



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

EVALUACIÓN *IN VITRO* DE LA
ADAPTACIÓN MARGINAL E INTERNA
DE COFIAS METÁLICAS DE ALEACIÓN
COBALTO CROMO (Co-Cr) SOBRE UNA
LÍNEA DE TERMINACIÓN TIPO
CHAMFER FABRICADAS CON DOS
TÉCNICAS DE CERA PERDIDA
COLADAS POR CENTRIFUGACIÓN:
CONVENCIONAL Y POR INDUCCIÓN.

Tesis para obtener el Título de Especialista en
Rehabilitación Oral

Silvio Over Requena Cisneros

Lima - Perú

2018

ASESORES

Mg. Esp. Martín Gilberto Quintana del Solar

Departamento Académico de Clínica Estomatológica

Mg. Esp. Diana Esmeralda Castillo Andamayo

Departamento Académico de Odontología Social

JURADO EXAMINADOR

Presidente : Dra Leyla Delgado Cotrina
Secretario : Dr. Rodney Hernán Valverde
Miembro : Dr. Pablo Chávez

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 07 de Marzo del 2018

CALIFICATIVO : Aprobado

DEDICATORIA

A mis amigos y colegas a quienes espero les sirva de información útil para seguir aprendiendo y, en especial a la persona que siempre quiso que sea un profesional, mi ángel guardián que me cuida siempre, Silvio Requena Riofrío mi padre⁺.

AGRADECIMIENTOS

- A *Dios*, porque a pesar de que muchas veces puse mis intereses por encima de Ti nunca me faltaste.
- A mí *Mamá* porque a pesar de que no esté siempre a mi lado, constantemente me está brindando su apoyo y su amor.
- A mi *Hna. Doris Requena*, por tener fe en mí, por protegerme y darme valor, por apoyarme, ayudarme y cuidarme en todo momento sobre todo en los que más la necesité, por ser como una segunda madre en amor para mí. Por valorar mis pequeños logros y esperar siempre lo mejor. Junto a ti aprendí que se puede amar como a una madre a quien te ama como un hijo.
- A mi Cuñado el *Dr. Eddy Gualotuña*, por todo el apoyo durante mi carrera, por llenarme de conocimientos y experiencias. Por indicarme desde siempre el mejor camino. Por mostrarse receptivo y colaborador en todo. Por ser un ejemplo de fortaleza, valor y coraje. Por ayudarme a culminar este sueño que quizá mi padre hubiese estado orgulloso de hacerlo, Ud. ha sido sin duda uno de los principales precursores de este logro, sé que muchas veces tenemos desacuerdos, pero quién no los tiene, salimos adelante y así será siempre.
- A mis profesores y profesoras, amigas y amigos, a mis asesores que paciente y exigentemente nos alientan a seguir con nuestros proyectos.

RESUMEN

Objetivo: El propósito de este estudio fue evaluar in vitro la adaptación marginal e interna de cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* confeccionadas mediante dos técnicas de cera perdida colada por centrifugación: convencional y por inducción. **Materiales y Métodos:** Se confeccionó un modelo maestro de Co-Cr a partir de una pieza dentaria preparada con terminación *chamfer* mediante sistema de fresado en CAD/CAM, luego se replicó obteniendo 26 modelos en yeso tipo IV (13 para la técnica de cera perdida colado por centrifugación convencional y 13 para la técnica de cera perdida colado por centrifugación por inducción), en los cuales se fabricaron 26 cofias de aleación Co-Cr en total, 13 cofias para cada técnica a evaluar. La evaluación de la adaptación marginal e interna se realizó por la técnica de réplica de silicona VPES Fit Checker™ Advance (GC corporation, Tokyo, Japan) a una presión constante de 15 N durante dos min en una máquina de ensayo universal Instron CTM-5L (LG Electronics, Seúl, Korea), cada muestra fue seccionada en cruz primero en sentido vestíbulo-palatino y segundo en sentido mesio-distal, luego con un estéreomicroscopio Leica S8 APO (Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany) a un aumento de 40X se evaluó en μm las discrepancias marginales e internas, 12 medidas por espécimen, 6 medidas en sentido vestíbulo-palatino y 6 mesio-distal, dividiéndose en zona cervical, axial y oclusal. **Resultados:** Los análisis estadísticos incluyeron la prueba t de Student y U Mann-Whitney, previamente se evaluó los supuestos de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk para analizar diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p < 0.05$). Las cofias que presentaron una menor discrepancia marginal fueron las confeccionadas por la técnica de cera perdida colado por centrifugación por inducción (A1: $64.87 \pm 27.36 \mu\text{m}$; F1: $72.13 \pm 22.62 \mu\text{m}$) en sentido vestíbulo-palatino en comparación con la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional (A1: $89.65 \pm 58.39 \mu\text{m}$, F1: $92 \pm 88.40 \mu\text{m}$) pero no existió una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$), en sentido mesio-distal solo en el punto F2 para el colado por inducción (A2: $93.43 \pm 23.89 \mu\text{m}$, F2: $78.66 \pm 30.47 \mu\text{m}$) presento valores descriptivos menores en comparación con el colado convencional (A2: $91.72 \pm 67.13 \mu\text{m}$, F2: $97.66 \pm 50.59 \mu\text{m}$) pero no existió una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$). La técnica de colado por inducción presentó mejores valores de adaptación interna en comparación con la técnica de colado convencional, en ambas

técnicas la zona axial tuvo mejor adaptación interna que la zona oclusal, pero estos resultados sólo son valores descriptivos que no fueron concluyentes, ya que en la mayoría de los puntos evaluados no existió diferencia estadísticamente significativa ($p>0.05$). **Conclusión:** Aunque en la mayoría de los puntos de evaluación las cofias realizadas mediante la técnica de cera perdida colada por centrifugación por inducción presento mejores valores de adaptación marginal e interna en comparación con la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional estos resultados sólo son valores descriptivos que no fueron concluyentes, ya que en la mayoría de los puntos evaluados no existió diferencia estadísticamente significativa ($p<0.05$). Observamos que la mayoría de los valores de ambas técnicas se encuentran dentro del rango clínicamente aceptable.

PALABRAS CLAVES: Adaptación, adaptación marginal, adaptación interna, aleaciones de Cromo, Ceras.

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study was to evaluate in vitro the marginal and internal adaptation of Co-Cr alloy unit copings on a *chamfer* type termination line made by two techniques of lost wax cast by centrifugation: conventional and induction.

Materials and methods: A master model of Co-Cr was made from a dental piece prepared with *chamfer* termination by a CAD / CAM milling system, then replicated with 26 types of gypsum type IV (13 for the lost wax cast technique by conventional centrifugation and 13 for the lost wax cast technique by induction centrifugation), of which 26 Co-Cr alloys were made in total, 13 copings for each technique to be evaluated. The evaluation of the marginal and internal adaptation was performed by the VPES Fit Checker™ Advance silicone replica technique (GC corporation, Tokyo, Japan) at a constant pressure of 15 N for two minutes in an Instron CTM-5L universal test machine (LG Electronics, Seoul, Korea), each sample was cross sectioned first in the vestibular-palatine direction and second in the mesio-distal direction, then with a Leica S8 APO stereomicroscope (Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany) at a 40X magnification. Evaluated in μm the marginal and internal discrepancies, 12 measurements per specimen, 6 measurements in the vestibular-palatine and 6 mesio-distal directions, dividing into cervical, axial and occlusal areas. **Results:** Statistical analyzes included the t-Student's and the U-Mann-Whitney test. We previously evaluated the normality assumptions with the Shapiro-Wilk test to analyze statistically significant differences between groups ($p < 0.05$). The coping that showed the least marginal discrepancy in the cervical area were those made by the strained lost cast technique by induction centrifugation (A1: $64.87 + 27.36\mu\text{m}$, F1: $72.13 \pm 22.62\mu\text{m}$) in the vestibular-palatal direction compared to the loss-cast wax technique by conventional centrifugation (A1: $89.65 \pm 58.39 \mu\text{m}$, F1: $92 \pm 88.40 \mu\text{m}$) but there is no statistically significant difference ($p < 0.05$), mesio-distal only at point F2 for inductive casting (A2: $93.43 \pm 23.89 \mu\text{m}$, F2: $78.66 \pm 30.47 \mu\text{m}$) showed lower descriptive values compared to conventional casting (A2: $91.72 \pm 67.13 \mu\text{m}$, F2: $97.66 \pm 50.59 \mu\text{m}$) but there is no statistically significant difference ($p < 0.05$). The technique of induction casting presented better values of internal adaptation compared to the conventional casting technique, in both techniques the axial zone had better internal adaptation than the occlusal area, but these results are only descriptive values that were not conclusive, since in most of the evaluated points there was no statistically

significant difference ($p > 0.05$). **Conclusion:** Although in the majority of evaluation points the copings made using the technique of lost wax cast by induction centrifugation presented better values of marginal and internal adaptation in comparison with the technique of loss wax cast by conventional centrifugation these results are only descriptive values that were not conclusive, since in most of the points evaluated there was no statistically significant difference ($p < 0.05$). We observed that most of the values of both techniques are within the clinically acceptable range.

KEYWORDS: Adaptation, marginal fit, internal fit, Chromium Alloys, Waxes.

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Discrepancia marginal de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo <i>chamfer</i> realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación convencional, según tipo de corte y punto marginal.	41
Tabla 2. Discrepancia interna de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo <i>chamfer</i> realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación convencional, según tipo de corte, zona y punto interno.	43
Tabla 3. Discrepancia marginal de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo <i>chamfer</i> realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación por inducción, según tipo de corte y punto marginal.	45
Tabla 4. Discrepancia interna de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo <i>chamfer</i> realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación por inducción, según tipo de corte, zona y punto interno.	47
Tabla 5. Supuesto de normalidad de los grupos de las cofias elaboradas por la técnica de cera perdida colada por centrifugación convencional y cera perdida colada por inducción.	49
Tabla 6. Comparación de la adaptación marginal en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo <i>chamfer</i> realizadas por la técnica de la cera perdida colada por centrifugación: convencional y por inducción, según tipo de corte y punto marginal.	50
Tabla 7. Comparación de la adaptación interna en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo <i>chamfer</i> realizadas por técnica de la cera perdida colada por centrifugación: convencional y por inducción, según tipo de corte, zona y punto interno.	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Gráfico de caja y bigotes de la discrepancia marginal de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo <i>chamfer</i> realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación convencional, según tipo de corte y punto marginal.	42
Gráfico 2. Gráfico de caja y bigotes de la discrepancia interna de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo <i>chamfer</i> realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación convencional, según tipo de corte, zona y punto interno.	44
Gráfico 3. Gráfico de caja y bigotes de la discrepancia marginal de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo <i>chamfer</i> realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación por inducción, según tipo de corte y punto marginal.	46
Gráfico 4. Gráfico de caja y bigotes de la discrepancia interna de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo <i>chamfer</i> realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación por inducción, según tipo de corte, zona y punto interno.	48

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Estereomicroscopio LEICA S8APO.
- Figura 2.** Diente premolar en una base de acrílico listo para tallar.
- Figura 3.** Prueba de llave matriz de Polivinilsiloxano.
- Figura 4.** Preparación dentaria.
- Figura 5.** Modelo Maestro fabricado en Cobalto-Cromo.
- Figura 6.** Cubetas individuales con impresiones del modelo maestro listas para vaciar con yeso.
- Figura 7.** Dosificador de yeso Smart Box X2 (Amann Girrbach, Austria).
- Figura 8.** Modelos de trabajo vaciados en yeso tipo IV.
- Figura 9.** Sellador de yeso (die:master duo, Renfert® Alemania).
- Figura 10.** Aplicación de 2 capas de espaciador de 20 μm (pico fit Renfert® Alemania).
- Figura 11.** Modelos de trabajo con espaciador para cemento 10 μm a nivel cervical y 50 μm en el resto de la preparación.
- Figura 12.** Inmersión en cera derretida del modelo de trabajo con la técnica Hotty.
- Figura 13.** Calibración de la cofia en cera a 0,5 mm.
- Figura 14.** Calentamiento de la aleación con un soplete que mezcla gas y oxígeno, nótese la máquina centrífuga que se activa cuando la aleación está fundida.
- Figura 15.** Máquina para colador de metales mediante la técnica de Inducción Fornax® T (BEGO®, Alemania).

- Figura 16.** Fotografía en donde se observa el calentamiento de la aleación dentro de la máquina de colado por inducción.
- Figura 17.** Pinza de recorte de yeso
- Figura 18.** Cofia colada sin recortar limpiada en máquina de arenado con oxido de aluminio.
- Figura 19.** Adaptación manual realizada por el técnico dental con la ayuda de una piedra cónica de carburo-tungsteno
- Figura 20.** Cofias metálicas con silicona VPES después de la presión sobre el modelo maestro.
- Figura 21.** Inyección de la silicona VPS fluida dentro de la cofia con la película de silicona VPES.
- Figura 22.** Muestras seccionadas, nótese 2 partes por muestra que corresponden a una parte mesial y una parte distal.
- Figura 23.** Muestra seccionada en sentido mesio-distal.

