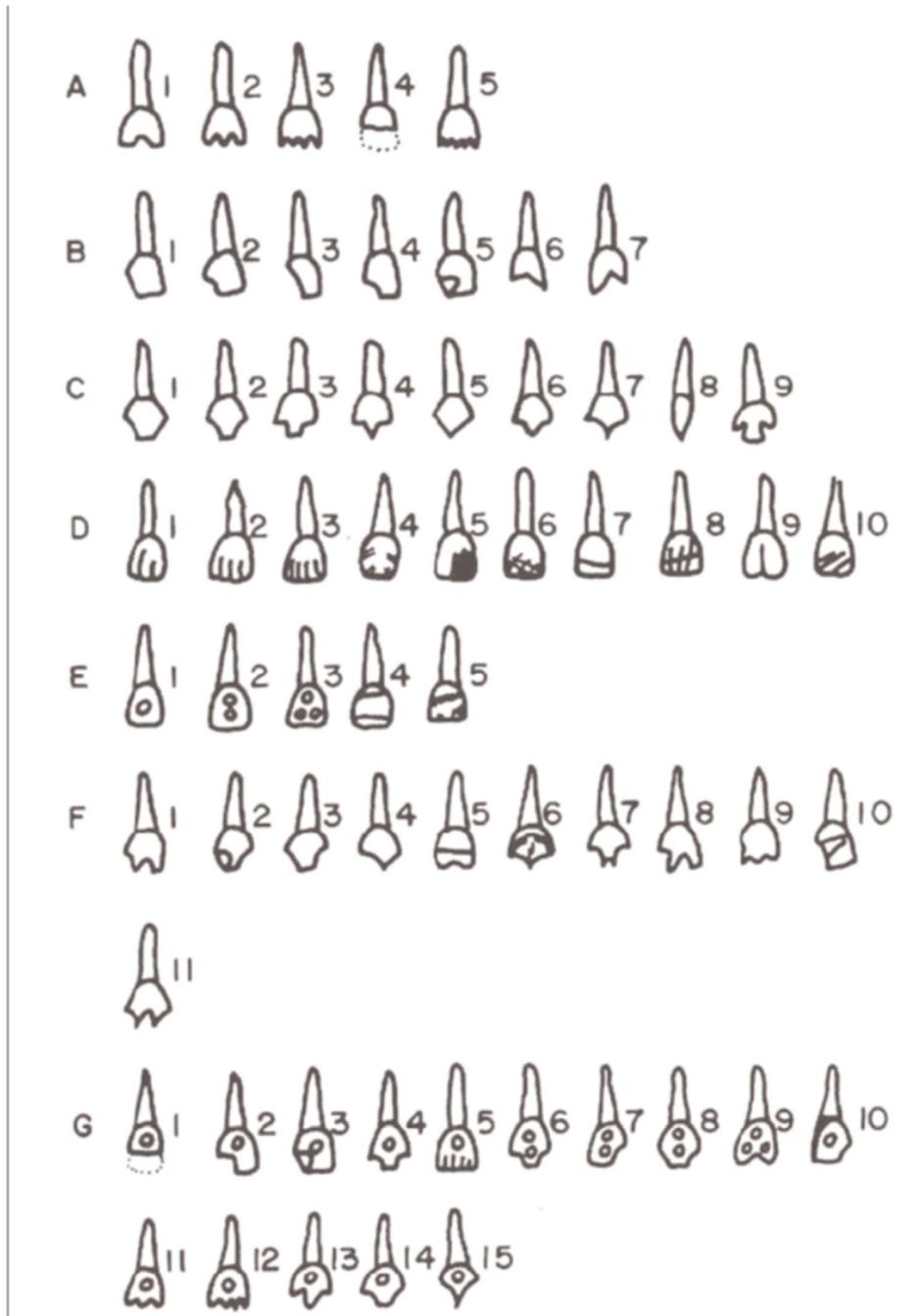
Fuente: Dufoo Olvera S, Ochoa García L, de la Fuente Hernández J, Ortiz Sánchez R, de León Torres C, Jiménez López J. Decorados dentales prehispánicos. Revista Odontológica Mexicana. 2010;(2):99-106.

