



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ  
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA ESTÉTICA, COSMÉTICA,  
RESTAURADORA E IMPLANTOLOGÍA

TESIS DE ESPECIALIDAD  
**EVALUACIÓN DEL SELLADO MARGINAL CON DIFERENTES  
TERMINACIONES EN COFIAS DE CERA FRESADA**

PRESENTA  
**MARÍA JOSÉ TORRES HERRERA**

SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P., MÉXICO, JUNIO 2025



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ  
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA ESTÉTICA, COSMÉTICA,  
RESTAURADORA E IMPLANTOLOGÍA

TESIS DE ESPECIALIDAD

**EVALUACIÓN DEL SELLADO MARGINAL CON DIFERENTES  
TERMINACIONES EN COFIAS DE CERA FRESADA**

PRESENTA

**MARÍA JOSE TORRES HERRERA**

DIRECTOR DE TESIS  
Dr. FRANCISCO GUTIÉRREZ CANTÚ

CODIRECTOR  
E.O.R. GABRIEL FERNANDO ROMO RAMÍREZ

ASESORES  
Dr. JAIRO MARIEL CÁRDENAS  
Dr. ALFREDO SALAZAR DE SANTIAGO

Junio 2025



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ  
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA ESTÉTICA, COSMÉTICA,  
RESTAURADORA E IMPLANTOLOGÍA

TESIS DE ESPECIALIDAD  
**EVALUACIÓN DEL SELLADO MARGINAL CON DIFERENTES  
TERMINACIONES EN COFIAS DE CERA FRESADA**

PRESENTA

**MARÍA JOSÉ TORRES HERRERA**

AUTORIDADES:

---

**M.C. Alan Martínez Zumarán**  
Director de la Facultad

---

**Dra. Rita Elizabeth Martínez Martínez**  
Secretaria General de la Facultad

---

**Dr. Francisco Javier Gutiérrez Cantú**  
Secretario de Investigación y Posgrado de  
la Facultad

---

**E.O.R. Everardo Ruiz Cruz**  
Coordinador de la Especialidad

San Luis Potosí, S. L. P., México, Junio 2025



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ  
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA ESTÉTICA, COSMÉTICA,  
RESTAURADORA E IMPLANTOLOGÍA

TESIS DE ESPECIALIDAD

**EVALUACIÓN DEL SELLADO MARGINAL CON DIFERENTES  
TERMINACIONES EN COFIAS DE CERA FRESADA**

PRESENTA

**MARÍA JOSÉ TORRES HERRERA**

**Firmas**

**Director de Tesis**

Dr. Francisco Gutiérrez Cantú

---

**Codirector:**

E.O.R Gabriel Fernando Romo Ramírez

---

**Asesores:**

Dr. Jairo Mariel Cárdenas

---

Dr. Alfredo Salazar de Santiago

---

San Luis Potosí, S. L. P., México, Junio 2025



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ  
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA ESTÉTICA, COSMÉTICA,  
RESTAURADORA E IMPLANTOLOGÍA

TESIS DE ESPECIALIDAD  
**EVALUACIÓN DEL SELLADO MARGINAL CON DIFERENTES  
TERMINACIONES EN COFIAS DE CERA FRESADA**

PRESENTA

**MARÍA JOSÉ TORRES HERRERA**

**Sinodales:**

**EOR. Jorge Quiroz Salazar**

Presidente

---

**E.P.I. Idalia Isaí Almendarez Medina**

Secretario

---

**EOR. Luis Alfredo Rodríguez Rodríguez**

Vocal

---

**E.P.B.I. Roberto Luis Koizume García**

Sinodal Suplente

---

San Luis Potosí, S. L. P., México, Junio 2025



Evaluación del sellado marginal con diferentes terminaciones en cofias de cera fresada © 2025 Por María José Torres Herrera. Se distribuye bajo Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International. Para ver una copia de esta licencia visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



## **DEDICATORIA**

A mi Familia:

### **Abuelos, Papas, Tía Cecy, Rafa y Majo**

Les dedico este logro con todo mi amor y cariño, ya que su amor , apoyo y sacrificio han sido mi mayor motivación, gracias por creer en mi desde un principio y por ser siempre mi fuente de inspiración en todo momento para alcanzar este sueño, gracias por siempre estar presentes, por escucharme, por ayudarme a superar todos los obstáculos que se me han presentado en el camino. Su influencia y guía han sido fundamentales en mi crecimiento tanto personal como académico.

Los quiero mucho.

María José Torres Herrera

## AGRADECIMIENTOS

A mi maestro y amigo el **Dr. Gabriel Fernando Romo Ramírez**, por brindarme la oportunidad de pertenecer a la Especialidad en Odontología Estética, Cosmética, Restauradora e Implantología de la UASLP, por haber confiado en mí, por enseñarme y por siempre impulsarme a ser mejor persona y profesionista.

Al Doctor **Everardo Ruiz Cruz** por confiar y creer en mi, por sus enseñanzas.

A los Doctores **Francisco Gutierrez Cantú** y **Jairo Mariel Cardenas** , por su dedicación y tiempo para la realización de esta tesis .

A los **Doctores de la Especialidad** por sus enseñanzas, por brindarme sus conocimientos, en especial al **Dr. Jorge Quiroz Salazar** porque fue una persona que me ayudo y motivo en cada momento y proceso de la especialidad .

A mis Amigos, **Yuramy, Maria Andrea, Alba**, Gracias por siempre apoyarme, por las risas, por los recuerdos de cada congreso, tantas experiencias y por su linda amistad; y **Mis Gaias** que siempre me han apoyado en todo momento, por su amistad de toda la vida, porque cada una me ha enseñado algo bonito de la vida, las quiero.

A **Amalia** por siempre estar presente para mi, por sus consejos, por escucharme y por guiarme siempre te quiero mucho.

## Tabla de contenido

RESÚMEN .....	6
INTRODUCCIÓN .....	8
PRÓTESIS FIJA.....	8
ANTECEDENTES .....	9
PERSPECTIVA HISTÓRICA .....	9
COFIAS EN PRÓTESIS FIJA .....	10
TIPOS DE COFIAS .....	12
MATERIALES .....	13
LÍNEAS DE TERMINACIÓN EN PRÓTESIS FIJA .....	15
TERMINACIÓN HOMBRO .....	18
TERMINACIÓN CHAMFER .....	18
TERMINACIÓN BOPT .....	18
DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD) Y MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA (CAM).....	20
DISEÑO DIGITAL .....	23
EXOCAD .....	25
IMPRESIÓN 3D .....	26
JUSTIFICACIÓN .....	28
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	29
OBJETIVOS.....	30
OBJETIVO GENERAL .....	30
OBJETIVO ESPECÍFICO .....	30
HIPÓTESIS .....	31
HIPÓTESIS NULA .....	31
HIPÓTESIS ALTERNA.....	31
MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
TIPO DE ESTUDIO .....	32
LUGAR DE REALIZACIÓN.....	32
GRUPOS DE ESTUDIO.....	32
MUESTREO .....	32
CRITERIOS DE SELECCIÓN .....	34
CRITERIOS DE INCLUSIÓN .....	34
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN .....	34
CRITERIOS DE ELIMINACIÓN .....	34
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES .....	34
PLAN DE TRABAJO .....	35
RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS .....	35
.....	35
PREPARACIONES DENTARIAS .....	35

.....	<b>38</b>
<b>FABRICACIÓN DE COFIAS PROTÉSICAS</b> .....	<b>38</b>
.....	<b>41</b>
.....	<b>41</b>
<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b> .....	<b>44</b>
<b>CONSIDERACIONES ÉTICAS Y BIOSEGURIDAD</b> .....	<b>45</b>
<b>REPERCUSIONES AMBIENTALES</b> .....	<b>45</b>
<b>RIESGO</b> .....	<b>45</b>
<b>CONSENTIMIENTO INFORMADO</b> .....	<b>45</b>
<b>FINANCIAMIENTO</b> .....	<b>45</b>
<b>CONFLICTOS DE INTERÉS</b> .....	<b>45</b>
<b>COMPETENCIAS DEL INVESTIGADOR</b> .....	<b>46</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>47</b>
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>53</b>
<b>LIMITACIONES Y/O NUEVAS PERSPECTIVAS FUTURAS</b> .....	<b>56</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>57</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>58</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>65</b>
<b>1. APROBACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA E INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>65</b>
<b>2. CONSENTIMIENTO INFORMADO</b> .....	<b>66</b>
<b>3. AVISO DE PRIVACIDAD</b> .....	<b>69</b>
<b>4. CONSTANCIAS DE ASISTENCIA A EVENTOS ACADÉMICOS</b> .....	<b>70</b>
.....	<b>71</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Fig. 1</b> Cofias de diferentes materiales .....	11
<b>Fig. 2</b> Confección de diferentes cofias protésicas .....	12
<b>Fig. 3</b> Cofias de resina calcinable .....	13
<b>Fig. 4</b> Cofias de cera fresada .....	14
<b>Fig. 5</b> Cofias de cera análoga .....	14
<b>Fig. 6</b> Diferentes tipos de líneas de terminación .....	17
<b>Fig. 7</b> Terminación Chamfer.....	19
<b>Fig. 8</b> Terminación Hombro .....	19
<b>Fig. 9</b> Terminación BOPT .....	19
<b>Fig. 10</b> Escáner intraoral .....	22
<b>Fig. 11</b> Fresadora dental .....	22
<b>Fig. 12</b> Software Exocad .....	25
<b>Fig. 13</b> Premolares recolectados.....	35
<b>Fig. 14</b> Contrángulo de alta velocidad .....	36
<b>Fig. 15</b> Fresa punta de lápiz para línea de terminación BOPT .....	36
<b>Fig. 16</b> Fresa troncocónica de punta redondeada para línea de terminación Chamfer.....	36
<b>Fig. 17</b> Fresa troncocónicas de punta plana para línea de terminación Hombro.....	36
<b>Fig. 18</b> Preparación para línea de terminación Hombro.....	37
<b>Fig. 19</b> Preparación para línea de terminación BOPT.....	37
<b>Fig. 20</b> Preparación para línea de terminación Chamfer.....	37
<b>Fig. 21</b> Contrángulo de baja velocidad con disco soflex.....	38
<b>Fig. 22</b> Dispositivo “Dipping Wax” .....	39
<b>Fig. 23</b> Instrumento dental .....	39
<b>Fig. 24</b> Remodelado de la cofia .....	39
<b>Fig. 25</b> Cera convencional .....	39
<b>Fig. 26</b> Diseño digital de la cofia .....	41

<b>Fig. 27</b> Determinación de la línea de terminación .....	41
<b>Fig. 28</b> Diseño libre de la cofia .....	41
<b>Fig. 29</b> Diseño de la cofia terminada .....	41
<b>Fig. 30</b> Impresora 3D y Wash and Cure .....	41
<b>Fig. 31</b> Resina Calcinable .....	41
<b>Fig. 32</b> Cofias terminadas .....	42
<b>Fig. 33</b> Cofias resina calcinable, cera fresada, cera análoga .....	42
<b>Fig. 34</b> Cofias asentadas en órganos dentarios .....	42
<b>Fig. 35</b> Electromicroscopio.....	43
<b>Fig. 36</b> Cinta doble testigo.....	43
<b>Fig. 37</b> Premolar fijado sobre la platina.....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla I.</b> Distribución de grupos de estudio .....	33
<b>Tabla II.</b> Estadística Descriptiva .....	47
<b>Tabla III.</b> Comparación entre las caras dentales en diferentes materiales para cada tipo de terminación .....	50
<b>Tabla IV.</b> Comparación entre materiales de diferentes caras dentales para cada tipo de terminación .....	51
<b>Tabla V.</b> Comparación entre diferentes tipos de terminaciones de diferentes caras dentales para cada tipo de material .....	52

## RESÚMEN

**Introducción:** La prótesis fija constituye una disciplina fundamental dentro de la rehabilitación oral, orientada a la restauración funcional, estética y biomecánica mediante elementos protésicos que se fijan de manera definitiva a dientes naturales previamente preparados o a implantes osteointegrados. Este tipo de tratamiento es especialmente indicado en casos de pérdidas dentarias parciales, destrucción extensa de estructuras coronarias o como parte de una rehabilitación protésica más compleja.