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

ADA	:	American Dental Asociation.
Au	:	Oro.
Be	:	Berilio.
CAD	:	Computer aided design / diseño asistido por computadora.
CAM	:	Computer aided manufacturing / fabricación asistida por Computadora.
Co	:	Cobalto.
CO₂	:	Dióxido de carbono.
Cr	:	Cromo.
Cu	:	Cobre.
Fe	:	Hierro.
Ga	:	Galio.
Gpa	:	Giga Pascales.
In	:	Indio.
Mn	:	Manganeso.
mm	:	Milímetros.
Mo	:	Molibdeno.
N	:	Nitrógeno.
Ni	:	Níquel.
Pd	:	Paladio.
Pt	:	Platino.
Si	:	Silicio.
µm	:	Micrómetros
VPS	:	Polivinilsiloxano.
VPES	:	Vinil polieter silicona.
W	:	Wolframio o tungsteno.
Zn	:	Zinc.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	3
II.1. Planteamiento del problema	3
II.2. Justificación	5
III. MARCO CONCEPTUAL	6
IV. OBJETIVOS	22
IV.1. Objetivo general	22
IV.2. Objetivos específicos	22
V. HIPÓTESIS	24
VI. MATERIAL Y MÉTODOS	25
VI.1. Diseño del estudio	25
VI.2. Muestra	25
VI.3. Criterios de selección	25
VI.4. Variables	26
VI.5. Técnicas y/o Procedimientos	26
VI.6. Plan De Análisis	34
VI.7. Consideraciones Éticas	34
VII. RESULTADOS	37
VIII. DISCUSIÓN	52
IX. CONCLUSIONES	58
X. RECOMENDACIONES	60
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS	

I. INTRODUCCIÓN

El metal y la cerámica aún sigue siendo uno de los materiales que más se usan para la confección de coronas de recubrimiento total y para confeccionar prótesis parciales fijas.¹ La técnica convencional para fabricar cofias metálicas es fundiendo metales nobles mediante un proceso que se denomina de la cera perdida, dentro de esta técnica se han innovado varias opciones para la confección de las cofias metálicas con el fin de mejorar la adaptación y el tiempo de trabajo de las mismas.²

La adaptación marginal de las coronas metal-cerámica ha sido el punto de atención y enfoque de varios investigadores. Una excelente adaptación marginal va a minimizar la acumulación de placa bacteriana y por ende a reducir el riesgo de caries recurrente, así como también la enfermedad periodontal.³ Un buen sellado marginal parece ser un factor técnico importante para tener éxito a largo plazo de las coronas metalcerámicas.⁴

Un tema que siempre se debe tener en cuenta es la adaptación y la distorsión que sufre el metal y cómo esto afecta la restauración final, esto debido al coeficiente de expansión térmica que sufren las aleaciones al pasar por procesos de calentamiento y enfriamiento.⁵

Los diversos procedimientos para fundir con sopletes, como oxígeno combinado con gas natural, oxígeno combinado con propano u oxígeno con acetileno están siendo reemplazados en gran aumento por instalaciones para colado por inducción en donde la aleación metálica se funde mediante el calor generado por alta frecuencia eléctrica, esto evitaría los posibles errores al momento de la fundición ya que estos sistemas controlan la temperatura exacta para fundir la aleación.

El propósito del presente estudio tuvo como finalidad evaluar la adaptación marginal e interna de cofias metálicas unitarias fabricadas con aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* comparando dos técnicas de cera perdida coladas por centrifugación: convencional y por inducción.

II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

II.1. Planteamiento del Problema

El primer criterio que se tiene en cuenta para la elección de uno u otro material es la supervivencia y éxito a largo plazo que éste nos brinde. La adaptación marginal en prótesis fija sobre dientes naturales es una variable muy importante a considerar para el éxito de la restauración.⁶ Esta adaptación puede variar por diferentes factores, ya sea por el tipo de material que se vaya a utilizar que puede ser metal, cerámica con matriz vítrea o policristalinos, y también como esta restauración sea fabricada. Cuando existe una desadaptación de la cofia (desajuste o “*gap*” marginal) puede ser el motivo principal por el que se produce inflamación gingival, caries recurrentes hasta llegar a una necrosis pulpar.^{7,8}

Si bien es cierto que con el pasar de los años han aumentado las investigaciones sobre las prótesis fijas totalmente cerámicas, no debemos olvidar que las coronas metalcerámica han venido siendo utilizadas por más de 50 años y su éxito ha sido probado en varios estudios y experiencia clínica, esto hace que siga siendo el material para prótesis fija más utilizado.^{9,-11}

Para el proceso de elaboración de cofias metálicas frecuentemente se realiza con un proceso manual, en donde se empieza por un encerado, después un revestido con yeso sigue el colado y se acaba con la aplicación de la porcelana manualmente por el técnico dental. Con el fin de minimizar los errores que se pueden producir al momento del colado convencional con soplete combinando Gas y Oxígeno u otro elemento que pueda agregar contaminantes a la superficie del metal ocasionando cambio de color o burbujas dentro de la cerámica, se está optando por realizar un colado por inducción fundiendo la aleación con el calor generado por una alta frecuencia eléctrica

controlando la temperatura de fundición del metal evitando la falta de calentamiento o el sobrecalentamiento de la aleación.¹⁰

Es así que este trabajo de investigación evaluó el nivel de adaptación marginal e interna de cofias metálicas unitarias fabricadas de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* mediante dos técnicas de la cera perdida coladas por centrifugación: convencional y por inducción.

Por todo lo expuesto se formuló la siguiente pregunta:

¿Cuál de las técnicas de fabricación de cofias metálicas unitarias en aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer*, realizadas con la técnica de la cera perdida coladas por centrifugación: convencional y por inducción, presentó mejor adaptación marginal e interna?

II.2. Justificación

Teórico:

La presente investigación tiene una importancia teórica ya que nos brinda información y evidencia científica en cuanto a los niveles de adaptación marginal e interna de subestructuras metálicas de Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* para prótesis fija obtenidas mediante dos técnicas de cera perdida coladas por centrifugación: convencional y por inducción. Además, aporta nuevos conocimientos sobre las ventajas y desventajas de utilizar otras técnicas.

Clínico:

En la parte clínica se presume que la adaptación marginal e interna de las cofias metálicas de Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* fabricadas con la técnica de la cera perdida colada por centrifugación por inducción son mejores que la adaptación marginal de las cofias metálicas fabricadas con la técnica cera perdida colada por centrifugación convencional y de esta manera poder tomar la decisión de usar una técnica que nos brinde una mejor adaptación para evitar complicaciones tempranas o tardías en nuestros tratamientos restauradores con prótesis fija.

III. MARCO CONCEPTUAL

Adaptación marginal e interna

Consultando el glosario de términos prostodónticos el término “adaptación” se define como: “el acto de sellar intencionalmente dos superficies para proporcionar un contacto íntimo, y específicamente es el grado de proximidad de un material de restauración a una preparación dentaria”; y el término “margen” es definido como: “el borde exterior de una corona, *inlay*, *onlay* u otra restauración”. Mientras que la superficie límite de una preparación del diente y/o restauración se denomina línea de terminación, acabado o curva de acabado.¹²

La adaptación marginal se define como el adecuado ajuste que debe existir entre la línea de terminación de la preparación dentaria y el margen cervical de la restauración, la distancia que existe entre estos dos puntos se conoce como discrepancia marginal o “*gap*” marginal, cuando hay una menor discrepancia marginal existe una mejor adaptación marginal. Obtener un buen sellado o adaptación marginal es uno de los problemas que con mayor frecuencia se presentan en una prótesis fija ya que al no existir éste, podríamos tener problemas principalmente la micro filtración bacteriana, disolución del cemento y por consiguiente caries secundarias entre otros.⁷

La falta de adaptación de una corona puede darse en una o varias fases al momento de su fabricación, que pueden empezar a darse desde la clínica durante la preparación dentaria, que está en manos de la experiencia del clínico, la restauración puede quedar muy corta o muy delgada, puede aparecer desadaptación incluso por ángulo de convergencia o el tipo de terminación en la línea final de acabado; otro factor por el que puede darse desadaptación de una restauración es en la impresión y la obtención

del modelo de trabajo por una mala manipulación de los materiales y por ultimo pueden producirse por un error durante los procedimientos de laboratorio.¹³

La adaptación interna se define como el ajuste que se da entre la estructura de la restauración y la superficie del pilar dentario, la distancia perpendicular que existe entre estos dos puntos se conoce como discrepancia interna o “*gap*” interno, esta distancia debe ser uniforme para proporcionar un espacio adecuado al agente cementante y así conferir a la restauración la retención y resistencia adecuada.¹⁴

La adaptación marginal ideal ha sido extensamente investigada por diversos autores, encontrando una discrepancia marginal entre 50 y 120 μm , pero la mayoría de autores coincide que la discrepancia marginal no debe ser mayor a 120 μm para ser clínicamente aceptable. Se evidencia mayor adaptación marginal al colocar el espaciador en el modelo a una distancia de 0,5 a 1 mm de la línea terminación. En cuanto a la discrepancia interna no hay un consenso entre los autores, pero la gran mayoría coincide en que debe ser uniforme pudiendo oscilar en un rango de 50 a 350 μm .¹⁵⁻¹⁸

En el 2011 Örtorp A. *et al.*,¹⁶ realizaron una evaluación in vitro de la adaptación marginal e interna sobre prótesis fijas de Co-Cr en la que utilizaron cuatro técnicas de elaboración: cera perdida colada convencional, sinterizado laser, cera perdida fresado CAD/CAM y fresado bloque sinterizado duro. Realizaron un modelo en resina epóxica en la cual hicieron 32 troqueles con sus respectivas prótesis fijas divididos en cuatro grupos. Con la ayuda de un estereomicroscopio midieron el espesor de la película de cemento de la parte marginal e interna, simultáneamente se fueron tomando fotografías digitales con un aumento de 12X y después se analizaron mediante un software especializado. Hallaron que existe una mejor adaptación con la técnica de sinterizado

laser seguido de cera perdida fresado CAD/CAM, cera perdida colada convencional y fresado bloque sinterizado duro. Además, encontraron que la mejor adaptación fue a lo largo de las paredes axiales y en la línea de preparación *chamfer*. La mayor desadaptación se encontró en la parte oclusal de todas las muestras.

En el 2014 Abad *et al.*,¹⁹ evaluaron la adaptación marginal de cofias metálicas fabricadas mediante cuatro técnicas de colado. Evaluaron 15 premolares sanos preparados para recibir una corona completa, se escanearon los modelos y se diseñaron cofias mediante el software CEREC In Lab® (Dentsply Sirona, Bensheim, Alemania). Se fabricaron 60 cofias de Acryl CAD® (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), las cuales estuvieron distribuidas en 15 para cada sistema de colado: presión al vacío y colado por inducción de alta frecuencia Nautilus® (BEGO GmbH, Bremen, Alemania), centrifugado eléctrico y colado por inducción Fornax® (BEGO GmbH, Bremen, Alemania), centrifugado eléctrico en la Fundor T® (BEGO GmbH, Bremen, Alemania) y fundida por soplete, y por ultimo centrifugado por cuerda en centrifuga convencional Kerr® (Kerr Corporation, California, USA) y fundida por soplete. Todos los sistemas evaluados mostraron resultados clínicamente aceptables y menores a 120µm, pero la técnica de colado por inducción de alta frecuencia y presión al vacío tuvo rangos de discrepancia menores, seguida del colado por inducción y centrifugado eléctrico, las que tuvieron rangos de discrepancia mayores fueron las de centrifugado eléctrico y centrifugado convencional ambas fundidas por soplete.

En el 2015 Huang *et al.*,²⁰ hace referencia a la Norma ANSI-ADA No. 8 de la Asociación Dental Americana, donde ha establecido “un grosor de película máximo de 25 µm para un agente cementante, que corresponde al grosor de película del cemento de fosfato de zinc tipo I”. Pero debido a que las discrepancias de ese espesor son difíciles de obtener, la mayoría de los autores aceptan discrepancias mayores.