Figura 7. Clasificación de modificaciones dentales según Javier Romero - 1970



Fuente: Labajo Gonzalez, E., Perea Pérez, B., Sánchez Sánchez, J., Carrión Bolaños, J., Gómez Sánchez, M., Robledo Acinas, A. Mutilación dental: la cosmovisión en la estética de la sonrisa. *Revista de la Educación de Medicina Legal* 2007; (6): 4-14.

Figura 8. Clasificación de modificaciones dentales según Javier Romero - 1986



Fuente: Labajo Gonzalez, E., Perea Pérez, B., Sánchez Sánchez, J., Carrión Bolaños, J., Gómez Sánchez, M., Robledo Acinas, A. Mutilación dental: la cosmovisión en la estética de la sonrisa. *Revista de la Educación de Medicina Legal* 2007; (6): 4-14.

Figura 9. Muestra 1 - Mandíbula y Maxila con modificaciones

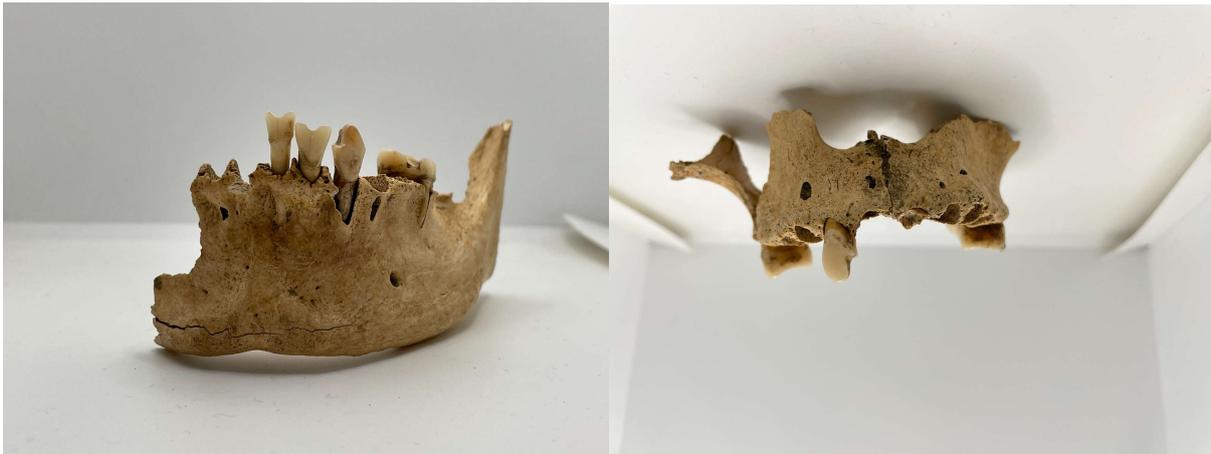


Figura 10. Muestra 2 - antes y después de la limpieza



Figura 11. Muestra 3 - antes y después de la limpieza



Figura 12. Muestra control



Figura 13. Instrumental utilizado para la limpieza de las muestras



Figura 14. Instrumento para recolección de datos

No° de Muestra	Estudio Radiográfico				Estudio Tomográfico		
	Toma (AP o LAT):	kV:	mA:	FOV (mm):	kV:	mA:	Voxel (μm):
#1	✓ ✓	70	5	100 x 80	90	3	160 μ
#2	✓ ✓	70	5	100 x 80	90	3	160
#3	✓ ✓	70	5	100 x 80	90	3	160
Control	✓ ✓	70	5	100 x 80	90	3	160

Figura 15. Piezas maxilares estabilizadas en hemicubeta con putty y polivinil siloxano - Muestra 2