Desde el punto de vista clínico, el éxito de la prótesis fija depende de múltiples factores: un diagnóstico integral, una planificación oclusal adecuada, la preservación del tejido dentario remanente, la correcta distribución de cargas, elección de materiales biocompatibles que permitan una integración armónica con los tejidos duros y blandos. La evolución de los materiales dentales como las cerámicas libres de metal, las aleaciones de alta resistencia y las tecnologías CAD/CAM han permitido alcanzar mayores niveles de precisión, durabilidad y estética en las restauraciones fijas.

**Objetivos:** Este estudio tiene como objetivo principal evaluar el sellado marginal con diferentes terminaciones marginales en cofias de cera fresada.

**Metodología** Se recolectaron un total de 30 premolares sanos los cuales se dividieron en 3 grupos con 10 premolares cada uno, a su vez subdivididos en tres grupos respectivamente 1(A), 1(B), 1(C), 2(A), 2(B), 2(C). 3(A), 3(B) y 3(C). Se fabricaron 90 cofias protésicas de diferente material, siendo cera convencional (Dip Wax Geo, Renfert), resina calcinable (C01, Resione) y cera fresada (Wax disc, Ceradirect), y con diferentes tipos de preparaciones; BOPT, chamfer y hombro. Se llevo a cabo la evaluación del sellado marginal de las cofias mediante un estudio con estereomicroscopio y se recabaron los datos para su análisis posterior.

**Resultados:** La terminación vertical prep, en combinación con cera fresada, fue la que mostró mayores niveles de microfiltración, especialmente en caras palatina y distal, lo que puede atribuirse a las características geométricas de esa terminación junto a la posible contracción del material. La resina calcinable mostró un buen desempeño en general, con valores bajos y consistentes de microfiltración, especialmente con terminación chamfer. Chamfer se posiciona como una opción favorable por presentar resultados estables, especialmente con cera análoga y resina calcinable, mostrando bajos niveles de microfiltración en la mayoría de las caras. La cera fresada, a pesar de sus ventajas tecnológicas, mostró comportamientos variables, con microfiltración significativamente mayor en comparación con los otros materiales en múltiples combinaciones, lo que sugiere que su uso requiere una selección cuidadosa del tipo de terminación y del diente tratado.

**Conclusión:** La línea de terminación Chamfer fue la que exhibió los mejores resultados de sellado marginal, teniendo una menor discrepancia comparada con la terminación hombro y BOPT; en cuanto a material no hubo una discrepancia significativa con resina calcinable y cera análoga.

# INTRODUCCIÓN

## PRÓTESIS FIJA

Es una disciplina esencial dentro de la rehabilitación oral, orientada a la restauración funcional y estética de los dientes mediante prótesis que se cementan o adhieren de forma permanente a los dientes naturales o a implantes osteointegrados. Esta modalidad terapéutica es indicada en casos de pérdida parcial o total de piezas dentales, ofreciendo soluciones como coronas, puentes, inlays, onlays y carillas.

La evolución de la prótesis fija ha estado marcada por avances significativos en materiales y técnicas. La introducción de la tecnología CAD/CAM (diseño y fabricación asistidos por computadora) ha permitido una mayor precisión en la fabricación de restauraciones, reduciendo tiempos de tratamiento y mejorando la adaptación de las prótesis. Además, el uso de materiales como zirconia y cerámica sin metal ha mejorado la estética y la biocompatibilidad de las restauraciones.

Desde una perspectiva clínica, el éxito de la prótesis fija depende de una adecuada planificación, que incluya la evaluación de la salud periodontal, la oclusión y la selección de materiales apropiados. La correcta preparación de los dientes pilares y la precisión en la fabricación de las prótesis son fundamentales para asegurar la longevidad y funcionalidad del tratamiento.

En resumen, la prótesis fija continúa siendo una herramienta clave en la rehabilitación oral, combinando avances tecnológicos y materiales innovadores para ofrecer soluciones efectivas y estéticamente agradables a los pacientes.

## ANTECEDENTES

### PERSPECTIVA HISTÓRICA

La prótesis fija es una modalidad de rehabilitación oral que consiste en restauraciones cementadas de forma permanente sobre dientes naturales o implantes, con el objetivo de recuperar la función masticatoria, la estética y la salud periodontal del paciente (1). Este tipo de prótesis ha sido una de las soluciones más empleadas en odontología debido a su durabilidad, estabilidad y estética, permitiendo restaurar dientes ausentes o dañados de manera integral y funcional (2).

Históricamente, en África, se realizó la primera prótesis fija en el año 2500 a.C. con prótesis de oro y dientes de animales (3). Con el continuo desarrollo de la odontología y la investigación, nuevas técnicas de fundición y el conocimiento de los principios mecánicos de retención han incrementado la precisión en las preparaciones de coronas totales o parciales. La aparición de instrumentos rotatorios ya en la actualidad provocó ciertas modificaciones en la ingeniería de las preparaciones dentarias. Mezzomo (1997) menciona a Morris que llevó a la odontología la corona total metálica y Taggart descubrió la fundición por la técnica de la cera perdida. Con el continuo desarrollo e investigación de nuevas técnicas de fundición y con el conocimiento de los principios mecánicos de retención incrementaron las preparaciones de coronas parciales y totales. La porcelana dental que fue investigada de manera exhaustiva por Mclean es preferida en la actualidad. Los materiales de impresión abrieron espacio a las técnicas indirectas cuando se fabricaban las prótesis. Buonocure (1955) abrió camino a las restauraciones adhesivas lo cual ha permitido mantener intacta infinidad de órganos dentarios (4).

El avance en los materiales y en las técnicas de fabricación marcaron un hito importante en la evolución de la prótesis fija. La introducción de la porcelana feldespática en el siglo XX permitió obtener restauraciones con mayor estética,

mientras que el desarrollo de cementos adhesivos y técnicas de preparación dental optimizaron la adhesión y el sellado marginal (5). La historia también refleja un cambio hacia metodologías más precisas y menos invasivas con la incorporación de tecnologías digitales, que han revolucionado la planificación, diseño y fabricación de estas restauraciones en las últimas décadas (6).

La historia moderna de la prótesis fija ha sido marcada por la integración de sistemas CAD/CAM y la impresión digital, permitiendo una mayor precisión en el ajuste y adaptabilidad de las cofias y puentes, además de reducir los errores de fabricación (7). La evolución tecnológica ha permitido también la personalización de las restauraciones mediante diseños digitales, mejorando los resultados estéticos y funcionales (8).

## **COFIAS EN PRÓTESIS FIJA**

Las cofias o coronas son restauraciones fijas que cubren completamente el diente preparado, con el objetivo de restaurar la forma, función, estética y estructura del diente deteriorado o dañado. La correcta preparación del diente es crucial para garantizar un ajuste preciso, un buen sellado marginal y la longevidad de la restauración, debe ser conservadora, respetando la estructura dental remanente y facilitando la adhesión. El diseño de la cofia debe considerar aspectos biomecánicos, estéticos y periodontales, buscando distribuir las cargas masticatorias de manera uniforme y evitar lesiones en los tejidos circundantes. La elección del material, como cerámicas, porcelanas o metales, dependerá de la indicación clínica, las demandas estéticas y la resistencia necesaria (9).

La adaptación marginal y el sellado de una prótesis parcial fija son elementos fundamentales para garantizar su éxito clínico. Una adaptación inadecuada del margen o un sellado deficiente pueden ocasionar irritación gingival, disolución del cemento y, en consecuencia, el fracaso del tratamiento. Estos factores están influenciados por el diseño de la preparación, procedimientos de laboratorio y finalmente la técnica de cementación empleada.

La adaptación y el sellado marginal representan el ajuste preciso entre el margen cervical de la restauración y la línea de terminación. La distancia perpendicular entre estos dos puntos se conoce como discrepancia marginal; cuando es menor esta discrepancia, mayor será la calidad del sellado. La mayoría de los autores coinciden en que la discrepancia marginal no debe superar las 120 micras (10).

Desde hace muchos años, la prótesis fija ha sido el principal tratamiento para el edentulismo parcial. Existen diversos tipos de prótesis fija, pero las coronas metal porcelana siguen siendo la opción preferida en los tratamientos de rehabilitación debido a sus múltiples beneficios. Aunque la tecnología y las técnicas de fabricación de coronas totalmente cerámicas han avanzado considerablemente, la técnica de metal cerámica continúa siendo ampliamente utilizada por sus ventajas, alta resistencia, buena estética, facilidad de elaboración y costo relativamente bajo, además, esta restauración presenta una longevidad promedio entre 15 y 20 años, dependiendo de la calidad del ajuste marginal y el sellado obtenido (11).

El principal objetivo de la restauración protésica consiste en:

1. Restablecer la función que cumplen los órganos dentarios en boca
2. Devolver factores como la estética, comodidad y confianza
3. Corregir desviaciones e imperfecciones propias de la anatomía



**Fig 1.** Cofias de diferentes materiales

## TIPOS DE COFIAS

La elección del tipo de cofia y del material depende de múltiples factores, incluyendo la ubicación clínica, demandas estéticas, resistencia mecánica y condiciones periodontales del paciente.

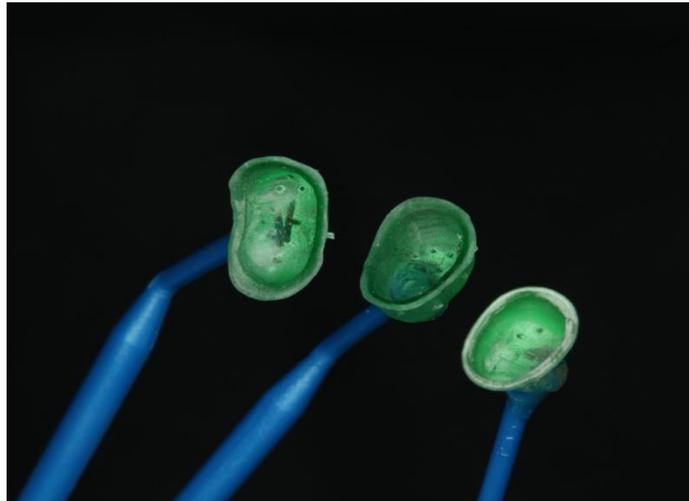
1. *Cofias Análogas*: Son fabricadas mediante procedimientos convencionales que incluyen la toma de impresiones, elaboración de modelos de yeso y trabajo de laboratorio. Dentro de esta categoría, las cofias metálicas, de porcelana fusionada con metal y de cerámica pura son las más comunes. Estas restauraciones ofrecen buena resistencia y durabilidad, siendo ideales para zonas posteriores o cuando se requiere mayor resistencia mecánica (12).
2. *Cofias CAD/CAM*: Con el avance tecnológico, estas cofias se diseñan digitalmente mediante software y se fabrican en fresadoras o impresoras 3D. Entre los materiales utilizados en este proceso están la zirconia y la cerámica feldespática, que ofrecen una excelente precisión en el ajuste y una estética mejorada en comparación con las técnicas tradicionales (13).



**Fig. 2** Confección de diferentes cofias protésicas

## MATERIALES

1. *Resina Calcinable*: Son materiales utilizados en odontología para la fabricación de patrones o modelos que posteriormente se funden o se quema para obtener estructuras metálicas o cerámicas. Estas resinas están diseñadas para soportar altas temperaturas durante el proceso de fundición, permitiendo la creación de restauraciones metálicas precisas y con buena adaptación. Tienen alta resistencia térmica, baja expansión térmica y fácil manejo y precisión. Representan un avance importante en la fabricación de restauraciones metálicas, permitiendo procesos más precisos y eficaces en la clínica y laboratorio (15).