Línea de terminación cervical

Se denomina línea de terminación a la configuración del margen de las preparaciones para las restauraciones de prótesis fija.²¹

Como se ha mencionado el ajuste marginal en prótesis fija sigue siendo una preocupación constante. Y para que una restauración tenga buen pronóstico, los márgenes deben estar perfectamente adaptados a la preparación dentaria y para esto la línea de terminación también juega un rol importante ya que en muchas ocasiones el fracaso se asocia a una preparación incorrecta. En la literatura se describen varios diseños de terminación cervical, tales como: bisel de 135°, hombro recto, hombro-bisel, *chamfer* y otros poco utilizados, pero el *chamfer* y bisel de 135° son los más enseñados hoy en día en las casas de estudio para coronas metalcerámicas.^{6,22,23}

Tipos de aleaciones

La Asociación Dental Americana propone clasificarlas en función del contenido de metal noble que presenta una aleación. Se consideran nobles aquellos metales que tienen dificultad para oxidarse garantizando protección contra los mecanismos de corrosión. Estos metales son el oro, el platino, el paladio, el rodio, el iridio, el osmio y el rutenio.^{24,25} De esta manera las aleaciones quedarían clasificadas en tres grupos:

- Aleaciones con alto contenido en metal noble. En ellas más del 60% del metal es noble con un mínimo del 40% en oro. Debido a la gran estabilidad termodinámica del oro presentan una gran resistencia a la corrosión, además de una gran facilidad para el colado y una gran ductilidad.^{25,26}
- Aleaciones nobles. Presentan un mínimo del 25% de metal noble. Son aleaciones ricas en paladio. Las más utilizadas son la aleación de Paladio-Plata

y Paladio-Cobalto. Tienen un módulo de elasticidad más elevado que las aleaciones ricas en oro y poseen unas buenas propiedades físicas y mecánicas.²⁶

- Aleaciones con un bajo contenido en metal noble. Presentan menos de un 25% de metal noble. Éste es el caso de las aleaciones compuestas por Cromo-Níquel-Berilio, Cromo-Níquel-Molibdeno o Cobalto-Cromo.^{26,27}

De los tres tipos, las aleaciones que dan mejores resultados para las coronas de metalcerámica, en cuanto a facilidad de colado, resistencia a la corrosión y biocompatibilidad, son las compuestas por un alto contenido en metal noble. Por ello han sido durante muchos años la aleación de elección.^{28 13,24,27}

Sin embargo debido al alto costo de las aleaciones nobles como el Oro desde los años 1970 se empezó a utilizar otras aleaciones no nobles o metal base para la confección de las estructuras para coronas metalcerámica, una de las aleaciones no nobles para colados más usadas es la que es a base de Ni-Cr-Be (80% Ni, 13% a 22 % de Cr, 1% a 3% Be), el Ni aumenta la dureza y resistencia a la corrosión, el Cr le da la propiedad de resistencia a la corrosión y crea los óxidos para la adhesión de la cerámica, mientras que el Berilio incrementa la fluidez ayudando a que el colado de la aleación sea más exacto y controla la oxidación superficial ayudando la unión de la cerámica, pero por ser potencialmente cancerígeno han aparecido otras aleaciones para colar de Ni-Cr-Mo (61% Ni, 26% Cr, 11% Mo, 1.5% Si, 1.2% Fe) donde el Mo aumenta la elasticidad y estabilidad química protegiendo a la aleación de carburación no deseada, el Si influye en las propiedades del flujo aumentando la fluidez de la masa mejorando la colabilidad; ambas aleaciones de Ni-Cr tienen una buena unión a la cerámica pero existen reportes del 5 al 8% de la población que tienen alergia al Ni. Otra aleación no noble para colar que se está utilizando con mayor auge en estos últimos tiempos es la

de Co-Cr (63 % Co, 24% Cr, 3% Mo, 8% W, 1% Si, <1% Mn y N), donde el Co aumenta la dureza, la brinda resistencia a la corrosión, a la oxidación, al desgaste y una buena fluidez de colado, el W tiene un efecto similar que el Mo reduciendo la expansión térmica, el Mn tiene un efecto desoxidante en la masa fundida y el N permite alcanzar alta dureza con alta ductibilidad. La aleación Co-Cr tiene mayor oxidación que las aleaciones de Ni- Cr, teniendo una unión a la cerámica aceptable y duradera, estas aleaciones presentan una resistencia a la corrosión y una composición que las hacen adecuada para el uso clínico. Por la presencia de alergias y toxicidad que presentan aleaciones que contienen níquel y berilio se empezó a sugerir el mayor uso de las aleaciones de Co-Cr para confeccionar restauraciones protésicas y se viene incrementando debido a sus excelentes propiedades como resistencia mecánica de aproximadamente 250 GPa, bajo costo, resistencia a la corrosión, biocompatibilidad y su fácil producción con métodos de colado.^{27,29,30}

Hoy en día las aleaciones de Co-Cr se pueden trabajar mediante la técnica de cera perdida colada por centrifugación convencional, centrifugado por inducción y actualmente también con técnicas CAD/CAM, pudiendo incluso variar su presentación, y se encuentran en pastillas para colar, en polvo para ser sinterizado, en forma de bloques presinterizados blandos y bloques sinterizados duros para luego ser fresados. Las pastillas de Co-Cr para colar tienen 63% de Co, 24% de Cr, 3% de Mo, 1% de Si, 8% de W y <1% de Nb, Mn y N.³⁰

Técnica de la cera perdida colada por centrifugación para la elaboración de prótesis fija

Desde hace muchos años se viene utilizando la técnica de cera perdida colado por centrifugación para metales en prótesis fija dental, en la cual se utiliza una máquina

que gire en su propio eje el cual se conoce como colado por centrifugación en el que se utiliza la acción de la fuerza centrífuga para que un derretimiento líquido se deposite de una forma pareja y apropiada en un molde previo de cera evaporada. La máquina gira a una velocidad de entre 300 a 2500 rpm aproximadamente y el metal es vertido hacia el interior del molde donde se solidifica después de un proceso de enfriamiento.^{31,32,27} Con el pasar de los años la tecnología ha venido mejorando y ahora se pueden obtener cofias metálicas mediante sistemas de CAD/CAM, tema que no fue propósito de nuestro estudio.

Encerado

Luego de obtener el modelo de trabajo troquelado, el primer paso para obtener un patrón de cera es la fabricación de una cofia delgada sobre el muñón de trabajo, éste se sumerge con cuidado en un recipiente que contiene cera derretida controlada con una máquina para calentar cera, esta técnica se conoce como la técnica de encerado por inmersión, el objetivo de este procedimiento es evitar que queden irregularidades, rayas o burbujas en la parte interna del encerado. Luego se coloca cera para hombro a nivel cervical en toda la circunferencia de la terminación con el fin de obtener un buen sellado periférico además por su elasticidad permite que el encerado no sufra distorsiones cuando el operador retira la cofia encerada del modelo de trabajo conservando una buena adaptación marginal. En el laboratorio dental, el uso de cera es indispensable para la elaboración de patrones en restauraciones fijas o removibles, el encerado es el precursor de una restauración colada que posteriormente se colocará sobre un diente preparado para ese fin. Para evitar que la cera se pegue al modelo de yeso, conviene recubrir el troquel con un lubricante para muñones.^{2,31,33,34}

Ceras en Odontología

El término “cera” es una manera genérica propuesta a diversas sustancias de origen animal, vegetal o mineral, cuya composición principal es la parafina. La parafina deriva del petróleo cuando es sometido a altos puntos de ebullición. La cera de parafina tiende a descamarse al ser recortada y no presenta una superficie lisa y brillante, requisito deseable para una cera en odontología a lo que se le adicionan otras ceras y resinas naturales como agentes modificadores para que puedan ser pulidas. La goma dammara o resina dammara (proveniente del árbol *Agathis dammara*) es una de las resinas naturales que se añaden para aumentar su facilidad de modelado y también para aumentar su resistencia al resquebrajado y la descamación. La cera carnauba que se obtiene de las hojas de una palma tropical se combina con la parafina para darle más dureza y aminorar el derretimiento en la boca, además, le proporciona un olor agradable y contribuye a brindar brillo a la superficie.²

Tipos de ceras

La *cera tipo I* es dura y se utiliza para el método directo de encerado, para fabricar patrones directamente en el diente en la cavidad bucal, son rígidas para evitar el riesgo de deformación del patrón de cera durante la extracción de la preparación de la cavidad en el diente, empieza a fluir ligeramente sobre los 45 °C y así copiar los detalles de la cavidad. La *cera tipo II* en cambio es blanda y más fluida, esta se utiliza en el método indirecto de encerado, es el tipo de cera que se utiliza para trabajar en modelos de yeso. Este tipo de cera debe ser de color, azul, verde o roja, esto para que haga contraste con el modelo y, por lo tanto, se pueda distinguir fácilmente el uno del otro.^{2,33}

Bebederos

Cuando se ha terminado la confección del patrón de cera con el fin de que el metal fundido luego de la evaporación de las ceras llene el espacio creado por el encerado, debe existir un camino a través del yeso de revestimiento, este camino es dado por un cilindro pequeño de cera denominado bebedero que une el patrón de cera a una base cónica. Los bebederos son conductos que deben ser de forma circular mayores a 0.3 mm de diámetro y lo más cortos posibles para permitir la evaporación rápida de la cera y que la aleación llene rápidamente la cavidad evitando el enfriamiento del metal.³¹

Las principales funciones de los bebederos son: permitir la salida de la cera durante el calentamiento del cilindro en el horno de precalentamiento, permitir el paso de la aleación fundida y ocupe el espacio que dejó el patrón de cera dentro del cilindro de yeso, proveer una reserva de aleación fundida y compensar de cierto modo las contracciones que sufre la aleación durante la solidificación y enfriamiento.^{2,31} (Anexo 1)

Diámetro del bebedero

Debe seleccionarse un bebedero preformado que tenga aproximadamente el mismo tamaño que la zona más ancha del patrón de cera. Si el patrón de cera es pequeño, el bebedero tiene que ser pequeño, esto porque si el bebedero es muy grande en comparación con el patrón de cera puede dar lugar a deformaciones, en cambio, si el diámetro del bebedero es más pequeño que el ancho del patrón de cera, esta zona solidificará más rápido que la zona de la cofia y se producirá porosidades. Los bebederos con reservorio ayudan a solucionar este problema.² (Anexo 1)

Posición del bebedero

La posición de la unión del bebedero al patrón de cera es, frecuentemente, una decisión personal, basado en la experiencia y a veces en el tamaño y forma del patrón. Algunos prefieren colocarlo en la superficie oclusal, mientras que otros eligen las paredes proximales o la cúspide de trabajo que es lo más habitual. Sin embargo, la zona ideal para la colocación del bebedero es el punto de mayor volumen del patrón de cera para evitar la distorsión de las áreas delgadas durante la unión del patrón y para permitir el flujo completo de la aleación a la cavidad en el yeso.² (Anexo 1)

Longitud del bebedero

La longitud del bebedero va a depender del tamaño del anillo de colado. La longitud del anillo debe permitir la eliminación de gases de la cera durante la evaporación ya que, si estos gases no se eliminan por completo, se producen porosidades en el colado. Por lo tanto, la parte más superior del patrón de cera debe estar a máximo 6 mm y como mínimo a 3 mm de la parte superior del anillo.^{2,33} (Anexo 1)

Revestimiento

El revestimiento es un yeso que es capaz de soportar altas temperaturas sin sufrir cambios ni deteriorarse. Además de reproducir exactamente la forma, tamaño y detalles hechos en el patrón de cera. Por lo general, se conocen tres tipos de revestimiento: con aglutinante de yeso utilizados para colados de baja fusión como el oro; revestimientos aglutinados por silicato de etilo que es usado para prótesis parcial removible, pero son de poca precisión y, revestimientos con aglutinante de fosfato que cumple con los requisitos para cualquier tipo de colado, es el más utilizado, para prótesis metal-cerámica, “*inlay, onlay, overlay*”, corona, puente o prótesis parcial removible. Estos yesos fosfatados a su vez se dividen en dos categorías: tipo I que son

utilizados para “*inlay, onlay, overlay*”, coronas y puentes, y el tipo II utilizado para prótesis parcial removible.^{2,31}

Los revestimientos fosfatados se componen por una parte de polvo (refractaria) y otra de líquido (aglutinante). El polvo está compuesto por cuarzo y cristobalita. El cuarzo es un mineral muy abundante en la naturaleza y la cristobalita es producida artificialmente por la calcinación del cuarzo a 1600°C. Aditivos, colorantes y óxidos refractarios también son parte de la composición general. El líquido o aglutinante puede estar compuesto por óxido de magnesio, di-hidrógeno fosfato de amonio, fosfato de monoamonio y sílice coloidal. Por la presencia de estos compuestos a base de fosfatos es que reciben el nombre de revestimientos fosfatados.^{2,31}

El revestimiento además de soportar altas temperaturas, debe tener la capacidad de expandirse y así compensar la contracción de los metales durante su fraguado. Se describen dos tipos de expansión: expansión de fraguado y expansión térmica. La expansión de fraguado es la que se produce durante el endurecimiento del revestimiento, generalmente esta expansión es alrededor de 1,2 a 1,4%. Por otro lado, está la expansión térmica que es controlada por la velocidad de subida del horno de precalentamiento, por tal motivo programación del horno debe seguir rigurosamente las indicaciones de los fabricantes.^{2,31}