**Figura 16. Piezas mandibulares estabilizadas en hemicubeta con putty y polivinil siloxano -
Muestra 2**



Figura 17. Reconstrucción volumétrica maxilar - Muestra 1

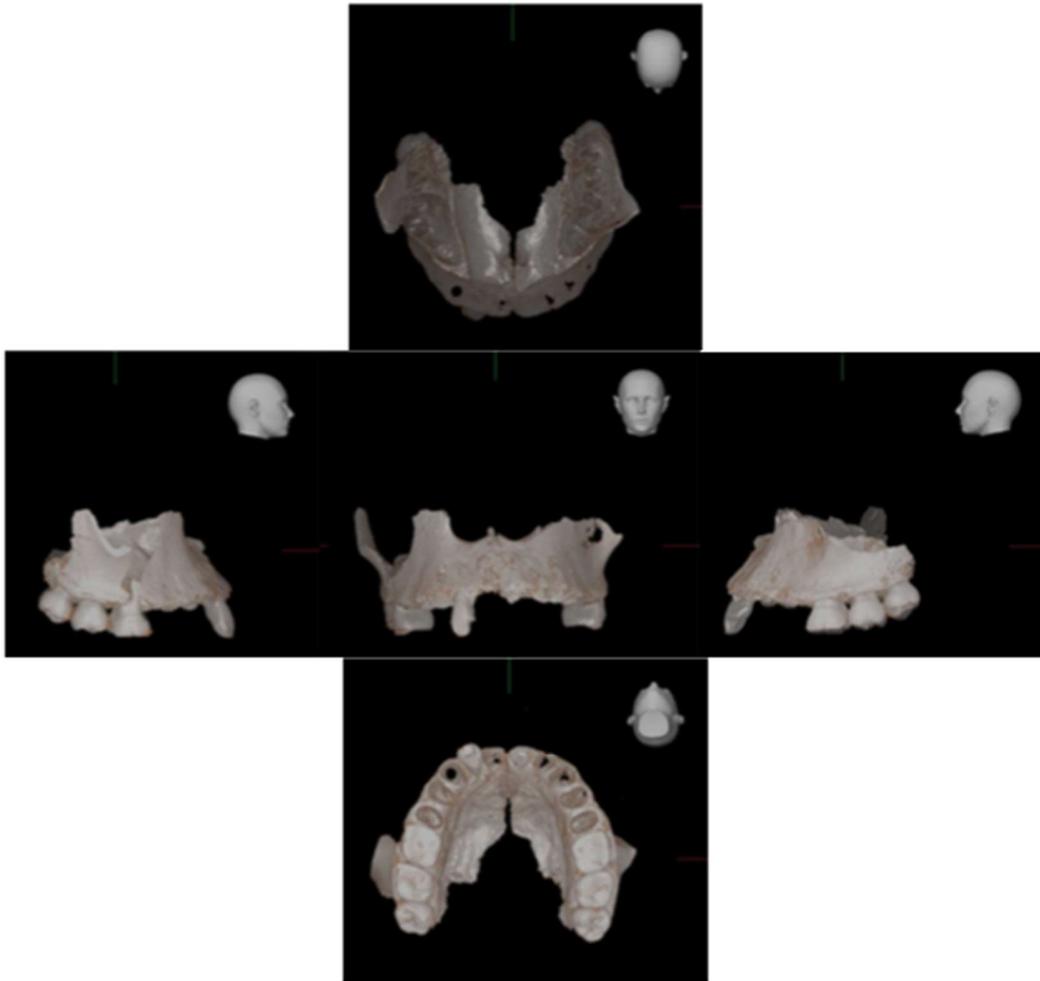




Figura 18. Reconstrucción volumétrica mandibular - Muestra 1