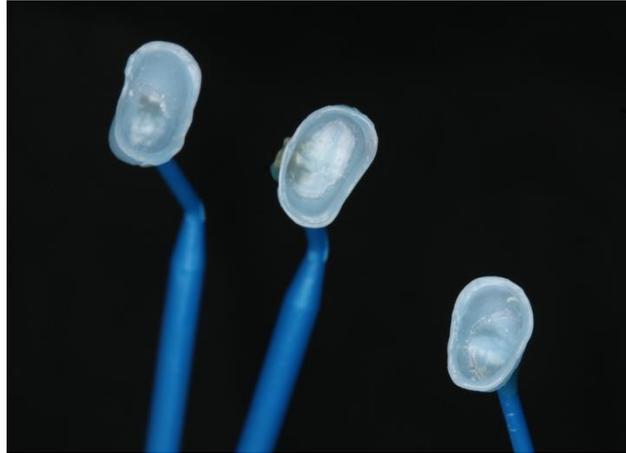


**Fig. 3** Cofias de resina calcinable

2. *Cofias de cera fresada*: Se fabrican mediante técnicas de fresado a partir de bloques de cera o materiales similares. La fresadora digital permite obtener cofias con alta precisión, ajuste cercano a la final, y un acabado superficial excelente (16).

Estas cofias de cera fresada se emplean principalmente en la elaboración de patrones o modelos de cofias provisionales o definitivas en procesos digitales. La ventaja de esta técnica es la precisión dimensional, menor

tiempo de fabricación y repetibilidad, además de reducir errores de ajuste (17).



**Fig. 4** Cofias de cera fresada

3. *Cofias de cera análoga*: Se utiliza en técnicas tradicionales de laboratorio para la elaboración de patrones y cofias provisionales. Se emplea para crear modelos en cera que posteriormente se funden o se moldean en otros materiales. La cera análoga permite una buena adaptación, facilidad de manejo y un acabado superficial aceptable, siendo útil en técnicas manuales clásicas (18).

Este método es ampliamente utilizado en laboratorios tradicionales y en situaciones donde no se dispone de tecnologías digitales, permitiendo una fabricación relativamente rápida y precisa de cofias provisionales (19).



**Fig. 5** Cofias de cera análoga

## LÍNEAS DE TERMINACIÓN EN PRÓTESIS FIJA

En la literatura el primer autor que hablo de este concepto fue Spalding en el año de 1904, introdujo el concepto de realizar una preparación definida en la zona gingival, teniendo como finalidad el poder garantizar un grosor continuo y uniforme para las coronas jackets (20).

Hoy en día existen varios tipos de terminaciones marginales, en 1990 Rosenstiel y cols. Describieron diferentes tipos; filo de cuchillo, borde en cincel, chamfer, bisel, hombro biselado y hombro recto (21).

Se define como la configuración que se le da al margen cervical de una preparación dentaria, teniendo siempre en cuenta los principios mecánicos, biológicos y estéticos que en la literatura ya están establecidos, teniendo éxito en el sellado periférico de la restauración (22).

La preparación dental es una de las fases fundamentales en la prótesis fija, ya que si hacemos errores en la preparación podemos comprometer el éxito del tratamiento, puede resultar en un sobrecontorno de la restauración y llega afectar la estética, el color, inflamación en los tejidos, aumentar la sensibilidad en dientes vitales, disminuir la retención y resistencia de la restauración, comprometiendo su durabilidad y funcionalidad. Si la preparación se realiza muy subgingival el asentamiento de la estructura protésica podría afectar el espesor biológico, lo que a su vez desarrolla bolsas periodontales, pérdida ósea y, en consecuencia, comprometer tanto el soporte periodontal como la retención de la restauración (23).

El espesor biológico se utiliza para describir el tejido epitelial y conectivo anclado apicalmente al surco gingival.

Las dimensiones del espesor biológico son:

- 0.69 mm surco
- 0.97 mm epitelio de unión
- 1.04 mm tejido conectivo

Numerosos estudios han establecido que un espesor mínimo de aproximadamente 0.5 mm en la línea de margen es recomendable para garantizar la estabilidad periodontal y evitar recesiones. Se demostró que un espesor de al menos 0.55 mm en la línea de margen ayuda a mantener la integridad de tejido y favorece una mayor estabilidad a largo plazo en las restauraciones adhesivas y en las prótesis fijas (24).

También se indica que un espesor de 0.5 a 1.0 mm en la línea de terminación, como en el caso de una preparación de hombro o un chamfer, favorece la preservación del epitelio y tejido conectivo, reduciendo el riesgo de recesiones y promoviendo la regeneración del tejido periodontal, especialmente en zonas estéticas (25).

El espesor también es relevante en técnicas modernas como el BOPT, donde se elimina la línea de margen tradicional y se favorece una adaptación biológica de los tejidos, que requiere un espesor de aproximadamente 0.5 mm para promover una correcta regeneración y adaptación periodontal (26).

La elección del tipo de línea de terminación es una decisión de suma relevancia, ya que su correcta ejecución garantiza una adecuada adaptación y sellado marginal. Es necesario utilizar una fresa diamantada específicamente diseñada para el tipo de terminación deseada (27).

La inadecuada adaptación del margen provoca contacto directo entre el cemento y fluidos de la cavidad oral, lo que incrementa la susceptibilidad de presentar algún fracaso de las restauraciones principalmente por infiltraciones y degradación del cemento en el área del sellado. La pérdida del sellado marginal puede ocasionar consecuencias que se clasifican en tres categorías:

1. Biológicas: relacionadas con la salud de los tejidos de soporte del diente, como la gingivitis o periodontitis.
2. Estéticas: que afectan la apariencia clínica y facial del paciente.

3. Mecánicas: vinculadas con la integridad estructural, restención y durabilidad de la restauración (28).

La adaptación marginal representa un factor clave en el éxito de las copias protésicas, dado que fallas en esta área influyen de manera determinante en la durabilidad del tratamiento restaurador. La presencia de un espacio irregular o GAP entre la estructura dentaria y la copia favorece la acumulación de biofilm, promoviendo la formación de caries secundaria y, en consecuencia, una posible pérdida de tejido dentario y la necesidad de procedimientos más invasivos. La importancia de un ajuste preciso en el margen radica en evitar estos espacios, preservando la salud periodontal y garantizando la funcionalidad de la restauración (29).



**Fig. 6** Diferentes tipos de líneas de terminación

## **TERMINACIÓN HOMBRO**

El hombro es una línea de terminación en forma de superficie plana de 90°, una variante de esta terminación es el hombro biselado, donde la porción cervical del tallado se realiza un bisel, con un ángulo cavo superficial de 45°, extendiéndose la línea hacia gingival (30). Pueden variar en ancho, típicamente entre 0.5 y 1.0 mm, proporciona un soporte robusto para la cerámica, especialmente en casos de cerámicas feldespáticas y zirconia. Puede llegar a ofrecer un margen estable y bien definido, estético en zonas visibles por la línea de margen limpia y definida; algunas desventajas que presenta esta preparación es que en algunos casos requiere una preparación más invasiva y puede ser más difícil de manejar en zonas subgingivales profundas (31).

## **TERMINACIÓN CHAMFER**

El chamfer o chaflan es una línea de terminación cóncava, donde el ángulo cavosuperficial mide alrededor de 130 y 160 °, con una caída aproximadamente 0.3 a 0.5 mm. Esta línea debe ser muy definida, formando un ángulo entre la línea y la pared axial de la preparación, siendo este ángulo redondeado (32). Facilita la fabricación y cementación de restauraciones, especialmente en cerámicas y metal/cerámica proporcionando un margen suave y estético, que favorece la integración en zonas visibles. Esta terminación permite una buena adaptación del material restaurador, reduce el riesgo de fracturas cerámicas por su perfil de caída suave, algunas de las desventajas que presenta es que puede ser menos efectivo en casos donde se requiere un margen subgingival mas extenso y la precisión de la terminación depende del operador (33).

## **TERMINACIÓN BOPT**

El BOPT (Biologically Oriented Preparation Technique) es una técnica moderna de preparación dental desarrollada con el objetivo de mejorar la integración biológica y

estética de las restauraciones, especialmente en zonas anteriores y en casos donde se busca una mayor armonía periodontal y gingival. Esta técnica fue popularizada por el Dr. Vincenzo Guarino y colegas, quienes propusieron eliminar la línea de terminación definida, favoreciendo la adaptación biológica del tejido blando (34). Surge como una alternativa que favorece la regeneración del tejido periodontal, promoviendo una adaptación biológicamente favorable mediante una preparación vertical que elimina el margen en la línea de la encía, permitiendo que el tejido se adapte y regenere en torno a la restauración, logrando así resultados estéticos y periodontales superiores, se mantiene un espesor mínimo en la estructura para soportar la restauración, generalmente en torno a 0.5 mm, asegurando que no interfiera con la biología del surco periodontal y que permita regenerar los tejidos (35).



**Fig. 7** Terminación Chamfer



**Fig. 8** Terminación Hombro



**Fig. 9** Terminación BOPT

## **DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD) Y MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA (CAM)**

La tecnología CAD/CAM fue incorporada en el campo de la odontología en 1971, inicialmente como técnicas experimentales y teóricas, principalmente enfocadas en la prótesis fija desde un punto de vista clínico.

Posteriormente, en 1979, Rodder y Heitlinger comenzaron a trabajar en esta área, seguidos en 1980 por Brandestini y Morman. Durante la siguiente década siguiente, surgieron diversos sistemas, incluyendo Duret, Minnesota y Cerec. En el año 1985 se creó un sistema capaz de fabricar restauraciones cerámicas de cobertura total (36).

El CAD (Computer- Aided Design) y el CAM (Computer- Aided Manufacturing) son tecnologías digitales que han revolucionado la odontología restauradora. Estas herramientas permiten la planificación, diseño, y fabricación de restauraciones con una precisión excepcional, mejorando la adaptación, estética y eficiencia en los procesos clínicos y de laboratorio.

El proceso CAD implica la digitalización de los datos del paciente, generalmente mediante un escaneo intraoral o extraoral, para crear un modelo digital tridimensional de la estructura dental. Este modelo se utiliza para diseñar la restauración, como cofias, puentes, carillas, prótesis completas, con software especializado que permite ajustar detalles anatómicos, líneas de margen, espesor de cerámica y otros parámetros clínicos (37).

El proceso de diseño digital comienza con la adquisición de datos del paciente, generalmente mediante:

- Escaneo intraoral: Utiliza un escáner óptico para capturar la anatomía dental directamente en la boca

- Escaneo extraoral: Se realiza sobre modelos físicos o impresiones, digitalizándolos en un escáner 3D

El CAM se refiere a la fase de fabricación, donde el diseño digital se transforma en una restauración física mediante sistemas de fresado, impresión 3D. En odontología, el CAM permite la producción de restauraciones en materiales como cerámica, zirconia, resina o metales con precisión milimétrica, garantizando un ajuste pasivo y una mayor durabilidad (38).

Una vez finalizado el diseño, el archivo digital se envía a la fase de fabricación, donde el sistema CAM realiza el fresado, impresión o sinterizado. Los procesos principales son:

- Fresado: Utiliza herramientas de corte para mecanizar bloques de cerámica, zirconia, resina o metal según el diseño digital
- Impresión 3D: Construye la restauración capa por capa en resinas o materiales biocompatibles
- Sinterizado: Procesos térmicos para obtener la dureza y resistencia final de los materiales

La versatilidad del CAD permite poder construir de manera digital los trabajos virtualmente y la parte del CAM calcula de manera automática los datos para poder fresar o en su caso sinterizar los materiales de restauración (39).

El uso combinado de CAD/CAM en odontología ha demostrado mejorar significativamente la precisión de las restauraciones, reducir los errores del ajuste, disminuir los tiempos de laboratorio y clínicos, y optimizar los resultados estéticos y funcionales (40).

Las funciones del CAD-CAM deben de estar plasmadas en tres elementos básicos que pueda funcionar de manera adecuada; convertir lo analógico en digital, diseño asistido por ordenador con modelizaciones lineales y superficiales, y la fabricación por control numérico (41).

El CAD-CAM se maneja mediante un flujo digital:

- Escaneo
- Software de diseño
- Archivo STL
- Software de fabricación
- Máquina de fabricación



**Fig. 10** Escáner intraoral



**Fig. 11** Fresadora dental

## DISEÑO DIGITAL

El diseño digital en odontología representa una revolución en la planificación, diseño y fabricación de restauraciones protésicas, utilizando tecnologías informáticas avanzadas para mejorar la precisión, eficiencia y predictibilidad de los tratamientos. La integración de sistemas CAD (Diseño Asistido por Computadora) ha permitido transformar los procesos tradicionales, que dependían en gran medida de moldes físicos y laboratorios manuales, en flujos de trabajo digitales completos y altamente personalizables.