Colado de aleaciones

A la técnica de colado la describiremos como el procedimiento mediante el cual una aleación metálica en estado líquido ocupa un molde prediseñado en un patrón de cera, dentro del que después de un corto tiempo recupera su estado sólido. Este procedimiento permite la obtención de una estructura metálica fina y libre de

porosidades. Se puede dividir en tres etapas este proceso: 1) Eliminación de la cera, 2) Colado propiamente dicho y 3) Extracción del colado del revestimiento.³¹

Eliminación de la cera

Este proceso se denomina “quema de cera”. Consiste en posicionar el cilindro con yeso de revestimiento dentro de un horno a una temperatura y tiempo determinado dependiendo del tipo de revestimiento, de tal manera que se produzca la vaporización de la cera que se encuentra dentro del cilindro. Este procedimiento no debe empezarse antes de que el revestimiento haya endurecido completamente aproximadamente 45 min después de que se inicia el espatulado. Se coloca el cilindro de tal forma que el conformador de crisol quede hacia abajo con el fin de evitar que la cera hierva en la cámara del patrón de cera. El precalentamiento se empieza con una primera fase de estabilización durante 30-45 min a una temperatura de 300 °C, y una fase final que implica que el horno llegue a 850-900 °C, poner especial atención en este proceso ya que con esto se controla la expansión térmica del revestimiento.^{2,31}

Colada por centrifugación convencional

Esta técnica es de las más usadas en los laboratorios dentales para la elaboración de restauraciones dentales tales como estructuras para Prótesis Parciales Removibles, puentes, coronas, incrustaciones y otras, en donde se usan aleaciones metálicas; es uno de los métodos más antiguos cuyos datos remontan desde la antigua China y Egipto, descrita por primera vez a finales del siglo XIX e introducida en el campo de la odontología por Taggat en el año de 1907 quien describió la elaboración de un patrón de cera para realizar “inlays” en la boca de pacientes directamente, la técnica tiene como finalidad conseguir el duplicado metálico de un patrón de cera previamente conformado siguiendo una secuencia de pasos previos.^{32,19}

Una vez que el cilindro de revestimiento haya alcanzado la temperatura final dentro del horno de precalentamiento, se procede a fundir la aleación metálica dando lugar a que este metal fundido pase a ocupar la cavidad dejada por el patrón de cera en el revestimiento. Para esto se necesita un equipo de colado que funda o derrita la aleación metálica y que impulse rápidamente la aleación fundida dentro del cilindro.³¹

Para conseguir la fusión de la aleación metálica se la puede hacer mediante la técnica directa con una llama producida por un soplete de mezcla de Gas y Oxígeno. Para conseguir una llama correcta sin sobrecalentar la aleación y en el menor tiempo posible, se debe regular correctamente la mezcla de aire y oxígeno en el soplete. Ésta tiene una zona útil o fundente que es la más adecuada para la fusión de la aleación y otras zonas que son oxidantes no fundentes (Anexo 2). Para poner en funcionamiento el soplete, siempre se debe abrir primero el paso de gas y encender la llama, luego ir abriendo lentamente el paso de oxígeno y así conseguir una llama adecuada. Para apagar el soplete, primero se debe cerrar lentamente el paso de oxígeno y después el paso del gas, esta mezcla de gas-oxígeno puede llegar a brindar temperaturas de hasta 1600°C.³¹

Existen otras formas para fundir una aleación, estos sistemas vienen dentro de una máquina diseñada para fundir el metal mediante una centrifuga, a través de presión de aire o mediante la acción del vapor. Una centrifuga está formada por dos brazos que se unen en su parte central a un motor. En el extremo de un brazo se coloca el crisol en donde se coloca el metal, y también se coloca el cilindro de revestimiento; el otro extremo del brazo lleva un peso que ayuda a coger movimiento de alta velocidad cuando se activa el motor y así el movimiento de centrifuga hace que el metal fundido entre al cilindro.^{31,33}

La fundición con ayuda de presión de aire es otro mecanismo no muy utilizado actualmente pero que se describen en la literatura como un sistema de prensado del metal en donde luego de ser fundido por el soplete un sistema de pistón metálico y por presión de aire comprimido este se activa y baja violentamente y empuja el metal fundido al cilindro a través del bebedero.³¹

Colada por centrifugación por inducción

Es un método cuyos procedimientos son los mismos que se realizan con la técnica de la cera perdida, con la diferencia que en este procedimiento no es necesario la técnica directa con una llama producida por un soplete de mezcla de Gas y Oxígeno para calentar el metal a colar, sino se usa la técnica indirecta fundiendo el metal por inducción, este es un método más controlado y preciso ya que se tiene un control exacto de la temperatura de fundición de la aleación. La aleación se calienta rápidamente por inducción electromagnética en un recipiente denominado crisol, en donde los metales se convierten en estado líquido por el calor generado por las altas temperaturas hasta alcanzar el punto de fusión de la aleación involucrada en el procedimiento, “este método de inducción es operado a través de un sistema ánodo-cátodo, en donde las cargas eléctricas de la aleación son atraídas opuestamente, generando un campo electromagnético, creando una desestabilización molecular que induce al ascenso de la temperatura y el respectivo cambio de estado del metal o la aleación, de sólido a líquido”.²⁷

Este proceso de calentamiento es controlable, es decir que existe un control preciso de la temperatura y el calor. Hay ausencia de humos de combustión por lo tanto hay mejores condiciones de trabajo, por ende, mayor seguridad del personal. El proceso de fundición de la aleación es más rápido en comparación con el sistema convencional.

Estas máquinas de colado por inducción poseen también un sistema de refrigeración.^{27,31}

Materiales para medición de discrepancias marginal e interna

Hay diversos estudios que presentan una gran variedad de materiales para emplearlas como indicadores para medir las discrepancias marginales e internas como la silicona de adición polivinilsiloxano (VPS) fluida y extrafluida. Dentro de las siliconas un material nuevo destaca por sus características y ventajas para evaluar la adaptación de restauraciones: el Fit Checker™ Advanced (GC Corporation, Tokyo, Japan) es un vinil polieter silicona (VPES) que reúne las propiedades de precisión y fidelidad de los polieteres además de la elasticidad y manejo sencillo de las siliconas, tiene una consistencia muy fina acompañado de una óptima fluidez, un breve tiempo de fraguado e hidrofilia, es flexible pero sumamente resistente al desgarro para una fácil extracción, consistencia tixotrópica con un buen flujo bajo presión, mínimo espesor de película para una colocación precisa de la restauración, viene en color blanco para comprobar el ajuste de las restauraciones y prótesis removibles con base metálica y de color azul para restauraciones estéticas, como las coronas y puentes con base cerámica, y para comprobación oclusal incluso con un grosor inferior a 100 µm.²⁰

Métodos básicos para medir discrepancias marginales e internas

Existen varios métodos básicos para medir discrepancias marginales e internas. A continuación, se presentan diversos métodos:^{16,17,20}

1. Vista directa (examinación con un microscópico externo). La técnica de vista directa es el método ampliamente utilizado pero los resultados no pueden ser muy fiables.

2. Técnica de corte transversal después de la cementación (examen microscópico interno).
3. Técnica de impresión obteniendo una réplica de silicona (enfoco de réplica interna con examen microscópico interno)
4. Examen visual y exploración con un explorador.

Técnica de réplica de silicona

Se utiliza un material indicador de silicona VPES blanco Fit Checker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japan), para simular el espacio del cemento. Se inyecta la silicona al interior de las cofias y utilizando una presión para simular una situación clínica se coloca en un modelo maestro. Se retira la cofia con la película de Fit Checker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japan), al interior se coloca una silicona VPS de relleno, antes de la extracción, se secciona con un bisturí en una dirección bucopalatino y posteriormente en una dirección mesiodistal. Se realiza las mediciones del grosor de la película de Fit Checker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japan) en imágenes realizadas con microscopía óptica y un programa de medición digital. Este método de réplica es ampliamente utilizado y tiene varias ventajas ya que las muestras pueden ser reproducibles al no destruir las coronas.^{17,20}

IV. OBJETIVOS

IV.1. Objetivo General

Evaluar in vitro la adaptación marginal e interna de cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* fabricadas mediante dos técnicas de cera perdida coladas por centrifugación: convencional y por inducción, según tipo de corte, zona y puntos de medición.

IV.2. Objetivos específicos

1. Determinar la discrepancia marginal de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación convencional, según tipo de corte y punto marginal.
2. Determinar la discrepancia interna de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación convencional, según tipo de corte, zona y punto interno.
3. Determinar la discrepancia marginal de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación por inducción, según tipo de corte y punto marginal.
4. Determinar la discrepancia interna de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación por inducción, según tipo de corte, zona y punto interno.

5. Comparar la adaptación marginal en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* realizada por dos técnicas de cera perdida coladas por centrifugación: convencional y por inducción, según tipo de corte y punto marginal.

6. Comparar la adaptación interna en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* realizadas por dos técnicas de cera perdida coladas por centrifugación: convencional y por inducción, según tipo de corte, zona y punto interno.

V. HIPÓTESIS

Las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr con línea de terminación tipo *chamfer* fabricadas mediante la técnica de la cera perdida colada por inducción presentan mejor adaptación marginal e interna que las cofias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* obtenidas mediante la técnica de cera perdida colada convencional.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

VI.1. Diseño del estudio

El presente estudio in vitro fue de tipo experimental y transversal.

VI.2. Muestra

Para determinar el tamaño muestral se tomó como referencia el artículo base de Huang *et al.*,²⁰ del año 2014 aplicando la fórmula estadística $n = \frac{Z^2 * S^2}{E^2}$ (Anexo 3).

Según la fórmula aplicada el tamaño muestral fue de 13 cofias para cada técnica, con un nivel de confianza del 90%, haciendo un total de 26 cofias metálicas de Co-Cr. Las cofias fueron realizadas sobre 26 modelos de yeso, estos modelos fueron obtenidos de un modelo maestro de Co-Cr hecho en CAD/CAM,

VI.3. Criterios de selección

- Impresiones en polivinilsiloxano visiblemente nítidas y sin alteraciones
- Modelos de trabajo sin burbujas y con los márgenes visiblemente íntegros
- Cofias metálicas unitarias de Co-Cr con línea de terminación tipo *chamfer* elaboradas con la técnica de cera perdida colada por centrifugación convencional.
- Cofias metálicas unitarias de Co-Cr con línea de terminación tipo *chamfer* elaboradas con la técnica de cera perdida colada por centrifugación por inducción.
- Cofias metálicas que visualmente presentaron margen cervical íntegro y continuo.

- Muestras de réplica de silicona que presentaron integridad y continuidad en las zonas de medición.

VI.4. Variables

Operacionalización de variables

Ver cuadro de operacionalización de variables (Anexo 4).

VI.5. Técnicas y/o Procedimientos

Método:

Observación estructurada.

Instrumentos:

Se utilizó una ficha de recolección de datos (Anexo 5). En donde se registraron los niveles de adaptación marginal e interna en micrometros, de cada una de las réplicas de silicona en la que se anotaron doce medidas en cada muestra realizando dos cortes a la réplica de silicona: vestíbulo-palatino y mesio-distal. La numeración 1 (uno) correspondió al corte en sentido vestíbulo-palatino y la numeración 2 (dos) al corte en sentido mesio-distal. Se evaluó la adaptación marginal en cuatro puntos: A1 que correspondió al punto marginal vestibular, F1 que correspondió al punto marginal palatino, A2 que correspondió al punto marginal mesial y F2 que correspondió al punto marginal distal. Para la adaptación interna se evaluaron 8 puntos distribuidos de la siguiente manera: B1 zona axial vestibular, C1 zona oclusal vestibular, D1 zona oclusal palatina, E1 zona axial palatina, B2 zona axial mesial, C2 zona oclusal mesial, D2 zona oclusal distal, E2 zona axial distal. (Anexo 6).

La lectura de los datos se hizo a través de la cámara digital tomada del estereomicroscopio Greenough Leica S8APO (Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany) con el software Leica Application Suite LAS v3.4 (Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany) (Figura 1, Anexo 7).

Materiales y Procedimientos:

Selección del diente maestro

El presente estudio se realizó preparando un primer premolar superior extraído dentro de la clínica docente asistencial de la UPCH por motivos ortodóncicos libre de caries y de restauraciones previas, otorgado por el Docente encargado del área, el cual fue sumergido en solución salina fisiológica durante 7 días. Este diente se colocó en una base de acrílico de autocurado Duracryl® (New Stetic, Antioquia, Colombia) para facilitar el soporte y la manipulación del espécimen (Figura 2, Anexo 7).