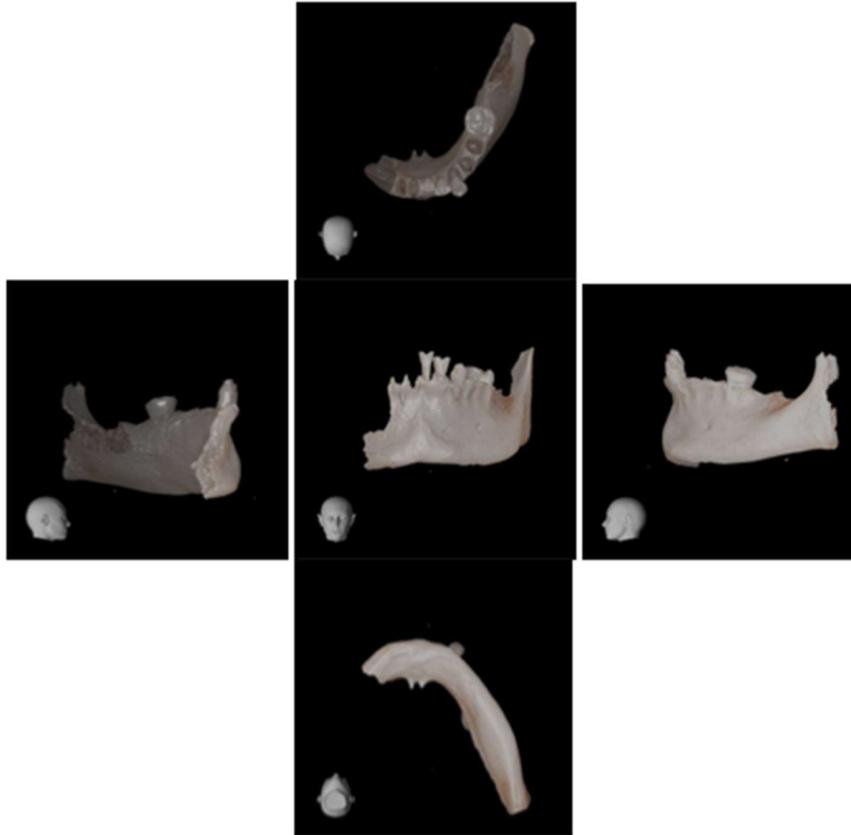


Figura 19. Reconstrucción volumétrica maxilar - Muestra 2

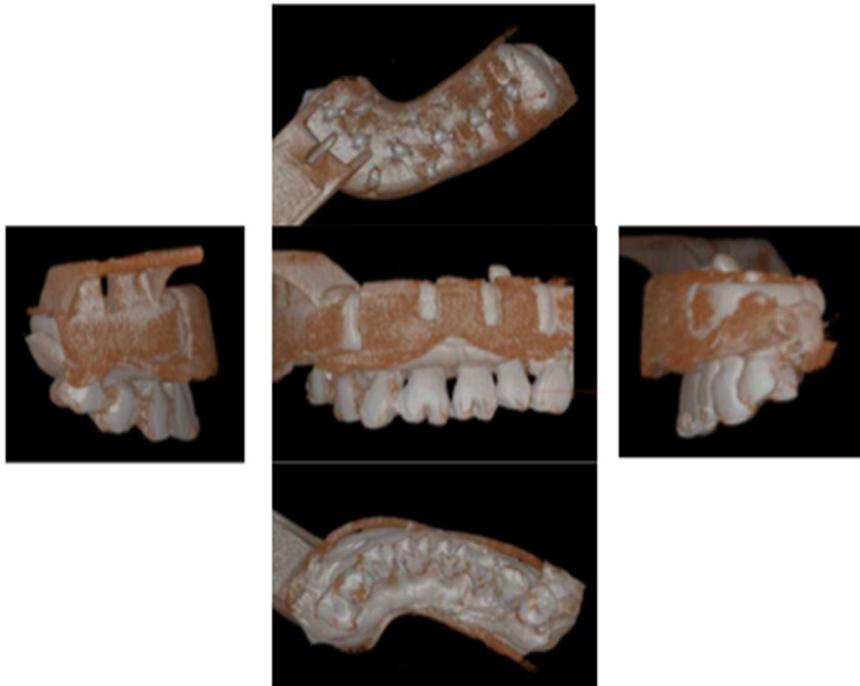


Figura 20. Renderización volumétrica en proyección en máxima intensidad mandibular - Muestra 2