El proceso comienza con la adquisición de datos clínicos mediante escáneres intraorales o extraorales, que digitalizan la anatomía del paciente en forma de modelos 3D precisos (42). Estos modelos digitales sirven como base para el diseño virtual de restauraciones, permitiendo ajustar detalles anatómicos, líneas de margen, grosor cerámico, oclusión y estética con gran exactitud. La capacidad de visualizar en tiempo real los cambios y realizar modificaciones instantáneas reduce significativamente los errores y retrabajos, incrementando la calidad final del tratamiento (43).

El software de diseño digital facilita una planificación minuciosa, considerando aspectos biomecánicos, estéticos y funcionales. Además, permite la integración con otros sistemas digitales, como impresión 3D, fresado CNC y sinterizado, creando flujos de trabajo totalmente digitales que mejoran la colaboración clínica y de laboratorio (44).

Las aplicaciones clínicas del diseño digital incluyen la fabricación de coronas, carillas, puentes, prótesis completas y restauraciones personalizadas. La precisión en el ajuste y la adaptación de estas restauraciones, obtenida mediante CAD/CAM, garantiza un sellado marginal adecuado y una distribución oclusal armoniosa, lo que reduce complicaciones a largo plazo (45).

La implementación del diseño digital ha tenido un impacto positivo en la predictibilidad de los tratamientos, acortando los tiempos de producción y elevando los niveles de satisfacción del paciente. La tendencia actual apunta hacia una integración total del flujo digital, combinando impresoras 3D, fabricación aditiva, análisis de oclusión digital y diseño estético personalizado, con énfasis en la conservación de tejidos y en la estética natural (46).

## EXOCAD

Exocad es un software de diseño digital ampliamente utilizado en odontología, reconocido por su interfaz intuitiva, versatilidad y compatibilidad con múltiples sistemas de fabricación y escaneo. Desde su introducción, ha facilitado la planificación, diseño y simulación de restauraciones protésicas, ortodónticas y de implantología, permitiendo un flujo de trabajo completamente digital que mejora la precisión y eficiencia clínica.

Una de las principales ventajas de Exocad es su capacidad de integración con diferentes plataformas de adquisición digital, incluyendo escáneres intraorales y extrorales, lo que permite obtener modelos digitales precisos para diseñar restauraciones personalizadas. Además, su interfaz amigable facilita la manipulación de modelos 3D, la creación de líneas de margen, el ajuste anatómico, la planificación oclusal y la modificación de detalles estéticos en tiempo real (47).

Diversos estudios destacan que Exocad permite crear diseños altamente detallados y precisos, con un control completo sobre el grosor de la cerámica, la adaptación marginal y la anatomía, reduciendo significativamente los errores de ajuste y optimizando los tiempos de producción. Además, su compatibilidad con sistemas CAM y la posibilidad de exportar archivos en diferentes formatos favorecen la integración en cadenas de producción digitales, incluyendo fresado y impresión 3D (48).

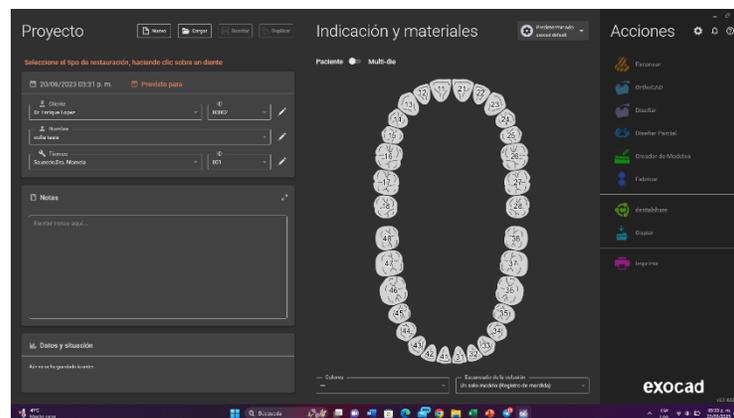


Fig. 12 Software Exocad

## IMPRESIÓN 3D

Las impresoras 3D actualmente están liderando la innovación en las técnicas de sinterizado y fabricación aditiva. Esta tecnología fue introducida en 1987, cuando la empresa estadounidense 3D Systems implementó el sistema conocido como estereolitografía (49).

La producción en 3D puede clasificarse en tres categorías principales:

- **Fabricación formativa:** Consiste en modificar una pieza de trabajo sin reducir ni añadir material, simplemente ajustando su forma.
- **Fabricación sustractiva:** Implica la utilización de herramientas de corte para eliminar material no deseado y obtener la pieza final.
- **Fabricación aditiva:** Se basa en la adición progresiva de material capa por capa para construir el objeto, en lugar de removerlo.

El término impresión 3D se refiere específicamente a la fabricación mediante la superposición de múltiples capas, conocida como fabricación aditiva. En aplicaciones odontológicas, las impresoras utilizadas alcanzan una precisión que oscila entre 10 y 30 micras por capa, con una resolución de aproximadamente 600 dpi. Existen diversas tecnologías de impresión 3D, cada una con sus ventajas y limitaciones. Sin embargo, una característica común a todos estos sistemas es su elevado costo, la necesidad de materiales específicos, además del mantenimiento y las reparaciones que requieren (50).

La tecnología SLA (Estereolitografía) emplea un láser de escaneo para construir piezas capa por capa, partiendo de una resina fotopolimerizable líquida. El proceso consiste en que el láser rastrea la superficie de la resina, solidificando una capa en particular. La plataforma en la que se apoya la pieza desciende gradualmente,

permitiendo que se aplique una nueva capa de resina líquida y repita el ciclo. Una vez finalizada la impresión, se retira el exceso de resina y la pieza se somete a un proceso de post-curado para completar la polimerización. Este método puede utilizar una variedad amplia de resinas fotopolimerizables.

Por otro lado, la tecnología DLP (Procesamiento Digital de Luz) es similar a la SLA en cuanto a funcionamiento, ya que también trabaja con monómeros fotopolimerizables. La diferencia radica en que emplea una fuente de luz más convencional, como una lámpara de arco, y un panel de pantalla de cristal líquido que expone toda la superficie de la resina simultáneamente en un solo paso, lo que permite una fabricación más rápida y eficiente.

Finalmente, la sinterización selectiva por láser (SLS) consiste en fusionar un polvo fino de material mediante láser capa por capa. A medida que el lecho de polvo se va reduciendo, se extiende una nueva capa de polvo sobre la superficie. Los materiales compatibles con esta tecnología incluyen nylon y PEEK, que ofrecen propiedades mecánicas adecuadas para diferentes aplicaciones (51).

## JUSTIFICACIÓN

La elección y diseño de la línea de terminación en prótesis fija son elementos cruciales en la odontología moderna, impactando directamente en la calidad y longevidad de las restauraciones. La línea de terminación define el contorno del margen cervical de una preparación dental y debe ser concebida bajo principios mecánicos, biológicos y estéticos bien establecidos para asegurar un sellado periférico efectivo de la restauración. Este sellado no solo es vital para la longevidad de la prótesis, sino también para la salud periodontal del paciente.

En la fabricación de cofias mediante técnicas de fresado, la terminación de la superficie marginal puede variar, y su impacto sobre la adaptación y sellado aún es objeto de estudio. Estudios previos han demostrado que diferentes terminaciones y materiales utilizados en las cofias, como la resina calcinable y la cera análoga, influyen en la precisión de la adaptación y en la capacidad de sellado

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Existe diferencia del sellado marginal con diferentes terminaciones marginales en cofias de cera fresada?

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el sellado marginal con diferentes terminaciones marginales en cofias de cera fresada.

### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

1. Comparar el sellado marginal de cada cofia de cera fresada con diferentes terminaciones
2. Evaluar el sellado marginal de la cofia con la terminación de BOPT
3. Comparar los diferentes tipos de terminaciones marginales

# **HIPÓTESIS**

## **HIPÓTESIS NULA**

No existe diferencia del sellado marginal con diferentes terminaciones marginales en cofias de cera fresada.

## **HIPÓTESIS ALTERNA**

Existe diferencia del sellado marginal con diferentes terminaciones marginales en cofias de cera fresada.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **TIPO DE ESTUDIO**

El presente estudio de investigación es de tipo comparativo, experimental *in vitro*, analítico y cuantitativo.

### **LUGAR DE REALIZACIÓN**

- Clínica y laboratorio de la Especialidad en Odontología Estética, Cosmética, Restauradora e Implantología, Facultad de Estomatología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Laboratorio de Nanomateriales de la Maestría de Ciencias Odontológicas, Facultad de Estomatología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

### **GRUPOS DE ESTUDIO**

Los grupos de estudio están integrados por 30 premolares sanos. Con un total de 3 grupos de 10 premolares cada uno, a su vez con tres subgrupos respectivamente, designados con la letra A, B o C. De igual manera se fabricaron 90 cofias elaboradas con diferente material que incluyen cera de inmersión, cera fresada y resina calcinable. (Tabla)

### **MUESTREO**

El muestreo es de tipo no probabilístico, intencional. Para obtener 30 muestras

**Tabla I.** Distribución de grupos de estudio

Grupo	PROTOCOLOS DE SUPERFICIES	
	<i>Preparación</i>	<i>Material</i>
1 (A)	BOPT (Preparación Dentaria Orientada Biológicamente)	Cera Convencional (Dip Geo, Renfert, Hilzingen, Alemania)
1 (B)	<i>Chamfer</i>	Cera Convencional (Dip Geo, Renfert, Hilzingen, Alemania)
1 (C)	<i>Hombro</i>	Cera Convencional (Dip Geo, Renfert, Hilzingen, Alemania)
2 (A)	BOPT (Preparación Dentaria Orientada Biológicamente)	<i>Resina Calcinable</i> (C01, Resione, Dongguan, China)
2 (B)	<i>Chamfer</i>	<i>Resina Calcinable</i> (C01, Resione, Dongguan, China)
2 (C)	<i>Hombro</i>	<i>Resina Calcinable</i> (C01, Resione, Dongguan, China)
3 (A)	BOPT (Preparación Dentaria Orientada Biológicamente)	<i>Cera Fresada</i> (Wax disc, Ceradirect, Hong Kong, China)
3 (B)	<i>Chamfer</i>	<i>Cera Fresada</i> (Wax disc, Ceradirect, Hong Kong, China)
3 (C)	<i>Hombro</i>	<i>Cera Fresada</i> (Wax disc, Ceradirect, Hong Kong, China)

## **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Órgano dentario permanentes.
- Órgano dentario libres de caries dental.
- Órgano dentario con tejido dentinario sano.
- Órgano dentario libre de restauraciones.
- Órgano dentario exclusivamente premolares.

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Órgano dentario temporales.
- Órgano dentario con caries.
- Órgano dentario con fracturas.
- Órgano dentario que no sean premolares.
- Órgano dentario que tengan restauración
- Órgano dentario con defectos de desarrollo.

### **CRITERIOS DE ELIMINACIÓN**

Muestras que durante los procedimientos de laboratorio presenten alguna fractura, laceración o desgaste.

### **DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES**

Dependiente: Obtención de una cofia protésica.

Independiente: Evaluación del sellado de la cofia protésica.

## PLAN DE TRABAJO

### RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS

Se obtuvieron 30 premolares extraídos en la clínica del posgrado de la Maestría en Endodoncia de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, así como en una clínica privada ubicada en la ciudad de San Luis Potosí, San Luis Potosí.



Fig. 13 Premolares recolectados

### PREPARACIONES DENTARIAS

Una vez que se obtuvieron las 30 muestras de los órganos dentarios del grupo premolar, estas fueron conservadas en un recipiente de plástico que contenían solución fisiológica, con el propósito de evitar su deshidratación y permitir su manipulación sin riesgo de fractura. Durante el procedimiento, se utilizó equipo de protección personal para prevenir alguna contaminación del operador con las muestras.