Preparación dentaria

La preparación del espécimen se realizó siguiendo el diseño para una corona metalcerámica, tomando como referencia la técnica descrita por Rosenstiel *et al.*,²¹ en su libro “Prótesis Fija Contemporánea”. Previamente se confeccionó una llave matriz de polivinilsiloxano Elite HD+ Putty Soft Normal Set® (Zhermack, Badia Polesine, Italia) (Figura 3, Anexo 7) con el propósito de guiar y calibrar el desgaste de la preparación. Fue preparado con línea de terminación tipo *chamfer* con una convergencia oclusal total de 12°, cuyo desgaste fue de 2 mm a nivel oclusal, de 1.5 mm a nivel de las paredes axiales y a nivel del hombro de 1 mm de espesor, empleando una fresa troncocónica de extremo redondeado de granulometría de 100-120 µm con halo azul código 198-025 MDT (Micro Diamond Technologies, Afula, Israel) y finalmente pulida con una fresa troncocónica de granulometría de 20-30 µm de halo

amarillo código 198-019 MDT (Micro Diamond Technologies, Afula, Israel), la diferencia entre las alturas de la terminación vestibulo-palatina y mesio distal fue de 0.75 mm.²³

Elaboración del modelo maestro

Luego de la preparación dentaria se llevó al espécimen para la elaboración de una réplica metálica en Cobalto-Cromo con el sistema CAD/CAM ceramill® map400 (Amann Girrbach, Koblach, Austria), en donde se realizó el escaneo del diente tallado, se hizo el diseño del modelo maestro digitalmente utilizando un software de diseño Ceramill® Mind (Amann Girrbach, Koblach, Austria), con el que se obtuvo imágenes digitales de alta resolución las cuales se generaron mediante proyecciones de luz con unos sensores en 3D de alta sensibilidad los cuales aportan una producción exacta y precisa del modelo, después se procedió al fresado en un bloque blandos pre sinterizados de Co-Cr, Ceramill® Sintron (Amann Girrbach, Koblach, Austria), el que se puso en el soporte de la máquina fresadora Ceramill® Motion 2 (Amann Girrbach, Koblach, Austria), para el procesamiento rotatorio mecanizado. Finalmente se realizó el proceso de sinterizado en el horno de sinterización para Co-Cr, Ceramill® Argothem 2 (Amann Girrbach, Koblach, Austria) y así se obtuvo el patrón de Co-Cr denominado modelo maestro (Figura 5, Anexo 7).

Toma de impresión

Una vez obtenido el modelo maestro de Co-Cr, se utilizaron unos dispositivos de plástico rígido: Tapón hembra CPVC (cloruro de polivinilo clorado) para agua caliente (Pavco, vinduit, Lima, Perú) que imitaron a una cubeta individual; estas cubetas se impregnaron con adhesivo Universal Tray Adhesive® (Zhermack, Badia Polesine, Italia) y posteriormente se realizó la impresión con polivinilsiloxano con la técnica de

doble mezcla en 1 paso. El material de impresión utilizado fue silicona de adición Elite HD+ Putty Soft Normal Set® (Zhermack, Badia Polesine, Italia) dispensando una proporción 1:1 de base y catalizador, utilizando las cucharillas medidoras proporcionadas por el fabricante, en simultaneo se dispuso el polivinilsiloxano Elite HD+ Light Body® (Zhermack, Badia Polesine, Italia). El material pesado se colocó dentro de la cubeta y el material fluido sobre el modelo maestro, realizando de esta manera la impresión esperando la vulcanización completa del material durante 5 min según especificaciones del fabricante (Figura 6, Anexo 7).

Elaboración de modelos de trabajo

Obtenida la impresión y esperando el tiempo recomendado por el fabricante (1 hora) para la eliminación de productos residuales se procedió al vaciado con un yeso tipo IV extraduro Elite Master® (Zhermack, Badia Polesine, Italia), para lo cual se utilizó un dosificador de yeso Smart Box X2 (Amann Girrbach, Koblach, Austria), con el que se obtuvo una relación ideal entre yeso-agua y, con el mezclador Smart Mix X2 (Amann Girrbach, Koblach, Austria), el que nos dio una mezcla uniforme e isotrópica (Figura 7, Anexo 7). Se vertió el yeso directamente en la impresión usando una vibración constante y así se evitó la aparición de burbujas en el modelo de trabajo. Finalmente, se esperó el tiempo recomendado de fraguado de 36 min. para retirar el modelo de la impresión y se realizó el recorte de excesos en los modelos que fue necesario. Una vez fraguado el yeso se guardaron los modelos de trabajo en envases sellados herméticamente para evitar su alteración (Figura 8, Anexo 7).

Elaboración de cofias en Co-Cr

Luego de obtener los modelos de trabajo en yeso los siguientes pasos los realizó un técnico dental protesista con 15 años de experiencia quien empezó a realizar la

delimitación del margen cervical con un lápiz de color rojo en los 360° en la línea de terminación de la preparación.

Técnica de la cera perdida colada por centrifugación convencional

En los modelos ya preparados se aplicó un sellador de poros o endurecedor (Figura 9, Anexo 7) el cual tiene un espesor de 5 µm Die:Master Duo (Renfert®, Hilzingen, Alemania) en toda la preparación, luego se aplicó 2 capas del espaciador Pico Fit (Renfert®, Hilzingen, Alemania) de 20 µm de espesor a un milímetro por encima de la línea de terminación de la preparación (Figura 10, Anexo 7), finalmente se aplicó una capa de aislante para cera Picosep (Renfert®, Hilzingen, Alemania) de 5 µm de espesor sobre toda la preparación, con lo que se obtuvo las siguientes medidas: 10 µm en la zona cervical y 50 µm en el resto de la preparación tanto en las paredes axiales como en la parte oclusal (Figura 11, Anexo 7).

Se enceró la cofia con la técnica de cera por inmersión Renfert Hotty (Renfert®, Hilzingen, Alemania), con cera GEO-DIP (Renfert®, Hilzingen, Alemania) (Figura 12, Anexo 7). Se añadió una cera cervical y se formó un collar cervical con instrumentos de encerado PKT N° 1. Se retiró la cofia de cera y se midió con un calibrador de cera, el cual fue de 0.5 mm de espesor (Figura 13, Anexo 7). Finalmente, se readaptó el margen con la cera de márgenes StarWax C (Dentaurum, Ispringen, Alemania) utilizando el instrumento PKT N° 1 dejando una banda de 1mm de ancho, se recortó los excesos de cera marginal se dejó enfriar, se colocó un bebedero de cera de 4mm de diámetro (Renfert®, Hilzingen, Alemania) y se retiró del modelo, se puso la cofia de cera en un cilindro preformado el cual fue llenado con el yeso de revestimiento Formula 1 (WhipMix, Louisville, USA); se esperó 45 min para su endurecimiento y posteriormente se llevó al horno de calentamiento Serie DE 1 código

C305315 (Zhermark, Badia Polesine, Italia), para la evaporación de la cera, se calibró el horno de tal manera que el cilindro esté durante 30 min a una temperatura de 350 °C luego subió a una temperatura final de 910°C y se dejó durante 30 min más. Una vez cumplido el plazo de evaporación de la cera se procede al colado propiamente dicho de la aleación metálica y con la ayuda de un soplete para prótesis fija M-3 con pico de lluvia (Tecnodont, Buenos Aires, Argentina) para el colado de la aleación de Co-Cr Cromoron Premium C (DG Dental d.o.o, Gornji Grad, Slovenia), con intervalo de fusión de 1304°C – 1369° C y temperatura de colado de 1400°C – 1480°C. Se abre en primera instancia la salida de gas y se enciende la llama luego poco a poco se abre la salida de gas hasta obtener una llama en forma de “pincel”, se acercó al crisol que tenía un uso de 4 veces previo a la presente investigación, el que contenía el metal, la punta del soplete estuvo a una distancia de 5 cm del metal cerciorándose que la zona útil o de reducción esté en contacto con la aleación. Se mantuvo sobre el metal constantemente hasta que se observó un cambio de estado del metal de sólido a líquido, con la ayuda de una pinza se trasladó el cilindro desde el horno hacia la centrifuga para colados TECHINC (Técnica Dental, Bogotá, Colombia), se activó la centrifuga que inició el movimiento de alta velocidad girando entre 300-3000 rpm alrededor de su eje, y esto hizo que el metal fundido ingrese al cilindro (Figura 14, Anexo 7).

Técnica de la cera perdida colada por centrifugación por inducción

Para la confección de las cofias metálicas con la técnica de la cera perdida colada por centrifugación por inducción, se realizó el mismo procedimiento de encerado, revestido y eliminación de cera anteriormente descrito pero, la diferencia es que no se utilizó el soplete para fundir el metal, esta técnica utilizó para fundir la aleación de Co-Cr Cromoron Premium C (DG Dental d.o.o, Gornji Grad, Slovenia) la máquina centrífuga compacta para colado con mecanismo de fusión por inducción eléctrica de

gran potencia Fornax® T (BEGO GmbH, Bremen, Alemania) de 3600 VA y refrigeración integrada correctamente calibrada (Figura 15, Anexo 7); se precalentó el metal en la máquina durante 15 s, se introdujo el cilindro de yeso refractario que salió del horno de precalentamiento, se configuró la máquina de inducción para que suba la temperatura a 1400°C, luego de aproximadamente 25 s se observó que la aleación cambió de su estado sólido a un estado líquido (Figura 16, Anexo 7); y en ese momento se activó la centrifuga para que la aleación se introduzca en el cilindro por acción de la fuerza centrífuga.

Desrevestido y adaptación de cofias de Co-Cr

Una vez que los colados ha enfriado a temperatura ambiente se procedió al desrevestido, con la ayuda de una pinza de corte se empezó a eliminar el yeso dejando al descubierto el colado (Figura 17, Anexo 7), luego se llevaron las cofias coladas a una máquina de arenado Basic Classic (Renfert®, Hilzingen, Alemania) la que usó un polvo de óxido de aluminio blanco Cobra de 50 µm, (Renfert®, Hilzingen, Alemania) esto con el objetivo de limpiar el yeso adherido a la superficie del colado (Figura 18, Anexo 7). Una vez limpio el colado se probó las cofias al modelo maestro verificando su correcto asentamiento de manera visual, las cofias que no ingresaron al modelo maestro fueron desgastadas internamente con una fresa de carburo-tungsteno de forma cónica (Figura 19, Anexo 7) hasta observar un asentamiento adecuado de las cofias al modelo maestro. Finalmente se corta la cofia de su bebedero con la ayuda de un motor de alta velocidad DGA (WhipMix, Louisville, USA) y un disco de corte, se pulió y volvió a arenar la cofia.

Evaluación de la adaptación marginal e interna

Para la evaluación de la adaptación marginal e interna se empleó la técnica de la réplica con silicona, usando silicona VPES Fit Checker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japan) en el interior de la cofia, seguidamente esta se asentó sobre el modelo maestro y fue sometida a la máquina de ensayo universal Instron CTM-5L (LG Electronics, Seúl, Korea), con la punta escogida de forma cilíndrica de extremo redondeado se ejerció una presión constante de 15 N durante 2 min a una temperatura constante de 23°C, tiempo y temperatura indicados por el fabricante (Figura 20, Anexo 7). Después que vulcanizó la silicona VPES, se retiró la presión y la cofia fue removida con cuidado del modelo maestro conservando la película de silicona en el interior de esta, de forma inmediata se inyectó la silicona VPS Elite HD + light Body® (Zhermack, Badia Polesine, Italia) en el interior de la muestra, se esperó su vulcanización completa para remover la réplica del interior (Figura 21, Anexo 7).

Obtenida la réplica de silicona esta se seccionó con una hoja de bisturí N°11 primero en sentido vestíbulo-palatino obteniendo dos fragmentos, una mesial y otra distal, para la toma de las medidas al estéreomicroscopio se utilizó el fragmento mesial. La segunda sección fue en sentido en sentido mesio-distal y las medidas fueron tomadas en el fragmento palatino, ambos cortes fueron examinadas bajo un estéreomicroscopio Greenough Leica S8 APO (Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany) a un aumento de 40X con el software Leica Application Suite LAS v3.4 (Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany) se midió en μm el espesor de la película de silicona VPES Fit Checker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japan) a nivel de la zona cervical, axial y oclusal. La medición del espesor se realizó en 2 puntos marginales y 4 puntos internos en los cortes en sentido vestíbulo-palatino y mesio-distal, haciendo un total de 12 puntos de medición por muestra (Anexo 6). Además, se realizó una prueba piloto

para determinar los materiales más adecuados para llevar a cabo el estudio, así como la calibración para obtener la réplica de silicona y el uso del estereomicroscopio por el investigador para el manejo y ejecución de los procedimientos de medición.

VI.6. Plan de análisis

Se elaboró una base de datos en una hoja de cálculo Microsoft Excel 2016 que fue exportado al programa STATA versión 12 para los análisis estadísticos. Se realizó un análisis descriptivo (univariado) con media aritmética y desviación estándar; para análisis bivariado se empleó t de Student, para una distribución normal (paramétrico) y U Mann-Whitney como variable no paramétrica. Además, se evaluó los supuestos de normalidad, con la prueba de Shapiro-Wilk. En la aprobación de los supuestos de normalidad se utilizó las pruebas paramétricas y en la no aprobación de los supuestos de normalidad se utilizó las pruebas no paramétricas. En el presente estudio se utilizó un nivel de confianza del 90% ($p < 0.05$).