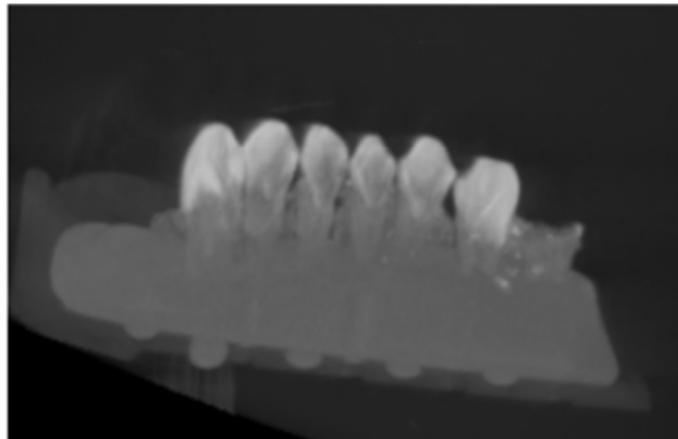


Figura 21. Tomografía maxilar - Muestra 3

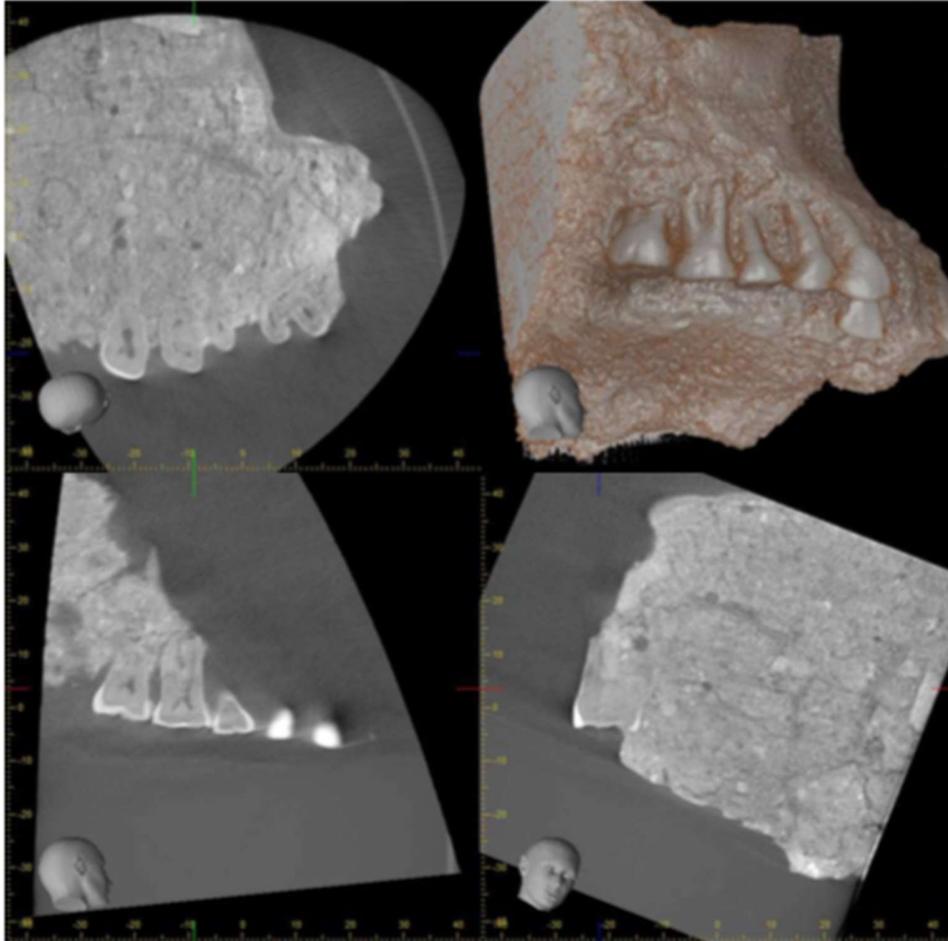


Figura 22. Tomografía mandibular - Muestra 3

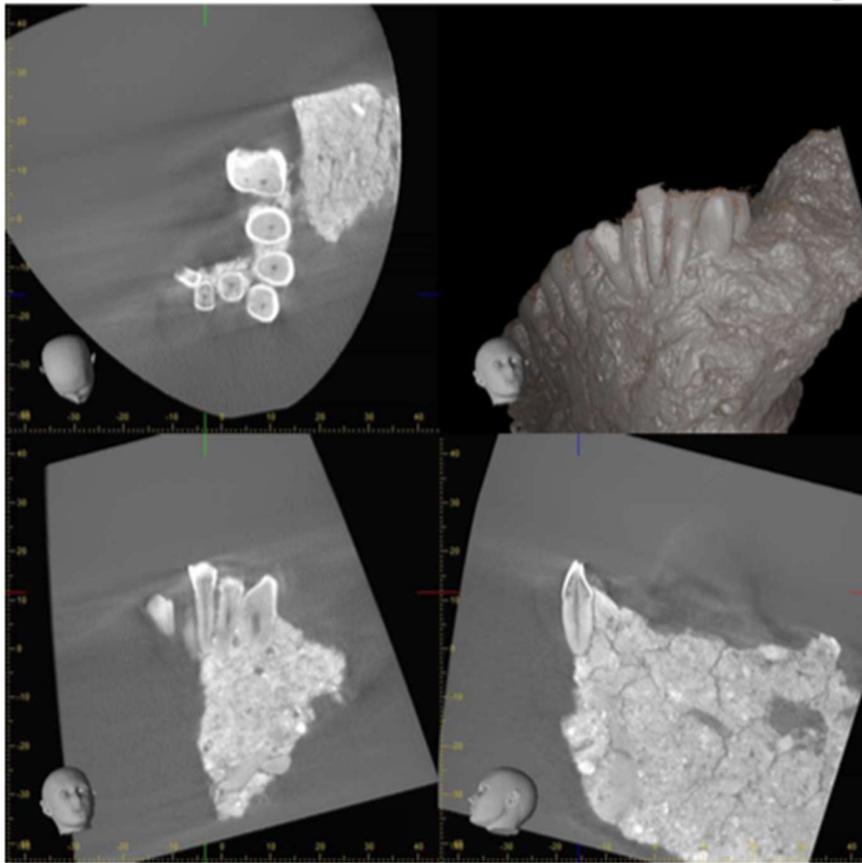




Figura 23. Escaneo Maxilar – Muestra control





Figura 24. Escaneo Mandibular – Muestra control





Figura 25. Escaneo Maxilar – Muestra #1

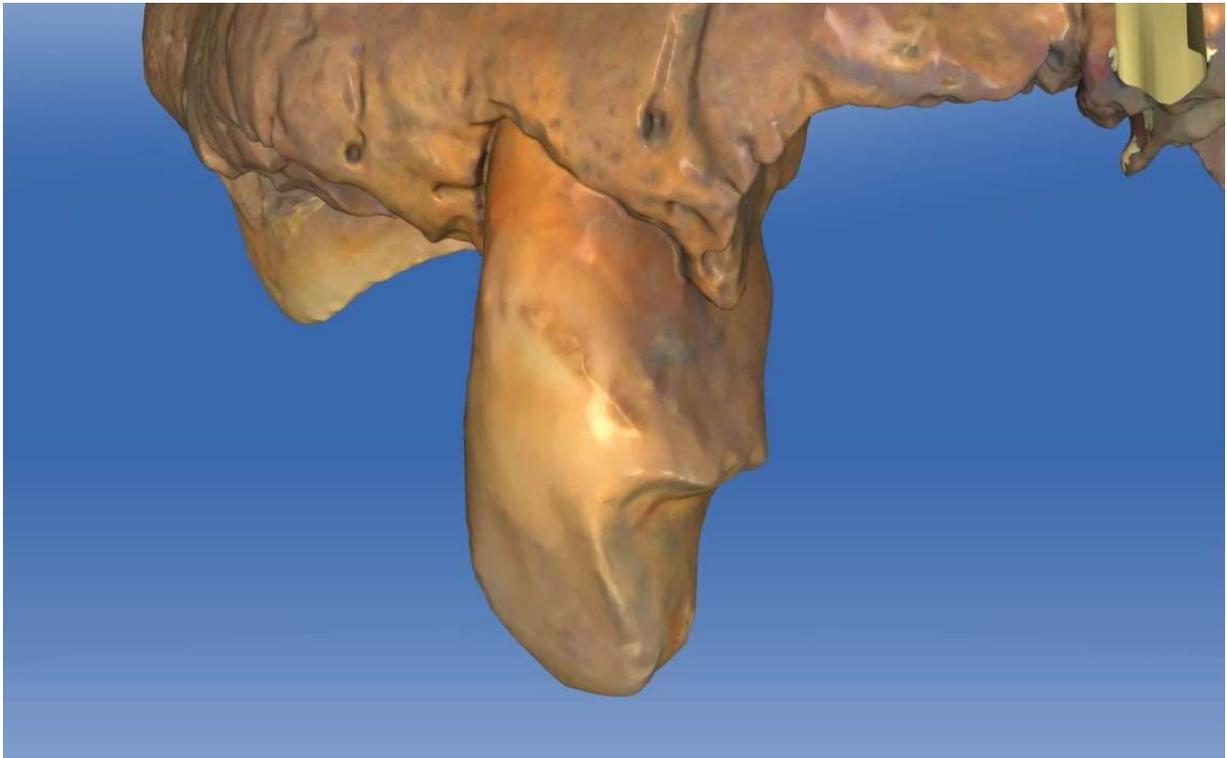




Figura 26. Escaneo Mandibular – Muestra #1



Figura 27. Escaneo Maxilar Vestibular – Muestra #2

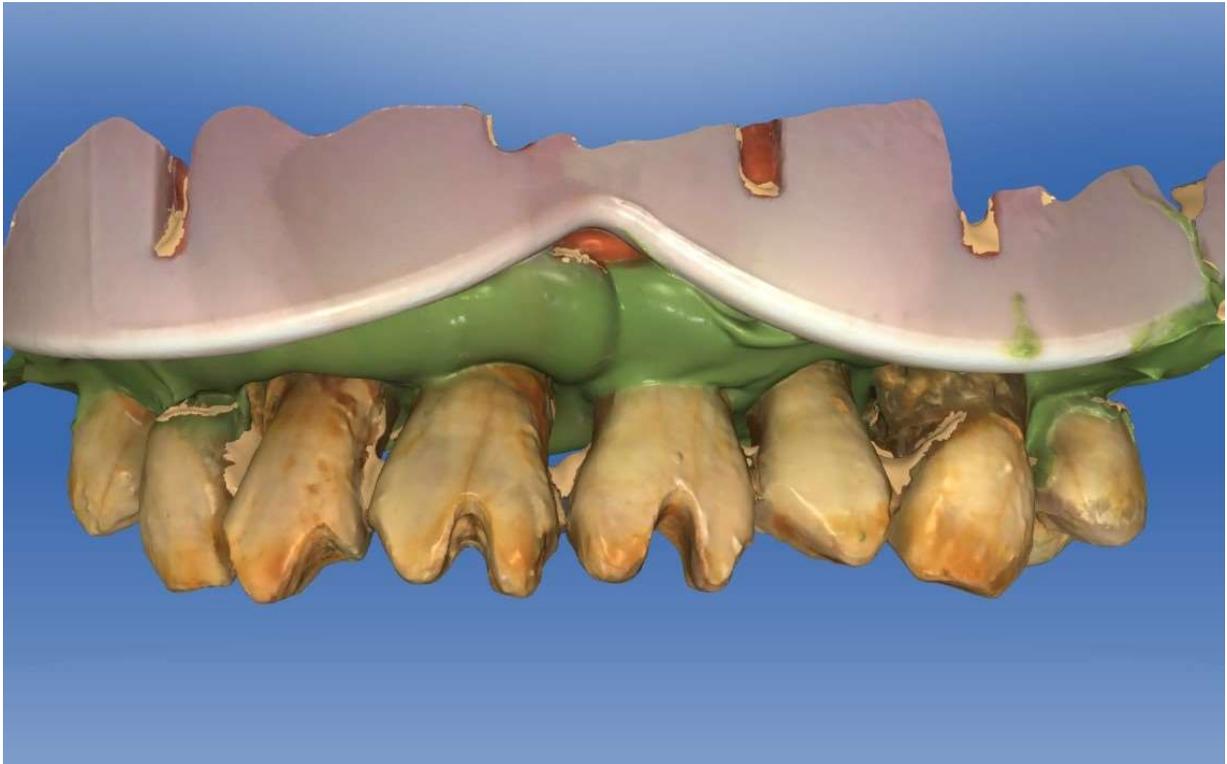


Figura 28. Escaneo Maxilar Palatino – Muestra #2



Figura 29. Escaneo Mandibular – Muestra #2



Figura 30. Escaneo Mandibular – Muestra #3