Posteriormente, se procedió a la preparación de las muestras. Para ello, se empleó un motor eléctrico marca NSK (Japón), modelo NLX nano, equipado con un contrángulo de alta velocidad a una proporción 1:5. El dispositivo operó a 100,000 revoluciones por minuto, y con un torque de 3.4 N·cm. Durante todo el procedimiento se utilizó irrigación continua con el fin de evitar el sobrecalentamiento del tejido dentario.

Se emplearon fresas de diamante pertenecientes al kit de preparaciones dentarias con aislamiento absoluto del Dr. Víctor Guerrero, de la casa comercial Jota (Suiza) y el kit de Filosofía ROA del Dr. Roberto Tello, de la casa comercial Jota (Suiza). En particular, se utilizaron fresas troncocónicas de punta redondeada para la realización de preparaciones tipo chamfer; fresas con forma de punta de lápiz para efectuar terminaciones tipo BOTP; y fresas troncocónicas de punta plana para las terminaciones en hombro.



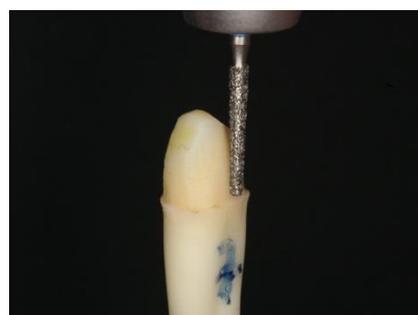
**Fig. 14** Contrángulo de alta velocidad



**Fig. 15** Fresa punta de lápiz para línea de terminación BOTP



**Fig. 16** Fresa troncocónica de punta redondeada para línea de terminación Chamfer



**Fig. 17** Fresa troncocónicas de punta plana para línea de terminación Hombro

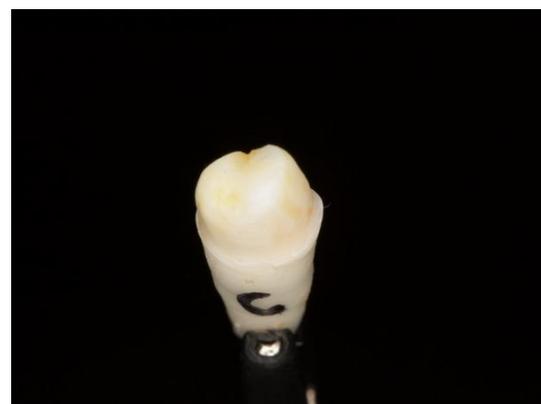
Se procedieron a realizar los tres tipos de preparaciones en nuestros grupos de estudio en los 30 premolares por cada una de las diez muestras de los 3 grupos ; hombro, chamfer, y BOPT.



**Fig.18** Preparación para línea de terminación Hombro

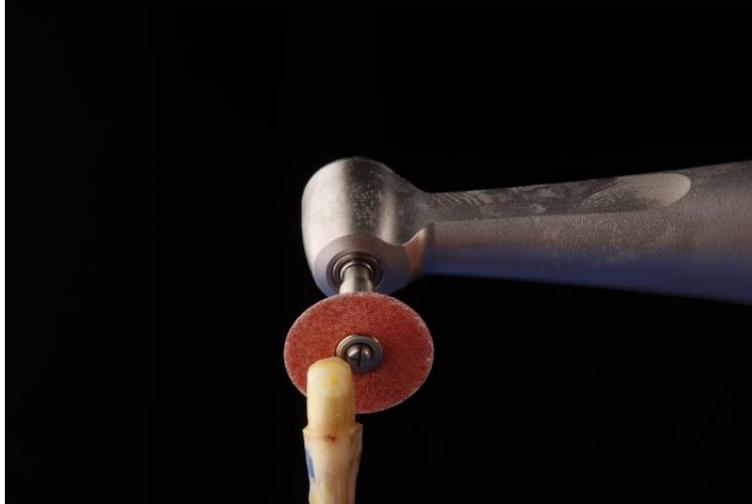


**Fig. 19** Preparación para línea de terminación BOPT



**Fig. 20** Preparación para línea de terminación Chamfer

Tras completar el tallado de los 30 premolares, se procedió al pulido de las superficies con el objetivo de obtener un acabado liso y uniforme. Para ello, se utilizaron discos Soflex de la casa comercial 3M (Minnesota, EUA), acoplados a un contrángulo de baja velocidad con una relación 1:1, operando a 5,000 revoluciones por minuto.



**Fig. 21** Contrángulo de baja velocidad con disco soflex

## **FABRICACIÓN DE COFIAS PROTÉSICAS**

Se inició con la fabricación de las cofias utilizando cera convencional. Para ello, se empleó un dispositivo denominado *dipping wax*, el cual requiere calibración precisa de temperatura, ya que un incremento excesivo podría generar cofias demasiado delgadas, comprometiendo el resultado final. La temperatura fue ajustada a 90 °C, permitiendo estandarizar un grosor de cofia de aproximadamente 0.5 mm. La técnica consistió en sumergir una sola vez el órgano dentario previamente preparado en la cera y retirarlo de forma casi inmediata.

Posteriormente, se aplicó una pequeña cantidad de cera de sellado de la marca Renfert (Hilzingen, Alemania) a nivel cervical, con el objetivo de mejorar el sellado

y evitar fracturas durante la manipulación y el colado de las cofias protésicas. Para este procedimiento, es fundamental utilizar un instrumento fino, ya que cumple dos funciones: alisar la cera recién aplicada y, en caso necesario, reducir su volumen si esta quedó excesivamente gruesa en dicha área.



**Fig. 22** Dispositivo "Dipping Wax"



**Fig. 23** Instrumento dental



**Fig. 24** Remodelado de la cofia



**Fig. 25** Cera convencional

Posteriormente, se procedió a la elaboración de las cofias en resina calcinable. Para ello, el primer paso consistió en realizar un escaneo digital mediante un escáner intraoral de la marca Carestream, modelo CS3600 (Fig. 32), obteniendo un archivo en formato STL, el cual puede ser manipulado en un software de diseño dental.

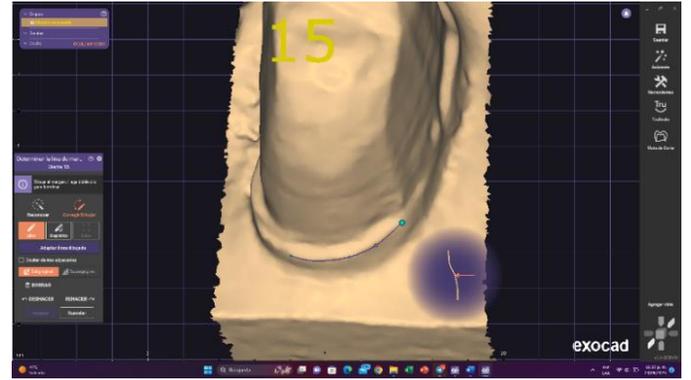
La fabricación de una cofia en resina calcinable requiere su diseño previo en un software especializado; en este caso, se utilizó *Exocad* (Darmstadt, Alemania). Este proceso implica seguir una secuencia de pasos que permiten controlar parámetros técnicos fundamentales como el grosor, la forma, el material, la línea de terminación y otros aspectos esenciales, con el objetivo de asegurar un procesamiento posterior libre de errores.

Una vez finalizado el diseño digital, se genera un archivo que es enviado para su impresión en una impresora 3D de la marca Anycubic, modelo Photon Mono X 6K (China). Tras la impresión, las cofias deben someterse a un proceso de limpieza y fotocurado. Este consiste en un lavado con alcohol etílico al 96 % durante 5 minutos, seguido de un fotocurado también de 5 minutos.

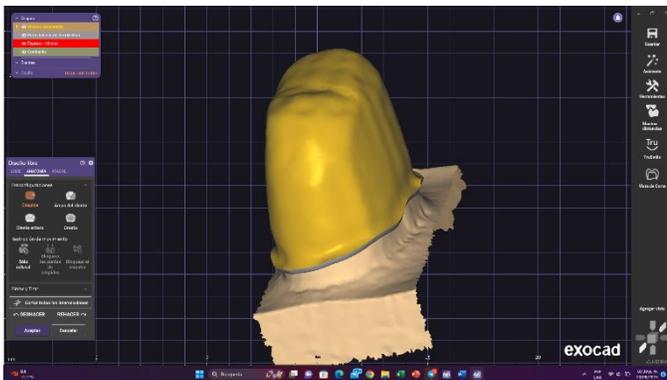
En un tiempo promedio de 90 minutos, se completa la impresión del archivo, obteniendo la cofia previamente diseñada en el software (Fig. 39). La resina calcinable puede adquirirse en distintos colores, y en este caso se eligió un tono verde. La resina utilizada corresponde a la marca "Resione", modelo C01 (Dongguan, China).



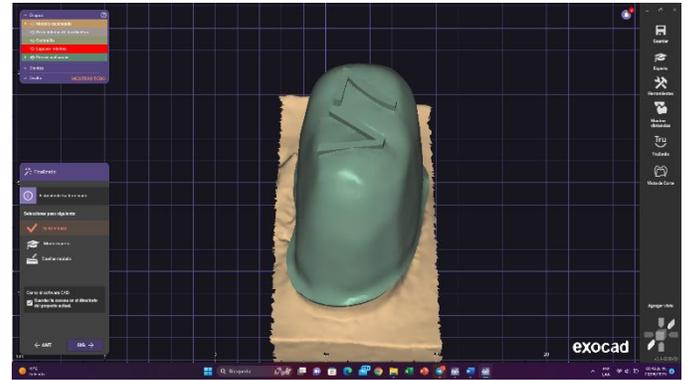
**Fig.26** Diseño digital de la cofia



**Fig.27** Determinación de la línea de terminación



**Fig. 28** Diseño libre de la cofia



**Fig. 29** Diseño de la cofia terminada



**Fig. 30** Impresora 3D y Wash and Cure



**Fig. 31** Resina Calcinable

Finalmente, se procesaron las cofias utilizando cera fresada. Al igual que con la resina calcinable, se requiere realizar un diseño digital, pero en este caso, el proceso de fabricación se lleva a cabo utilizando una fresadora. Este procedimiento permitió obtener el resultado final a partir de los tres tipos de materiales empleados en este estudio de investigación.



**Fig.32** Cofias terminadas



**Fig. 33** Cofias resina calcinable, cera fresada, cera análoga



**Fig. 34** Cofias asentadas en órganos dentarios

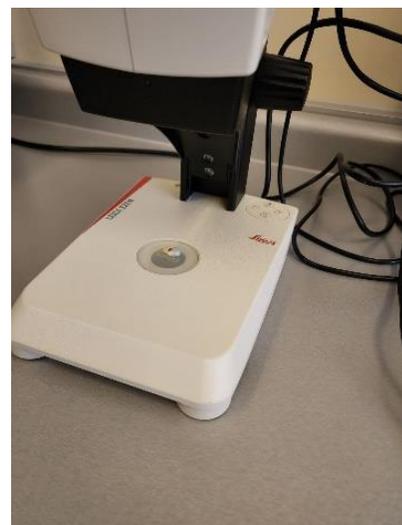
Para evaluar el sellado de las copias protésicas sobre las muestras, se realizó un análisis utilizando un estereomicroscopio de la marca *Leica* (Wetzlar, Alemania). Se colocó una cinta de doble cara sobre la platina del microscopio para asegurar que las muestras quedaran fijas y no se movieran durante el análisis. El examen se realizó a un aumento de 50x, lo que permitió observar las cuatro caras de los órganos dentarios: mesial, distal, vestibular y lingual/palatino.



**Fig.35** Electromicroscopio



**Fig. 36** Cinta doble testigo



**Fig. 37** Premolar fijado sobre la platina

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El Análisis estadístico se realizó con el software MINITAB versión 17, se analizó la normalidad de las variables con la prueba de Shapiro Wilk, al ser un estudio paramétrico se determinó la significancia estadística con intervalos de confianza al 95%.

## **CONSIDERACIONES ÉTICAS Y BIOSEGURIDAD**

### **REPERCUSIONES AMBIENTALES**

Se llevarán a cabo los procedimientos pertinentes según la NORMA Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental - Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo.