VI.7. Consideraciones éticas

- Se realizó la inscripción en el SIDISI (Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento a la Investigación) (Anexo 8).
- Aprobación por el comité de investigación de la Facultad de Estomatología (FAEST) (Anexo 9).
- Aprobación de acuerdo a las normas por el Comité Institucional de Ética (CIE) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (Anexo 10).
- Carta de constancia de uso del estereomicroscopio por el laboratorio de patología y medicina oral de la UPCH (Anexo 11).
- Carta de constancia de uso de la máquina de ensayo universal para presión constante Instron de High Technology Laboratory Certificate (Anexo 12).

Este estudio es parte de otros estudios experimentales que se están realizando a través del Grupo de Investigación de Restauraciones Computarizadas (GIREC) del área de Rehabilitación Oral del Postgrado de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia comandados por el Mg. Esp. Martín Quintana del Solar y la Mg. Esp. Diana Castillo Andamayo.

VII. RESULTADOS

En el presente estudio se determinó la adaptación marginal e interna de cofias metálicas unitarias coladas con aleación de Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* confeccionadas mediante dos técnicas: cera perdida colada por centrifugación convencional y cera perdida colada por centrifugación por Inducción, se fabricó un total de 26 cofias unitarias, 13 cofias por cada grupo de estudio donde se realizaron un total de 12 medidas por muestra.

En la Tabla 1 observamos resultados descriptivos de la discrepancia marginal de las cofias obtenidas con la técnica de la cera perdida colada por centrifugación convencional según tipo de corte y punto marginal, donde se encontraron valores promedios menores de discrepancias marginales en el corte vestíbulo-palatino en los puntos A1 con $89.65 \pm 58.39 \mu\text{m}$ y F1 con $92 \pm 88.40 \mu\text{m}$, en comparación con los valores promedio en las medidas del corte mesio-distal en los puntos A2 con $91.72 \pm 67.13 \mu\text{m}$ y F2 con $97.66 \pm 50.59 \mu\text{m}$.

En el Grafico 1 podemos observar que la mayoría de los valores son menores de $120 \mu\text{m}$ en ambos cortes mesio-distal y vestíbulo-palatino y el punto F1 presenta dos puntos influyentes a comparación del resto de los tres puntos; en los cuatro puntos vemos que existe una mayor dispersión positiva. De los puntos de referencia mencionados se puede decir que la dispersión de la discrepancia marginal, observada en el punto F1 (corte vestíbulo-palatino) presentó valores extremos y se vio mayor dispersión de los datos hacia los límites superiores.

En la Tabla 2 observamos los resultados descriptivos de la discrepancia interna de las cofias obtenidas con la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional según tipo de corte, zona y punto interno. Podemos observar los resultados de los

valores promedio en la zona axial en el corte vestíbulo-palatino en el punto B1 de $60.09 \pm 22.66 \mu\text{m}$ y E1 de $58.00 \pm 15.63 \mu\text{m}$, y en el corte mesio-distal se registró una menor discrepancia interna en el punto B2 de $42.30 \pm 23.32 \mu\text{m}$ y E2 de $52.62 \pm 26.16 \mu\text{m}$. En la zona oclusal en el corte vestíbulo-palatino registró una menor discrepancia interna en los puntos C1 de $162.67 \pm 53.38 \mu\text{m}$ y D1 $195.92 \pm 69.47 \mu\text{m}$, en comparación del corte mesio-distal en los puntos C2 de $209.19 \pm 55.71 \mu\text{m}$ y D2 de $203.78 \pm 62.94 \mu\text{m}$. Las menores discrepancias internas en ambos cortes mesio-distal y vestíbulo-palatino fueron en la zona axial en comparación a la zona oclusal.

El Grafico 2 se puede apreciar una mayor dispersión en los datos de la discrepancia interna con la técnica de la cera pérdida colada por centrifugado convencional según tipo de corte, zona y punto interno, se observa valores menores de $100 \mu\text{m}$ en la zona axial en ambos cortes en sentido vestíbulo-palatino y mesio-distal en los puntos B1, E1, B2 y E2. Además se muestra que la discrepancia interna de la zona axial para el corte en sentido mesio-distal presentó menores valores que la discrepancia interna de la zona axial para el corte vestíbulo-palatino. Mientras que la discrepancia interna de la zona oclusal para el corte en sentido vestibulo-palatino presentó menores valores que la discrepancia interna de la zona oclusal para el corte mesio-distal. Podemos observar que en los puntos B1, C1 y E2 existen puntos influyentes. Observamos que la mayoría de valores están dentro del rango clínicamente aceptable de 50 a $350 \mu\text{m}$.

La Tabla 3 muestra la discrepancia marginal de las cofias obtenidas con la técnica de cera perdida colada por inducción según tipo de corte y punto marginal, en el corte vestíbulo-palatino se obtuvo resultados promedios en el punto A1 de $64.87 \pm 27.36 \mu\text{m}$ y en el punto F1 de $72.13 \pm 22.62 \mu\text{m}$, en el corte mesio-distal se obtuvo resultados promedios en los puntos A2 de $93.43 \pm 23.89 \mu\text{m}$ y F2 de $78.66 \pm 30.47 \mu\text{m}$. Se observó

que el punto que presenta menor discrepancia marginal en sentido vestibulo-palatino es el A1, y en sentido mesio-distal es el punto F2.

En el Grafico 3 podemos observar que la mayoría de valores son menores de 120 μm en ambos cortes mesio-distal y vestibulo-palatino, en los cuatro puntos de evaluación existen puntos influyentes, también se observa que el grupo A1 es el que presenta menor discrepancia marginal, seguido por el grupo F2; mientras que los grupos F1 y A2 son los grupos que presentan una mayor discrepancia marginal.

En la Tabla 4 observamos las medidas de la discrepancia interna de las cofias obtenidas con la técnica de cera perdida colada por inducción, mostrando que los puntos de la zona axial, tanto en el corte vestibulo-palatino como en el corte mesio-distal (B1:54.29 \pm 24.92 μm , E1:54.49 \pm 18.29 μm , B2:37.98 \pm 11.47 μm , E2:43.10 \pm 14.38 μm), presentan una menor discrepancia interna con respecto a los puntos de la zona oclusal (C1:133.04 \pm 28.09 μm , D1:156.89 \pm 31.27 μm , C2:173.33 \pm 25.56 μm , D2:172.93 \pm 23.10 μm). En el corte en sentido vestibulo-palatino se encontró una discrepancia axial menor en el punto B1 y una discrepancia oclusal menor en el punto C1 y en sentido mesio-distal se encontró una discrepancia axial menor en B2 y una discrepancia oclusal menor en el punto D2.

En el Gráfico 4 se puede apreciar una mayor dispersión en los datos donde observamos valores menores de 100 μm en la zona axial en ambos cortes en sentido vestibulo-palatino y mesio-distal en los puntos B1,E1,B2 y E2 . Mientras que los grupos de la zona interna oclusal presentaron una mayor discrepancia. Además, podemos observar que los grupos C2 y D2 son los únicos que no presentaron puntos influyentes.

En la Tabla 5 podemos observar los resultados de la prueba de supuesto de normalidad de Shapiro-Wilk. Esta prueba nos muestra a aquellos grupos que presentaron y no

presentaron distribución normal, en aquellos puntos de adaptación que presentaron distribución normal ($p > 0.05$) se utilizó pruebas estadísticas paramétricas (t de Student), mientras que en las que no presentaron distribución normal ($p < 0.05$) se utilizaron pruebas no paramétricas (U Mann-Whitney).

En la Tabla 6 se muestra resultados de la adaptación marginal de la técnica de cera perdida por centrifugación convencional en comparación con la técnica de cera perdida colada por inducción según tipo de corte y punto marginal, podemos observar que en los puntos A1, F1 y F2 existe una mejor adaptación marginal en la técnica de cera pérdida colada por inducción en comparación con la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional; mientras que en el punto A2 la mejor adaptación marginal se observó en la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional; pero sólo son valores descriptivos que no fueron concluyentes porque no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre las dos técnicas evaluadas ($p < 0.05$).

En la Tabla 7 se comparó las adaptaciones internas entre las dos técnicas según tipo de corte y puntos de medición, en el corte mesio-distal, en la zona axial con la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional, se encontró en el punto B2 el menor valor promedio de $42.30 \mu\text{m}$ y en el mismo punto para la técnica de la cera pérdida colada por inducción se encontró el menor valor promedio de $39.98 \mu\text{m}$, pero no hubo diferencia estadísticamente significativa. En el corte vestíbulo-palatino, en la zona oclusal para la técnica de cera pérdida colada por centrifugación, se encontró a nivel del punto C1 el menor valor promedio de $162.67 \mu\text{m}$ y en el mismo punto para la técnica de la cera pérdida colada por inducción se encontró el menor valor promedio de $133.04 \mu\text{m}$, pero no hubo diferencia estadísticamente significativa. Solo en el punto C2 se obtuvo un valor de $p = 0.0455$ siendo estadísticamente significativo a nivel de

este punto de medición para la técnica de cera pérdida colado por inducción 173.33 μm en comparación con 209.19 μm que se observó en la técnica de cera perdida colada por centrifugación convencional, para los demás puntos de medición no existe diferencia estadísticamente significativa en la adaptación interna entre ambas técnicas ($p < 0.05$). En ambas técnicas la zona axial tuvo mejor adaptación interna que la zona oclusal.

Tabla 1. Discrepancia marginal de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación convencional, según tipo de corte y punto marginal.

Tipo de corte	Punto Marginal	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestíbulo Palatino	A1	32.77	219.94	89.65	58.39	57.93	38.04
	F1	26.18	296.2	92.00	88.40	56.92	30.48
Mesio-Distal	A2	23.02	224.83	91.72	67.13	63.5	44.76
	F2	38.62	202.63	97.66	50.59	84.42	32.39

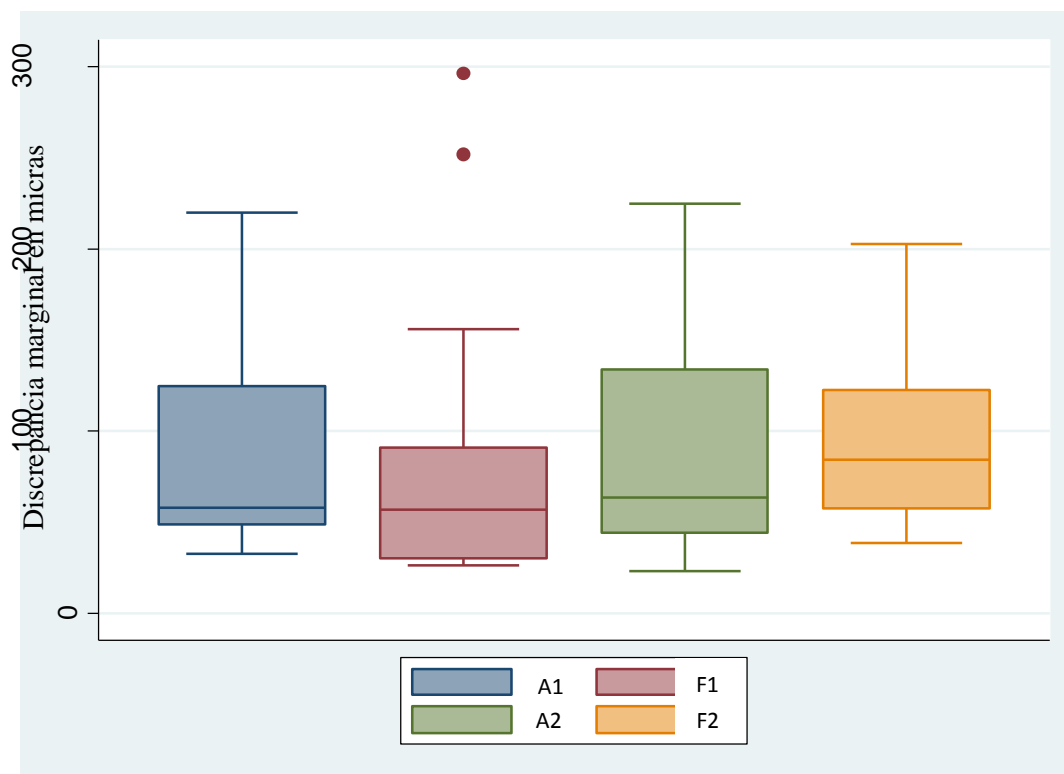


Gráfico 1. Gráfico de caja y bigotes de la discrepancia marginal de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación convencional, según tipo de corte y punto marginal.

Tabla 2. Discrepancia interna de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación convencional, según tipo de corte, zona y punto interno.