Figura 30. Modificaciones impresionadas y vaciadas en resina de poliéster – Muestra #2





GLOSARIO

- Área arqueológica: lugar donde se encuentran numerosas ruinas u objetos de tiempos precolombinos, y ayudan a comprender diversos aspectos de una civilización antigua.
- Dentina: Capa dental que rodea la cámara pulpar
- Escáner intraoral: Permite crear un archivo digital de la boca del paciente y de esta manera generar trabajos sobre la misma
- Esmalte: tejido y mineral más duro del cuerpo, compuesto por hidroxiapatita
- Formato STL: Es un formato de archivo informático de diseño asistido por computadora (CAD) que define geometría de objetos 3D.
- Hemi-cubeta: cubeta de plástico o metálica, que se utiliza para impresionar solamente un cuadrante del arco.
- Impresión 3D: consiste en producir objetos a través de la adición de material en capas que corresponden a las sucesivas secciones transversales de un modelo 3
- Incrustación: Restauraciones indirectas realizadas para restaurar una parte perdida de una pieza dental
- Meshmixer: es un software destinado para facilitar la elaboración de mashups y remezclas en 3, con herramientas especializadas para la impresión en 3D o incluso para elaborar nuevos diseños, ya que sus herramientas de escultura en 3D facilitan la creación de modelos 3D sobre la base de volúmenes o estructuras existentes.
- Odontología digital: parte de la odontología moderna para procesar imágenes digitales
- Polivinil siloxano: Silicona por adición que es utilizada para la toma de impresiones-
- Precolombino: Se le brinda este nombre a todo lo sucedido antes de la llegada de Cristóbal Colon



-Resina epóxica: líquido termoestable que se endurece cuando se le aplica un endurecedor y dentro de sus características están dureza, brillo y transparencia.

-Incisivos en pala: rasgo dental morfológico que se presenta en la superficie palatina de los incisivos superiores y se caracteriza por rebordes marginales pronunciados en diferentes grados.

-Tejidos blandos: Hace referencia a músculos, grasa, tejido fibroso, los vasos sanguíneos u otros tejidos de sostén del cuerpo.