### **RIESGO**

El presente estudio es una investigación con riesgo mínimo, de acuerdo con la clasificación de riesgos de investigación, postulada por la ley general de salud en materia de investigación.

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Los órganos dentales para usar fueron obtenidos como donaciones de diversas clínicas dentales públicas y privadas, y fueron extraídos por causas ajenas a este estudio, todos los pacientes estuvieron de acuerdo con darles uso para fines de investigación.

### **FINANCIAMIENTO**

Éste estudio es completamente financiado por CONACYT (CVU **1279510**)

### **CONFLICTOS DE INTERÉS**

Actualmente no existen conflictos de intereses por parte de los investigadores involucrados.

## **COMPETENCIAS DEL INVESTIGADOR**

El autor de este trabajo de investigación es el responsable de llevar a cabo de manera pertinente la aplicación de los procedimientos clínicos y de laboratorio descritos en el marco metodológico de acuerdo con las normas internacionales durante todo el proceso.

# RESULTADOS

Tabla II. Estadística Descriptiva

Tipo de terminacion	Material dental	Cara dental	Media	error	Desviacion estandar	Minimo	Maximo	
<b>Bopt</b>	<b>Cera Análoga</b>	Vestibular	0.0395	0,0115	0,0362	0,0000	0,0950	
		Mesial	0.0557	0,0169	0,0533	0,0000	0,1610	
		Palatino	0.02790	0,00940	0,02972	0,00000	0,08100	
		Distal	0.0341	0,0151	0,0478	0,0000	0,1250	
	<b>Resina Calcinable</b>	Vestibular	0.0184	0,0106	0,0334	0,0000	0,0880	
		Mesial	0.0313	0,0120	0,0378	0,0000	0,0960	
		Palatino	0.0340	0,0162	0,0512	0,0000	0,1520	
		Distal	0.0675	0,0234	0,0739	0,0000	0,1950	
		<b>Cera fresada</b>	Vestibular	0,1012	0,0185	0,0585	0,0430	0,1870
			Mesial	0,03710	0,00991	0,03133	0,00000	0,08700
	Palatino		0,1057	0,0249	0,0788	0,0000	0,1980	
	Distal		0,0884	0,0258	0,0815	0,0000	0,1980	
	<b>Hombro</b>		<b>Cera Análoga</b>	Vestibular	0,0466	0,0199	0,0629	0,0000
		Mesial		0.0368	0,0142	0,0450	0,0000	0,1340
		Palatino		0,0478	0,0197	0,0624	0,0000	0,1810
Distal		0,0627		0,0166	0,0524	0,0000	0,1260	
<b>Resina Calcinable</b>		Vestibular	0,0666	0,0166	0,0525	0,0000	0,1430	
		Mesial	0,07120	0,00722	0,02283	0,02300	0,09800	
		Palatino	0,0746	0,0142	0,0450	0,0000	0,1230	
		Distal	0,0771	0,0164	0,0520	0,0020	0,1640	
		<b>Cera fresada</b>	Vestibular	0,04350	0,00735	0,02325	0,00500	0,07600
			Mesial	0,0555	0,0153	0,0483	0,0000	0,1540
Palatino			0,0437	0,0128	0,0405	0,0000	0,1120	
Distal			0,0418	0,0126	0,0398	0,0000	0,1110	
<b>Chamfer</b>			<b>Cera Análoga</b>	Vestibular	0,0246	0,0113	0,0358	0,0000
		Mesial		0,0417	0,0139	0,0441	0,0000	0,0910
		Palatino		0,0486	0,0172	0,0545	0,0000	0,1350
			Distal	0,01690	0,00901	0,02850	0,00000	0,07900

<b>Resina Calcinable</b>	Vestibular	0,0239	0,0133	0,0419	0,0000	0,1190
	Mesial	0,0298	0,0120	0,0380	0,0000	0,0990
	Palatino	0,0407	0,0159	0,0503	0,0000	0,1590
	Distal	0,0436	0,0162	0,0513	0,0000	0,1380
<b>Cera fresada</b>	Vestibular	0,0407	0,0152	0,0482	0,0000	0,1290
	Mesial	0,0397	0,0123	0,0389	0,0000	0,0950
	Palatino	0,0625	0,0139	0,0441	0,0000	0,1180
	Distal	0,0537	0,0122	0,0385	0,0000	0,0930

El ajuste del sellado marginal varia de manera importante según el tipo de terminación marginal, el material utilizado y la cara dental evaluada.

#### TERMINACIÓN BOPT:

- **Cera Análoga:**

La cara **mesial** presentó el mayor ajuste del sellado marginal promedio (0.0557), seguida por la **distal** (0.0341), **vestibular** (0.0395) y **palatino** (0.0279).

- **Resina Calcinable:**

El mayor ajuste en el sellado marginal se observó en la **cara distal** (0.0675), mientras que la menor fue en la **vestibular** (0.0184), lo cual muestra un amplio rango de variabilidad.

- **Cera Fresada:**

La **cara palatina** mostró el mayor ajuste en el sellado marginal (0.1057), seguida por la **distal** (0.0884), **vestibular** (0.1012) y **mesial** (0.0371). Es notable el mayor ajuste en comparación con los otros materiales.

#### TERMINACIÓN HOMBRO:

- **Cera Análoga:**

El ajuste del sellado marginal fue relativamente homogénea, con valores entre (0.0368) la cara mesial y (0.0627) la cara distal.

- **Resina Calcinable:**

La **cara distal** (0.0771) y **palatina** (0.0746) fueron las más afectadas, mientras que la **mesial** (0.0712) tuvo menor dispersión.

- **Cera Fresada:**

El ajuste del sellado marginal fue más controlada, con valores mayores a 0.056 en todas las caras, destacando la **vestibular** como la más alta (0.0435).

#### TERMINACIÓN CHAMFER:

- **Cera Análoga:**

La **cara palatina** (0.0486) mostró mayor ajuste en el sellado marginal que las otras caras, con la **distal** presentando el valor más bajo (0.0169).

- **Resina Calcinable:**

Aunque los valores fueron moderados, la **cara distal** (0.0436) presentó una ligera elevación en comparación con la **vestibular** (0.0239).

- **Cera Fresada:**

La **cara palatina** fue la más afectada (0.0625), mientras que la **mesial** y **vestibular** se mantuvieron por debajo de 0.041.

**Tabla III.** Comparación entre las caras dentales en diferentes materiales para cada tipo de terminación.

Tipo terminacion	de Material	Vestibular vs Mesial	vs Vestibular vs Palatino	vs Vestibular vs Distal	vs Mesial vs Palatino	vs Mesial vs Distal	VS Distal vs Palatino
<b>BOPT</b>	Cera analoga	0.444	0.454	0.780	0.188	0.423	0.747
	Resina calcinable	0.367	0.265	0.086	0.864	0.122	0.288
	Cera fresada	0.031*	0.891	0.891	0.022*	0.081	0.646
<b>Hombro</b>	Cera analoga	0.734	0.972	0.630	0.657	0.210	0.585
	Resina calcinable	0.820	0.609	0.652	0.857	0.771	0.891
	Cera fresada	0.418	0.989	0.893	0.537	0.582	0.916
<b>Chamfer</b>	Cera analoga	0.417	0.203	0.429	0.774	0.153	0.117
	Resina calcinable	0.662	0.292	0.270	0.580	0.320	0.901
	Cera fresada	0.948	0.309	0.495	0.201	0.505	0.677

\*El asterisco denota la significancia estadística ( $p \leq 0.05$ )

- En **BOPT + Cera Fresada**, se observaron diferencias significativas en:
  - **Vestibular vs Mesial** ( $p=0.031$ )
  - **Mesial vs Palatino** ( $p=0.022$ )
- En las demás combinaciones (Cera Análoga y Resina Calcinable con cualquier terminación), **no se encontraron diferencias significativas** entre las caras dentales evaluadas ( $p > 0.05$ ), indicando una distribución más homogénea del sellado marginal.

**Tabla IV.** Comparación entre materiales de diferentes caras dentales para cada tipo de terminación.

Tipo de terminación	Cara dental	Cera Analoga vs Resina Calcinable	Cera Analoga vs Cera fresada	Resina Calcinable vs Cera Fresada
<b>BOPT</b>	Vestibular	0.243	0.016*	0.08
	Mesial	0.357	0.380	0.690
	Palatino	0.742	0.017*	0.028*
	Distal	0.144	0.022*	0.494
<b>Hombro</b>	Vestibular	0.353	0.884	0.235
	Mesial	0.018*	0.347	0.411
	Palatino	0.317	0.872	0.184
	Distal	0.608	0.355	0.096
<b>Chamfer</b>	Vestibular	0.969	0.366	0.264
	Mesial	0.514	0.912	0.553
	Palatino	0.755	0.541	0.328
	Distal	0.221	0.011	0.635

\*El asterisco denota la significancia estadística ( $p \leq 0.05$ )

- En la terminación **BOPT**, la **Cera Fresada** mostró significativamente menor ajuste en el sellado marginal que los otros materiales en:
  - **Cara vestibular** (vs Cera Análoga,  $p=0.016$ )
  - **Cara palatina** (vs Cera Análoga,  $p=0.017$ ; vs Resina Calcinable,  $p=0.028$ )
  - **Cara distal** (vs Cera Análoga,  $p=0.022$ )
- En la terminación **Hombro**, se encontró diferencia significativa únicamente en la cara **mesial**, entre **Cera Análoga** y **Resina Calcinable** ( $p=0.018$ ).
- En la terminación **Chamfer**, hubo diferencia en la **cara distal** entre **Cera Análoga** y **Cera Fresada** ( $p=0.011$ ).

**Tabla V.** Comparación entre diferentes tipos de terminaciones de diferentes caras dentales para cada tipo de material.

Material	Cara dental	Bopt vs Hombro	Bopt vs Chamfer	Hombro vs Chamfer
<b>Cera analoga</b>	Vestibular	0.770	0.449	0.386
	Mesial	0.448	0.483	0.806
	Palatino	0.438	0.320	0.977
	Distal	0.250	0.399	0.050*
<b>Resina calcinable</b>	Vestibular	0.017*	0.786	0.036*
	Mesial	0.020*	0.923	0.042*
	Palatino	0.071	0.815	0.112
	Distal	0.520	0.769	0.158
<b>Cera Fresada</b>	Vestibular	0.018*	0.018*	0.894
	Mesial	0.366	0.893	0.494
	Palatino	0.047*	0.214	0.365
	Distal	0.208	0.319	0.499

\*El asterisco denota la significancia estadística ( $p \leq 0.05$ )

- Para **Resina Calcinable**, hubo diferencias significativas:
  - Cara **vestibular**: entre **BOPT** y **Hombro** ( $p=0.017$ ) y entre **Hombro** y **Chamfer** ( $p=0.036$ ).
  - Cara **mesial**: entre **BOPT** y **Hombro** ( $p=0.020$ ) y **Hombro vs Chamfer** ( $p=0.042$ ).
- Para **Cera Fresada**, se observaron diferencias en:
  - Cara **vestibular**: entre **BOPT** y **Chamfer** ( $p=0.018$ )
  - Cara **palatina**: entre **BOPT** y **Hombro** ( $p=0.047$ )
- En **Cera Análoga**, no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las caras evaluadas ( $p > 0.05$ ), lo cual sugiere un comportamiento estable del material frente a los distintos tipos de terminación.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio revelan que la terminación vertical combinada con cera fresada presentó mayores niveles de microfiltración, particularmente en las caras palatina y distal. Esto puede atribuirse a las características geométricas de esta terminación, que posiblemente generan una mayor contracción del material durante el proceso de fabricación, provocando un sellado menos efectivo. La literatura existente soporta esta observación, ya que varios estudios han señalado que las terminaciones en forma de línea de margen vertical, como la preparación BOPT, aunque favorecen la estética y la adaptación, pueden presentar mayores discrepancias en el ajuste marginal si no se controlan adecuadamente los parámetros de elaboración

Por otro lado, Arora et al. (53) compararon directamente la precisión marginal entre cofias de cobalto-cromo fabricadas a partir de patrones de resina impresa en 3D y de PMMA fresado. Su estudio concluyó que las cofias de resina impresa presentaron menor discrepancia marginal ( $82,21 \pm 15,26 \mu\text{m}$ ) que las de PMMA fresado ( $106,75 \pm 12,76 \mu\text{m}$ ), una observación que difiere de nuestros hallazgos, donde la impresión 3D mostró mayor microfiltración. Esta discrepancia podría explicarse por el tipo de impresora y resina empleadas, ya que variables como la precisión del equipo, la orientación de impresión, el postcurado y la contracción térmica del material pueden influir en la fidelidad dimensional del patrón. También es relevante considerar que su estudio midió distancia marginal con estereomicroscopía, mientras que el nuestro evaluó la microfiltración, lo que podría reflejar diferencias metodológicas en la evaluación de la precisión marginal.