Tipo de corte	Zona interna	Punto Interno	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestibulo palatino	Axial	B1	29.32	100.43	60.09	22.66	54.61	14.43
		E1	35.42	79.57	58.00	15.63	61.03	21.24
	Oclusal	C1	90.56	280.50	162.67	53.38	161.45	34.14
		D1	115.30	331.73	195.92	69.47	166.99	73.99
Mesio Distal	Axial	B2	11.43	80.17	42.30	23.32	35.76	27.92
		E2	24.26	114.87	52.62	26.16	44.45	22.71
	Oclusal	C2	119.41	296.00	209.19	55.71	201.18	88.94
		D2	120.66	304.41	203.78	62.94	195.59	80.75

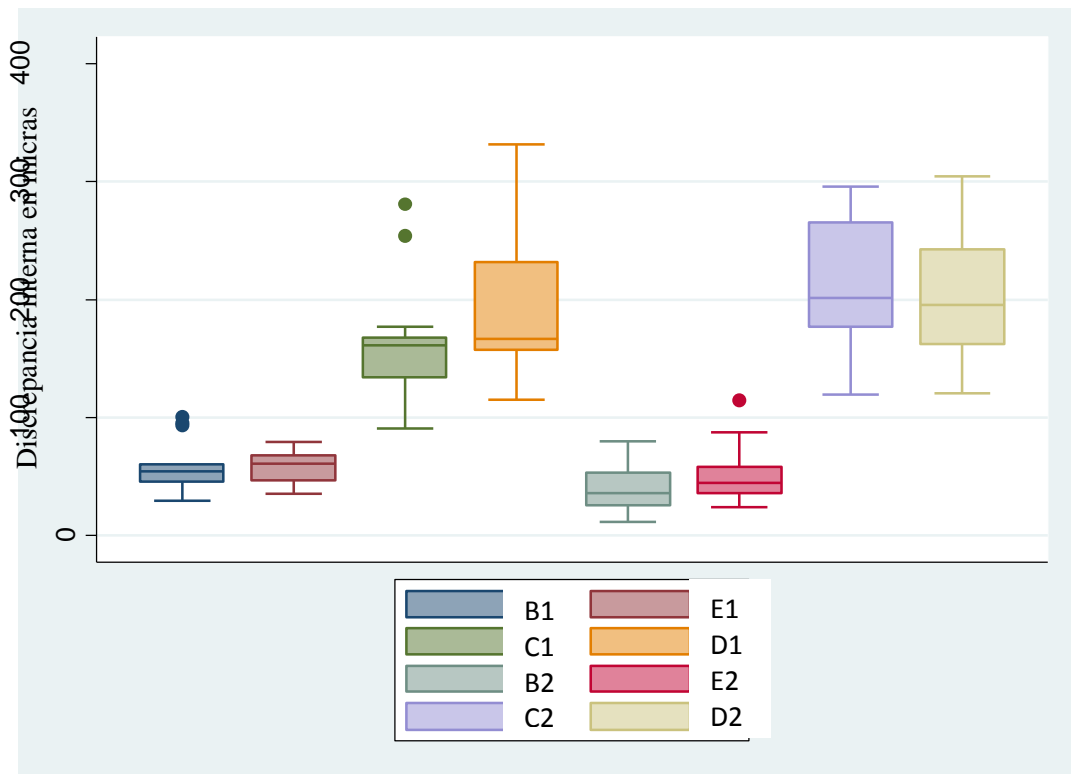


Gráfico 2. Gráfico de caja y bigotes de la discrepancia interna de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación convencional, según tipo de corte, zona y punto interno.

Tabla 3. Discrepancia marginal de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación por inducción, según tipo de corte y punto marginal.

Tipo de corte	Punto Marginal	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestibulo-Palatino	A1	35.03	116.27	64.87	27.36	64.21	21.49
	F1	37.89	102.73	72.13	22.62	70.13	21.38
Mesio-Distal	A2	54.15	124.47	93.43	23.89	101.70	17.71
	F2	26.18	125.07	78.66	30.47	69.29	21.30

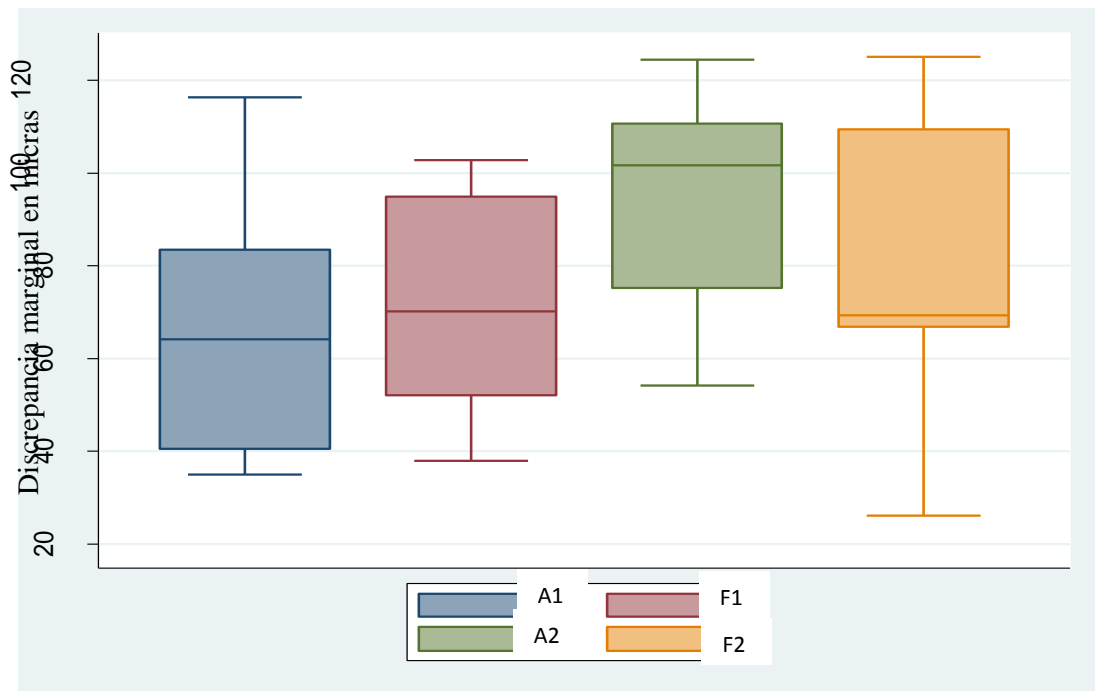


Gráfico 3. Gráfico de caja y bigotes de la discrepancia marginal de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación por inducción, según tipo de corte y punto marginal.

Tabla 4. Discrepancia interna de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación por inducción, según tipo de corte, zona y punto interno.

Tipo de corte	Zona interna	Punto Interno	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestibulo palatino	Axial	B1	15.40	99.19	54.29	24.92	60.24	12.50
		E1	17.60	87.20	54.29	18.29	57.43	10.43
	oclusal	C1	80.66	183.72	133.04	28.09	137.28	10.69
		D1	111.38	223.14	156.89	31.27	159.14	21.22
Mesio Distal	Axial	B2	24.12	76.09	37.98	11.47	34.29	4.15
		E2	22.91	76.41	43.10	14.38	40.51	8.98
	oclusal	C2	115.64	210.89	173.33	25.56	174.00	13.98
		D2	146.11	223.29	172.93	23.10	163.68	12.53

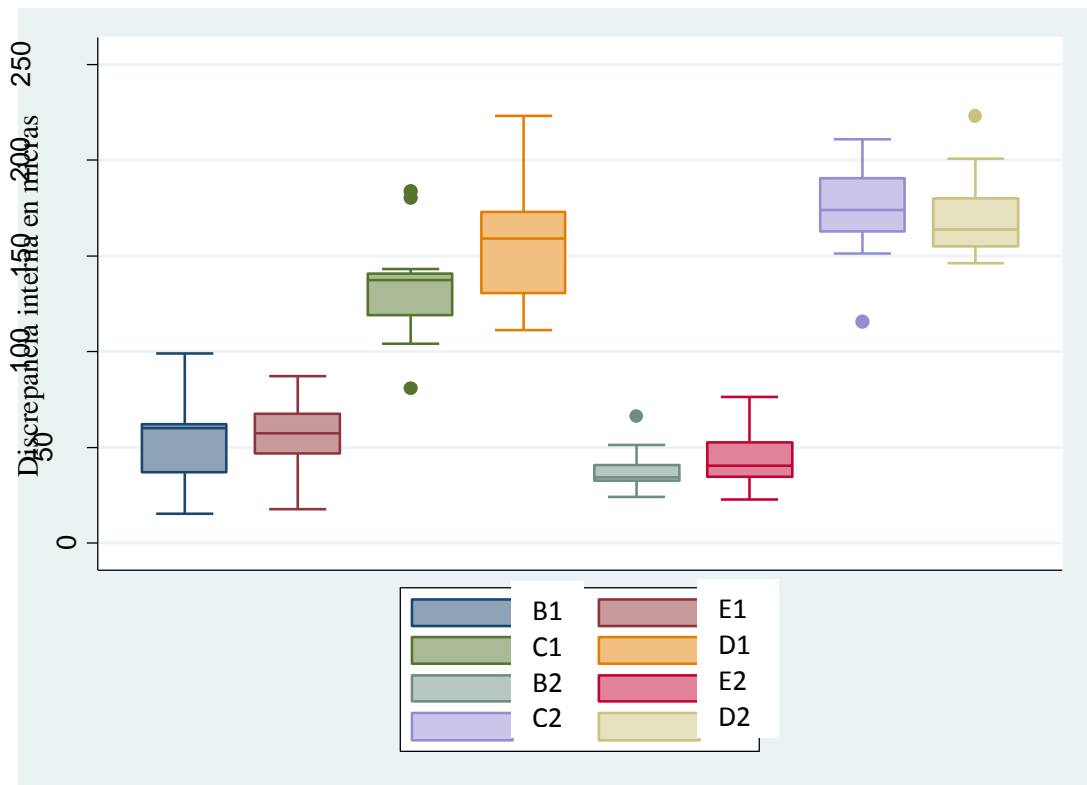


Gráfico 4. Gráfico de caja y bigotes de la discrepancia interna de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* realizada con la técnica de cera perdida colada por centrifugación por inducción, según tipo de corte, zona y punto interno.

Tabla 5. Supuesto de normalidad de los grupos de las cofias elaboradas por el sistema de cera perdida colada por centrifugación convencional y cera perdida colada por inducción.

Puntos de adaptación	Centrifugación convencional.			Centrifugación por inducción.		
	Obs	z	Valor p	Obs	z	Valor p
A1	13	1.742	0.04075	13	1.381	0.08362
B1	13	1.443	0.0745	13	-0.998	0.84094
C1	13	1.473	0.07036	13	0.001	0.49951
D1	13	1.79	0.03672	13	-1.014	0.8447
E1	13	0.796	0.21304	13	-1.771	0.9617
F1	13	3.007	0.00132	13	0.343	0.3659
A2	13	1.964	0.02479	13	1.005	0.15743
B2	13	0.315	0.37632	13	0.928	0.17666
C2	13	-0.544	0.70691	13	-0.556	0.71102
D2	13	0.33	0.37088	13	1.139	0.12741
E2	13	1.259	0.1041	13	-0.013	0.50527
F2	13	0.778	0.21825	13	-0.032	0.51269

Prueba de Shapiro-Wilk

Tabla 6. Comparación de la adaptación marginal en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* realizadas por técnica de la cera perdida colada por centrifugación: convencional y por inducción, según tipo de corte y punto marginal.

Tipo de corte	Punto Marginal	Centrifugación convencional	Centrifugación por inducción	Diferencia de medias	valor de p
Vestíbulo-palatino	A1	89.65	64.87	24.78	0.4887 **
	F1	92.00	72.13	19.86	0.3695 **
Mesio-Distal	A2	91.72	93.43	-1.70	0.2702 **
	F2	97.66	78.66	19.01	0.2574 *

* Prueba t student

**U Mann-Whitney

significancia $p < 0.05$

Tabla 7. Comparación de la adaptación interna en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo *chamfer* realizadas por técnica de la cera perdida colada por centrifugación: convencional y por inducción, según tipo de corte, zona y punto interno.

Tipo de corte	Zona interna	Punto interno	Centrifugación convencional	Centrifugación por inducción	Diferencia de medias	valor de p
Vestíbulo palatino	Axial	B1	60.09	54.29	5.80	0.5407 *
		E1	58.00	54.49	3.50	0.6043 *
	oclusal	C1	162.67	133.04	29.63	0.0892 *
		D1	195.92	156.89	39.02	0.1439 **
Mesio Distal	Axial	B2	42.30	39.98	4.32	0.5546 *
		E2	52.62	43.10	9.52	0.2615 *
	oclusal	C2	209.19	173.33	35.87	0.0455 *
		D2	203.78	172.93	30.85	0.1101 *

* Prueba t de Student

** U Mann-Whitney

significancia $p < 0.05$

VIII. DISCUSIÓN

El presente estudio fue de tipo experimental y transversal, evaluó la adaptación marginal e interna de dos técnicas de fabricación de cofias metálicas unitarias de aleación de Co-Cr, la técnica de cera pérdida colada por centrifugación: convencional y por inducción.