En contraste, el estudio de Al-Saleh et al. (54) demostró que las cofias metálicas fabricadas mediante sinterización láser selectiva (SLS), una tecnología aditiva de alta precisión, presentaron un mejor ajuste marginal que las fabricadas mediante encerado convencional y CAD/CAM. Este hallazgo introduce una dimensión adicional en la comparación: no todas las tecnologías aditivas ofrecen los mismos resultados. La impresión 3D por fotopolimerización empleada en nuestro estudio, aunque accesible y popular en clínicas y laboratorios, puede presentar limitaciones

en cuanto a la estabilidad dimensional del patrón calcinable comparado con la precisión que ofrecen tecnologías como la SLS, la cual trabaja directamente con metales y evita la etapa de colado. Esto podría explicar por qué nuestras cofias impresas 3D mostraron mayor microfiltración que las fabricadas convencionalmente, lo que no necesariamente contradice el estudio de Al-Saleh, sino que subraya la variabilidad entre tecnologías aditivas.

En cuanto al trabajo de Quintas et al. (55), aunque su estudio se centró en cofias cerámicas, es relevante por analizar cómo el tipo de línea de terminación, el agente cementante y el material influyen en la discrepancia marginal vertical. Ellos concluyeron que el diseño marginal y el material de la cofia son factores clave en la adaptación. Esto se relaciona con nuestros hallazgos en tanto que las diferencias de microfiltración podrían no depender exclusivamente de la tecnología de fabricación del patrón, sino también del diseño marginal y del proceso completo de colado y ajuste. Aunque nuestro estudio no modificó el diseño de terminación (manteniéndolo constante), sí abre la posibilidad de que estudios futuros exploren cómo la interacción entre la línea de terminación y la tecnología de fabricación influye en el ajuste marginal y la microfiltración.

Finalmente, los resultados de Addugala et al. (56) respaldan directamente nuestras observaciones. En su comparación de tres tipos de patrones —resina fotocurable impresa en 3D, PMMA fresado y resina calcinable fresada—, concluyeron que los patrones de resina calcinable (similar a la cera convencional) ofrecieron las mejores cifras de adaptación marginal. Esto coincide con nuestros resultados y sugiere que, a pesar del auge de las tecnologías digitales, las propiedades térmicas y físicas de los materiales convencionales siguen teniendo un papel crucial en la fidelidad del proceso de colado. La mayor expansión térmica y contracción que sufren las resinas impresas durante el quemado pueden introducir errores en el patrón que se traducen en una mayor microfiltración en la cofia metálica final.

En conjunto, los cinco estudios revisados apoyan la noción de que, si bien las tecnologías digitales ofrecen rapidez y estandarización, aún presentan limitaciones en cuanto a precisión marginal. La técnica convencional de encerado se mantiene como un estándar confiable, particularmente cuando se busca una adaptación marginal óptima. No obstante, es importante reconocer que el desarrollo continuo de nuevas impresoras, resinas y técnicas de procesamiento postimpresión podría cerrar esta brecha en el futuro.

## **LIMITACIONES Y/O NUEVAS PERSPECTIVAS FUTURAS**

Las limitaciones que presenta este estudio, entre ellas la evaluación exclusivamente in vitro. Futuros estudios deberían considerar el impacto de diferentes líneas de terminación, variaciones anatómicas, cementación clínica y condiciones funcionales sobre la microfilitación y el ajuste marginal.

Para nuevas perspectivas futuras se pudiera continuar este estudio con más grupos de estudio, pudiendo evaluar las cofias ya procesadas, su rugosidad, adaptación y el tipo de cemento que se vaya a utilizar.

## CONCLUSIONES

- La **terminación vertical prep**, en combinación con **cera fresada**, fue la que mostró mayores niveles de microfiltración, especialmente en caras palatina y distal, lo que puede atribuirse a las características geométricas de esa terminación junto a la posible contracción del material.
- La **resina calcinable** mostró un buen desempeño en general, con valores bajos y consistentes de microfiltración, especialmente con terminación chamfer.
- **Chamfer** se posiciona como una opción favorable por presentar resultados estables, especialmente con **cera análoga** y **resina calcinable**, mostrando bajos niveles de microfiltración en la mayoría de las caras.
- La **cera fresada**, a pesar de sus ventajas tecnológicas, mostró comportamientos variables, con microfiltración significativamente mayor en comparación con los otros materiales en múltiples combinaciones, lo que sugiere que su uso requiere una selección cuidadosa del tipo de terminación y del diente tratado.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Pjetursson, B. E., Valente, N., Sierraalta, M., & Weber, H. P. (2018). A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after an observation period of at least 3 years. *Clinical Oral Implants Research*, 29(suppl 18), 184-198.
2. Sailer, I., Mühlemann, S., & Züger, S. (2017). The evolution of fixed dental prostheses: From conventional to digital workflows. *International Journal of Prosthodontics*, 30(6), 493-506.
3. Bottino MA, Valandro LF, Buso L, Ozcan M. The influence of cervical finish line, internal relief, and cement type on the cervical adaptation of metal crowns. *Quintessence Int.* 2007; 38(7):425- 32.
4. Joubert H. *Odontología adhesiva y estética*. Madrid, España: Ripano ; 2010.
5. Güth, J. F., et al. (2018). Digital workflows for fabrication of fixed restorations: A review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 30(6), 431-441.
6. Joda, T., et al. (2017). Digital dentistry: The future is now. *Australian Dental Journal*, 62(4), 440-446.
7. Mangano, F., et al. (2020). 3D printing in dentistry: State of the art and future perspectives. *International Journal of Oral Science*, 12(1), 1-12.
8. Abou-Ayash, E., et al. (2021). Line of finish in crown preparations: A systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 125(3), 423-429.
9. Rosenstiel S, Land M. *Prótesis Fija: Procedimientos clínicos y de laboratorio*. Barcelona: Salvat Editores; 2009.

10. Harish V, Mohamed A, Jagadesan N, Mohamed, Siva S. Evaluation of Internal and Marginal Fit of Two Metal Ceramic System – In Vitro Study. *J Clin Diagn Res.* 2014; 8(12): ZC53–ZC56
11. Mezzomo E. Rehabilitación oral contemporánea. Bogotá: Amolca; 2010.
12. Zhang, Y., & Bian, F. (2020). Advances in CAD/CAM technology for dental restorations. *International Journal of Prosthodontics*, 33(2), 123-132.
13. Mangano, F., et al. (2020). 3D printing in dentistry: State of the art and future perspectives. *International Journal of Oral Science*, 12(1), 1-12.
14. Pjetursson, B. E., et al. (2018). A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after an observation period of at least 3 years. *Clinical Oral Implants Research*, 29(suppl 18), 184-198.
15. Mangano, F., et al. (2019). Additive manufacturing techniques in dentistry: A review. *Materials*, 12(21), 1-17.
16. Mangano, F., et al. (2020). 3D printing in dentistry: State of the art and future perspectives. *International Journal of Oral Science*, 12(1), 1-12.
17. Mangano, F., et al. (2019). Additive manufacturing techniques in dentistry: A review. *Materials*, 12(21), 1-17.
18. Christensen, G. J. (2015). Restorative dentistry: The importance of biomechanics. *Journal of the American Dental Association*, 146(4), 255–258.

19. Van Dijken, J. W. V., & Pallesen, U. (2010). Esthetic outcomes of anterior fixed partial dentures: A review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 22(6), 407-418.
20. Salido MP. Estudio comparativo del ajuste marginal en coronas cerámicas. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 1999.
21. Pegoraro LF. Prótesis Fija. 1st ed. São Paulo: Artes Médicas Latinoamérica; 2001
- 22.- Villalva K. Importancia de procedimientos clínicos y mecánicos de la línea de terminación gingival en preparaciones dentales fijas de dientes anterosuperiores en pacientes con sonrisa alta, facultad piloto de Odontología periodo 2014-2015. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2015
23. Veramendi G. Principios de tallado para prótesis fija, secuencia de tallado, terminaciones cervicales según tipo de corona. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Lima: Universidad Inca Garcilaso de la Vega; 2017
24. Van der Velden, U., et al. (2016). The biological width and its influence on periodontal health. *Journal of Clinical Periodontology*, 43(2), 111-117.
25. Flores, Y. E., et al. (2017). Evaluación in vitro de las adaptaciones marginal e interna de cofias metálicas de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo chamfer, confeccionadas con dos técnicas: cera pérdida colada por centrifugación convencional y el sistema fusión selectiva por láser asistido por computador (CAD/CAM). *Tesis para obtener el título profesional de especialista en Rehabilitación Oral*. Universidad Peruana Cayetano Heredia.

26. de la Rúa, R., et al. (2019). The biological width and soft tissue stability in BOPT restorations. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 39(2), 251-257.
27. Flores YE. Evaluación in vitro de las adaptaciones marginal e interna de copias metálicas de aleación cobalto cromo (Co-Cr) sobre una línea de terminación tipo chamfer, confeccionadas con dos técnicas: cera pérdida colada por centrifugación convencional y el sistema fusión selectiva por láser asistido por computador (CAD/CAM). Tesis para obtener el título profesional de especialista en Rehabilitación Oral. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2017.
28. Bart I, Dobler B, Schmidlin K, Zwahlen M, Salvi GE, Lang NP, et al. Complication and failure rates of tooth-supported fixed dental prostheses after 7 to 19 years in function. *International journal of prosthodontics*. 2012;25(4)
29. Jalalian E, Atashkar B, Rostami R. The effect of preparation design on the fracture resistance of zirconia crown copings (computer associated design/computer associated machine, CAD/CAM system). *Journal of Dentistry (Tehran, Iran)*. 2011;8(3):123
30. Zidan, O., et al. (2018). The use of ceramic materials in fixed prosthodontics. *Journal of Prosthodontic Research*, 62(4), 417-423.
31. Zitzmann, N. U., & Berglundh, T. (2008). Definition and prevalence of peri-implant diseases. *Journal of Clinical Periodontology*, 35(8\_suppl), 286-291.
32. Pegoraro LF. Prótesis Fija. 1st ed. São Paulo: Artes Médicas Latinoamérica; 2001

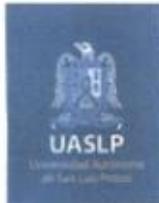
33. Pihlstrom, B. L., & Michalowicz, B. S. (2007). Periodontal and restorative considerations. *Dental Clinics of North America*, 51(2), 227–242.
34. Guarino, V., et al. (2018). Biologically oriented preparation technique (BOPT): A new approach for periodontal and prosthetic rehabilitation. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 38(4).
35. Guarino, V., et al. (2020). The biological width and soft tissue stability in BOPT restorations. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 40(2), 251-257.
36. Takashi Miyazaki. A review of dental CAD/CAM: Current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J* 2009; 28(1): 44-56
37. Mangano, F., et al. (2018). Digital workflows for the fabrication of dental restorations: A review. *International Journal of Dentistry*, 2018
38. Joda, T., et al. (2017). Digital dentistry: The future is now. *Australian Dental Journal*, 62(4), 440-446.
39. Gareth T. Introducing CAD/CAM for mainstream dentistry: laser PFM, Renishaw PLC information. 2010
40. Mangano, F., et al. (2020). 3D printing in dentistry: State of the art and future perspectives. *International Journal of Oral Science*, 12(1), 1-12.
41. Del Rio Highsmith, Suarez R. Seminario sobre CAD/CAM y sistemas de fresado en prótesis dental. Resumen y conclusiones. *Rev Int Estomat.* 2009;11 (2)

42. Mangano, F., et al. (2019). Exocad software in digital dentistry: A review of applications and clinical implications. *Materials*, 12(24), 4034.
43. Torres R. Preparación, escaneado, diseño y mecanizado CAD/CAM en odontología. Guía de primeros pasos. 2015
44. Beuer J. Edelhoff D. Digital Dentistry: an overview of recent developments of CAD/CAM generated restorations. *Bri Dent Jour* (2008);204:505-511
45. Mangano, F., et al. (2019). Additive manufacturing techniques in dentistry: A review. *Materials*, 12(21), 1-17.
46. Mangano, F., et al. (2021). Digital dentistry: State of the art and future perspectives. *Materials*, 14(4), 1020.
47. Mangano, F., et al. (2018). Digital workflows for the fabrication of dental restorations: A review. *International Journal of Dentistry*, 2018, 1-10.
48. Joda, T., et al. (2017). Digital dentistry: The future is now. *Australian Dental Journal*, 62(4), 440-446.
49. Barazanchi A, Li KC, Al-Amleh B, Lyons K, Waddell JN. Additive Technology: Update on Current Materials and Applications in Dentistry. *J Prosthodont*. 2017
50. Joda T, Zarone F, Ferrari M. The complete digital workflow in fixed prosthodontics: A systematic review. *BMC Oral Health*. 2017.
51. Barazanchi, A., Li, K. C., Al-Amleh, B., Lyons, K., & Waddell, J. N. (2017). Additive Technology: Update on Current Materials and Applications in Dentistry. *Journal of Prosthodontics*.

52. Vojdani M, Torabi K, Farjood E, Khaledi AAR. Comparison the marginal and internal fit of metal copings cast from wax patterns fabricated by CAD/CAM and conventional wax up techniques. *J Dent (Shiraz)*. 2013;14(3):118–22.
53. Arora O, Vinay V, Shivalinga BM, Rajanna V, Shah K, Rajashekar R. Comparison of the marginal accuracy of metal copings fabricated by 3D-printed resin and milled polymethyl methacrylate – An in vitro study. *J India Prosthodont Soc*. 2023;23(2):168–73.
54. Al-Saleh S, Al-Makramani BM, Al-AIshaikh M, Al-Angari SS. Marginal misfit of 3D-printed (selective laser sintered), CAD-CAM and lost wax technique cobalt-chromium copings with shoulder and chamfer finish lines: an in-vitro study. *Eur J Dent*. 2022;16(4):759–65.
55. Quintas AF, Oliveira F, Bottino MA. Vertical marginal discrepancy of ceramic copings with different ceramic materials, finish lines, and luting agents: An in vitro evaluation. *J Prosthet Dent*. 2004;92(3):250–7.
56. Addugala H, Choudhary S, Anumala N, Doshi R, Shah A, Dholakia H. Marginal and internal gap of metal copings fabricated using three types of resin patterns with subtractive and additive technology: An in vitro comparison. *J Indian Prosthodont Soc*. 2021;21(1):51–7.

# ANEXOS

## 1. APROBACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA E INVESTIGACIÓN



San Luis Potosí, S.L.P. 10 DE OCTUBRE DE 2024

L.O. María José Torres Herrera  
Especialidad en Odontología Estética, Cosmética, Restauradora e  
Implantología  
Facultad de Estomatología, UASLP  
**PRESENTE**

Por este conducto me dirijo a Usted en referencia a su trabajo de investigación titulado "Evaluación del sellado marginal con diferentes terminaciones en cofias de cera fresada" asignado con la clave: **CEI-FE-070-024**.

Dicho trabajo fue evaluado en los **aspectos del marco ético-legal y bioseguridad** por los miembros del H. Comité de Ética en Investigación: M. en C. Ana María Guadalupe González Amaro, Dra. Yolanda Hernández Molinar, Dra. Norma Verónica Zavala Alonso, Dra. Claudia Edith Dávila Pérez, Dra. Rita Elizabeth Martínez Martínez, Dr. José Arturo Garrocho Rangel, M en C. Alan Martínez Zumarán y CMF Víctor Mario Fierro Serna. De dicha evaluación y de forma colegiada, el Comité ha dictaminado que su protocolo de investigación ha sido **APROBADO POR UNANIMIDAD** pudiendo llevarlo a cabo en los tiempos que Usted ha considerado necesarios para su ejecución.

El Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Estomatología se rige con la clave **CONBIOÉTICA-24-CEI-001-20190213** de acuerdo con las directrices nacionales para la integración y funcionamiento de los Comités de Ética e Investigación emitidas por la Comisión Nacional de Bioética (CONBIOÉTICA).

Le solicitamos nos haga llegar los informes correspondientes del **AVANCE** de su proyecto de investigación, así como un **INFORME FINAL** para nuestro archivo, recordándole además que este proyecto podrá ser monitoreado en cualquier momento por este Comité.

ATENTAMENTE



**DRA. RITA ELIZABETH MARTÍNEZ MARTÍNEZ**  
PRESIDENTE DEL H. COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN  
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA, UASLP

[www.uaslp.mx](http://www.uaslp.mx)

Av. Dr. Manuel Nava 2  
Zona Universitaria • CP 78200  
San Luis Potosí, S.L.P., México.  
tel. +52 (446) 826 2300  
ext. 5110 a 5120  
(444) 815 9743, 834 2522, 23 y 25  
[www.estomatologia.uaslp.mx](http://www.estomatologia.uaslp.mx)  
[etica@cei@uaslp.mx](mailto:etica@cei@uaslp.mx)

## 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO

### CONSENTIMIENTO INFORMADO DE ODONTÓLOGO PARA LA DONACIÓN DE ÓRGANOS DENTARIOS CON FINES DE INVESTIGACIÓN

Con fundamento en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la salud, título segundo. Capítulo I. De los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos. Artículo 17, fracción II. Artículo 20, 21 y 22. Título Quinto, Capítulo único. Investigación para la Salud. Artículo 100, fracción IV, Artículo 102 y 103. NOM 012-SSA3-2012.

Yo

Dr(a).

\_\_\_\_\_ con número de cédula profesional \_\_\_\_\_ dono \_\_\_\_\_ órganos dentarios recolectados en \_\_\_\_\_ ubicada en \_\_\_\_\_

colonia \_\_\_\_\_ en la ciudad \_\_\_\_\_.

Declarando que estos órganos dentarios fueron extraídos por indicaciones terapéuticas, como consta en la historia clínica de cada paciente, las cuales se encuentran bajo mi responsabilidad. Estoy consciente de que estos dientes serán utilizados por el estudiante en odontología estética, cosmética, restauradora e implantología Enrique López Aguilar de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí para el desarrollo de investigación que para obtener el diploma de especialidad presentará la realización de la tesis titulada "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y CARACTERISTICAS PARA LA OBTENCION DE UNA COFIA PROTESICA".

Firma del Dr.(a). \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

### CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PACIENTE PARA LA DONACIÓN DE ÓRGANOS DENTARIOS CON FINES DE INVESTIGACIÓN

Con fundamento en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la salud, título segundo. Capítulo I. De los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos. Artículo 17, fracción II. Artículo 20, 21 y 22. Título Quinto, Capítulo único. Investigación para la Salud. Artículo 100, fracción IV, Artículo 102 y 103. NOM 012-SSA3-2012.

### **Parte 1. Hoja informativa**

La facultad de Estomatología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, además de brindar atención necesaria para diagnosticar y dar tratamiento a enfermedades bucodentales, realiza también investigación, parte de algunas investigaciones que se realizan, utilizan los dientes por indicación del dentista o por que el diente no se puede mantener en boca.

A través de este documento, queremos solicitar la donación de su (s) diente (s) para utilizarlo (s) en una investigación.

El tipo de investigación que se realizará con el diente o dientes que usted done incluye estudios de biomateriales que se refiere al estudio materiales.

El propósito de esta investigación es comparar diferentes tipos de materiales de cofias en 3 diferentes tipos de preparación.

La presente investigación es conducida por el estudiante Enrique López Aguilar de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí que para obtener el diploma de especialista en odontología estética, cosmética, restauradora e implantología presentara la realización de la tesis titulada “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y CARACTERISTICAS PARA LA OBTENCION DE UNA COFIA PROTÉSICA”, (estos) órgano (s) dentario (s) fue (fueron) extraído (s) por indicación terapéutica, tal como consta en su historia clínica.

1. Este diente (s) será (n) utilizado (s) en investigación. Toda investigación que se realice con su diente contará con la revisión del Comité de Ética de Investigación con Seres Humanos de la Facultad de Estomatología que se encarga de revisar todas las investigaciones que se realizan con seres humanos y se preocupa por que se protejan los derechos de quienes participan en la investigación, así mismo será resguardada su identidad.

2. Usted acepta y comprende la necesidad de donar su diente que ha perdido por enfermedad bucodental e indicaciones terapéuticas para la realización de estudios de tipo odontológico.
3. La donación del diente será anónima, es decir, no se podrá identificar de quien es el diente. A sí mismo, no se pagará ni se dará otro incentivo por el o los dientes que sean entregados para la investigación, se puede almacenar por un tiempo indefinido.

**Parte 2. Certificado de consentimiento para autorización de donación de diente extraído.**

Marque con una X según sea su elección.

Acepta usted participar voluntariamente en este estudio por lo que desea donar su órgano dentario: si \_\_\_ no\_\_\_

He sido informado (a) de la necesidad de utilizar órganos dentarios con fines de investigación, exposiciones y análisis odontológicos.

He leído la información, o se me ha leído y he comprendido las explicaciones que se me han facilitado en un lenguaje claro y sencillo. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y realizar todas las observaciones y se me ha aclarado todas las dudas que he planteado de manera satisfactoria. Consiento de manera voluntaria a disponer de mi diente de la manera y para los propósitos indicados previamente en este documento.

Se me ha entregado una copia de este consentimiento informado y puedo pedir información sobre los resultados de este estudio.

Nombre del donante \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Firma del donante

Nombre del testigo \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Firma del testigo

Fecha \_\_\_\_\_

### 3. AVISO DE PRIVACIDAD

#### AVISO DE PRIVACIDAD

La facultad de estomatología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, con domicilio en Av. Dr. Manuel Nava No. 2, Zona Universitaria, 78290 San Luis, S.L.P. conforme a lo establecido en la **Ley Federal de Protección de Datos**, pone a disposición de nuestros pacientes el Aviso de Privacidad.

Los datos personales que nos proporciona son utilizados estrictamente en la realización de una investigación que se realizará con el diente o dientes que usted done, el cual incluye estudios de biomateriales utilizados para realizar restauraciones de los dientes, el propósito de esta investigación es comparar el sellado de la fabricación de las copias protésicas en dientes permanentes naturales de ser humano extraídos de boca por indicación terapéutica.

A los pacientes se les solicita los siguientes datos personales:

1.- Nombre, teléfono, edad, estado de salud actual y domicilio para facilitar el proceso de llenado de la historia clínica.

Dichos datos serán protegidos, incorporados y tratados de conformidad con la Ley de Protección de Datos Personales, por lo que únicamente serán utilizados y/o tratados para lo que fueron obtenidos, así como con fines estadísticos y de control, así mismo, los datos no podrán ser transmitidos ni difundidos sin consentimiento expreso, salvo por las excepciones previstas en la Ley.

---

He leído y acepto los términos del presente Aviso de Privacidad.

#### 4. CONSTANCIAS DE ASISTENCIA A EVENTOS ACADÉMICOS

 <b>UASLP</b> Universidad Autónoma de San Luis Potosí	 FACULTAD DE <b>ESTOMATOLOGÍA</b>
Este documento se encuentra registrado en la Facultad de Estomatología de la UASLP	
No. de Registro:	<b>573</b>
Libro:	<b>7</b>
Año:	<b>2024</b>



Este documento se encuentra registrado en la Facultad de Estomatología de la UASLP

No. de Registro: 1046

Libro: 7 Año: 2024





