La adaptación marginal de una restauración protésica es uno de los criterios más importantes para el éxito a largo plazo de la misma. Lograr un correcto asentamiento de la restauración a la preparación es un proceso complejo y prolijo que involucra varios factores como: la preparación, integridad de la línea de terminación, la técnica de elaboración, manipulación y experiencia del técnico y finalmente pero no menos importante el cemento, por todos estos factores algunos trabajos a veces requieren ser repetidos y la principal causa es que no se observa una correcta adaptación marginal.^{6,7,8,34,35}

Se evaluó la adaptación marginal e interna de dos técnicas de fabricación de cofias metálicas unitarias de aleación de Co-Cr, la técnica de cera pérdida colada por centrifugación y la técnica de cera perdida colada por inducción. Las cofias metálicas fueron agrupadas en 2 grupos de 13 cofias para cada uno. Cada grupo fue evaluado con la técnica de réplica de silicona VPES Fit Checker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japan), los cuales fueron sometidos a una fuerza de 15N durante 2 min en una máquina de ensayo universal Instron CTM-5L (LG Electronics, Seúl, Korea). Luego se realizaron los cortes y se evaluó las discrepancias marginales e internas en un estéreomicroscopio Greenough Leica S8 APO (Leica, Wetzlar, Germany) a un aumento de 40X con el software Leica Application Suite LAS v3.4 (Leica, Wetzlar, Germany) medidos en μm .

Desde varios años antes se ha venido discutiendo por diversos autores sobre las medidas aceptables en micrómetros para la adaptación marginal, dentro de esto algunos autores proponen que un valor máximo debe ser de 40 μm , pero actualmente se aceptan medidas entre 50 y 120 μm ^{2,14} En el presente estudio los resultados encontrados para la adaptación marginal mostraron medidas dentro de los rangos aceptables menores a las 120 μm tanto para la técnica de cera perdida colada por centrifugación convencional como para la técnica de cera perdida colada por centrifugación por inducción.

En el estudio que realizó Pulido *et al.*,³⁶ cuyo objetivo fue comparar la adaptación marginal e interna de dos aleaciones: Co-Cr y Ni-Cr, coladas por inducción eléctrica en la máquina Fornax® T (BEGO GmbH, Bremen, Alemania) encontró que la adaptación marginal del Co-Cr fue significativamente mejor (53.31 μm) comparada con la de Ni-Cr (84.39 μm) pero sin diferencia estadísticamente significativa. Cuando comparó la adaptación interna en la zona axial encontró que la aleación Co-Cr (4.96 μm) presentó mejor adaptación que la de Ni-Cr (48.22 μm) con diferencia estadísticamente significativa y en la zona oclusal encontró que la aleación de Co-Cr (45.84 μm) presentó una mejor adaptación que la Ni-Cr (105,11 μm) pero sin diferencia estadísticamente significativa. Comparando estos resultados con el presente estudio, nosotros utilizamos aleaciones de Co-Cr encontrando mejor adaptación marginal en la mayoría de los puntos evaluados con la técnica de cera pérdida colado por inducción comparándola con la de colado convencional, pero sin diferencia estadísticamente significativa. Con respecto a la adaptación interna se encontró mejor adaptación en la zona axial comparándola con la zona oclusal, pero sin diferencia estadísticamente significativa en la adaptación interna entre ambas técnicas.

El presente estudio utilizó la técnica de cera perdida colada convencional y por inducción; sin embargo, existen otras modernas técnicas para la fabricación y obtención de cofias metálicas, como por ejemplo los métodos de CAD/CAM de fresado y fusión laser^{17,20,28}. Siendo una de las propiedades más importantes que debe tener un material para ser usado en boca es su biocompatibilidad con los tejidos vivos. En nuestro estudio el material utilizado fue el Co-Cr, no se utilizó aleaciones de Ni-Cr ya que estas se han comportado como citotóxica en cultivos celulares.³⁷ En los procesos de fundición y colado, así como en los procesos de desgaste y pulido se liberan gases y partículas metálicas que contaminan el ambiente del espacio de trabajo produciendo alergias y reacciones tóxicas en el sistema respiratorio,³⁷ aspecto que se debe tomar en cuenta para considerar otras opciones como el Co-Cr.

En el 2014 Abad *et al.*,¹⁹ evaluaron la adaptación marginal de cofias metálicas Ni-Cr fabricadas mediante cuatro técnicas de colado: presión al vacío y colado por inducción de alta frecuencia Nautilus® (BEGO GmbH, Bremen, Alemania), centrifugado eléctrico y colado por inducción Fornax® T (BEGO GmbH, Bremen, Alemania), centrifugado eléctrico en la Fundor T® (BEGO GmbH, Bremen, Alemania) y fundida por soplete, y por ultimo centrifugado por cuerda en centrifuga convencional Kerr® (Kerr Corporation, California, USA) y fundida por soplete. La técnica de presión al vacío y colado por inducción de alta frecuencia tuvo rangos de discrepancia menores (59.26µm), seguida del centrifugado eléctrico y colado por inducción (63.6µm), las que tuvieron rangos de discrepancia mayores fueron las de centrifugado eléctrico (63.8µm) y centrifugado convencional (69.08 µm) ambas fundidas por soplete. La aleación de Co-Cr utilizada en el presente estudio difiere con la aleación utilizada de Ni-Cr del estudio de Abad *et al.*,¹⁹ ambos estudios coinciden en que hay mejor adaptación marginal cuando se utiliza la técnica de cera perdida colada por inducción.

Estos resultados contrastan con los de Cogolludo *et al.*,³⁸ quienes evaluaron cofias elaboradas con tres técnicas: colado centrifugado convencional, colado centrifugado por inducción y colado por inducción y presión de vacío, concluyeron que la técnica de colado centrifugado convencional obtuvo los menores valores de discrepancia marginal, resaltan que un correcto procedimiento de esta técnica puede superar la adaptación marginal obtenidas con otras técnicas aunque el estudio fue realizado con aleaciones de Ni-Cr y aleaciones de Paladio-Cromo.

De acuerdo a los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis formulada ya que a pesar que encontramos mejores valores en la adaptación marginal en las cofias unitarias de Co-Cr obtenidas mediante la técnica de cera perdida colada por inducción en la mayoría de puntos evaluados (A1: 64.87 μ m, F1: 72.13 μ m, F2: 78.66 μ m,) comparándola con la técnica de cera perdida colada por centrifugado convencional (A1: 89.65 μ m, F1:92.00 μ m, F2:97.66 μ m), estos valores solo fueron descriptivos pero no concluyentes por no tener una diferencia estadísticamente significativa, en ambas técnicas los promedios fueron menores a las 120 μ m que es el límite máximo del rango estándar clínicamente aceptable. Con respecto a la adaptación interna tanto en sentido vestíbulo-palatino y mesio-distal la técnica de cera pérdida colada por centrifugación por inducción presentó mejores valores de adaptación interna en comparación con la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional, en ambas técnicas la zona axial tuvo mejor adaptación interna que la zona oclusal, pero estos resultados sólo son valores descriptivos que no fueron concluyentes, ya que en la mayoría de los puntos evaluados no existió diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, los resultados no fueron concluyentes como para indicar que técnica logró la mejor adaptación marginal e interna por no haber una diferencia estadísticamente significativa.

Los puntos de referencia para realizar las mediciones de la adaptación marginal varían mucho entre los investigadores y varios estudios llegan a la conclusión basada en su propio criterio¹⁷. En el presente estudio se realizaron medidas de la adaptación marginal e interna en doce puntos distribuidos en la zona vestibular, palatina, mesial y distal de cofias metálicas de Co-Cr obtenidas mediante las técnicas de cera perdida colada por centrifugación convencional y por inducción. Nuestro estudio difiere del estudio realizado por Groten *et al.*,³⁹ en donde relataron que se debía medir como mínimo cincuenta puntos en la terminación marginal de una cofia, ellos tomaron un numero muestral de 10 coronas, aunque este número de medidas en la revisión sistemática de Contrepois *et al.*,⁴⁰ según Gassiano concluyó que con dieciocho puntos de medición fueron necesarios para evaluar coronas experimentales hechas en un laboratorio. Holmes *et al.*,⁴¹ Pera *et al.*,⁴² midieron sus muestras en cuatro puntos marginales, Colpani *et al.*,⁴² realizaron medidas en cinco puntos en un solo corte en sentido vestíbulo-palatino con la técnica de la réplica de silicona. Quante *et al.*,¹⁷ midieron la capa de silicona en 10 puntos de referencia realizando 3 cortes en sentido vestíbulo palatino y 1 corte en sentido mesio-distal. Örtorp *et al.*,¹⁶ midieron 11 puntos mientras que Anusavise *et al.*,² y Jahanguiri *et al.*,⁴⁴ midieron un total de 12 puntos por cofia, estudio que se asemeja con los doce puntos de evaluación que tomamos en el presente estudio.

Como podemos observar con los datos referenciales y los de este estudio hay una marcada variabilidad en las discrepancias obtenidas entre las dos técnicas de obtención de cofias metálicas, esto puede deberse a que la adaptación de las cofias es muy dependiente del factor humano y que eso depende de la habilidad del técnico del laboratorio para obtener óptimos resultados (Figura 26, 27, 28, Anexo 13).

Sin embargo, es importante realizar este tipo de investigaciones a fin de optimizar los procesos de los laboratorios mediante la información de los resultados obtenidos para evitar el mayor grado de discrepancia marginal lo cual puede llevar como consecuencia la retención y filtración de placa bacteriana, trayendo consigo caries recurrente en un corto plazo y a largo plazo puede llegar a la pérdida de la pieza dental.

IX. CONCLUSIONES

Dentro de las limitaciones de este estudio, se puede describir las siguientes conclusiones:

1. Al evaluar la adaptación marginal e interna no hubo una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos. A pesar que los valores descriptivos de la adaptación marginal de las cofias confeccionadas mediante la técnica de cera perdida colada por centrifugación por inducción fue mejor que la técnica de la cera perdida colada por centrifugación convencional y en la adaptación interna los resultados obtenidos fueron similares para ambas técnicas.
2. Las cofias metálicas unitarias de Co-Cr elaboradas por la técnica de la cera perdida colada por centrifugación convencional en la evaluación de la discrepancia marginal según tipo de corte y punto marginal, mostraron valores promedio en su mayoría inferiores a 120 μm , que son clínicamente aceptables.
3. Las cofias metálicas unitarias de Co-Cr elaboradas por la técnica de la cera perdida colada por centrifugación convencional, en la evaluación de la discrepancia interna según tipo de corte, zona y punto interno de medición mostraron resultados menores en la zona axial en comparación con la zona oclusal.
4. Las cofias metálicas unitarias de Co-Cr elaboradas por la técnica de la cera perdida colada por centrifugación por inducción en la evaluación de la discrepancia marginal según tipo de corte y punto marginal, mostraron valores promedio en su mayoría inferiores a 120 μm , que son clínicamente aceptables.

5. Las cofias metálicas unitarias de Co-Cr elaboradas por la técnica de la cera perdida colada por centrifugación por inducción en la evaluación de la discrepancia interna según tipo de corte, zona y punto interno de medición mostraron resultados menores en la zona axial en comparación con la zona oclusal.
6. Las cofias metálicas unitarias de Co-Cr obtenidas mediante la técnica de cera perdida colada por centrifugación por inducción presentó en la mayoría de los puntos de evaluación menores valores de adaptación marginal según tipo de corte y punto marginal en comparación con la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional, pero sólo son valores descriptivos que no fueron concluyentes, porque no existió diferencia estadísticamente significativa.
7. La técnica de cera pérdida colada por centrifugación por inducción presentó mejores valores de adaptación interna según tipo de corte, zona y punto interno en comparación con la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional, en ambas técnicas la zona axial tuvo mejor adaptación interna que la zona oclusal, pero estos resultados sólo son valores descriptivos que no fueron concluyentes, ya que en la mayoría de los puntos evaluados no existió diferencia estadísticamente significativa.

X. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios para comparar la adaptación marginal e interna en cofias realizadas con diferentes aleaciones.
- Se recomienda realizar investigaciones donde se evalúe la adaptación marginal e interna de las cofias metálicas confeccionada mediante la técnica de la cera perdida por centrifugación convencional antes y después de la aplicación de porcelana.
- Se recomienda realizar investigaciones donde se evalúe la adaptación marginal e interna de las cofias metálicas confeccionada mediante la técnica de la cera perdida por centrifugación por inducción antes y después de la aplicación de porcelana.
- Se recomienda realizar estudios donde se evalúe el grado de resistencia a fuerzas compresivas de la porcelana aplicada a las cofias obtenidas mediante la técnica de cera perdida colada por centrifugación convencional versus la técnica de cera perdida colada por centrifugación por inducción.
- Se recomienda realizar estudios donde se realice la medición de la adaptación marginal e interna con la técnica de réplicas de silicona, donde se utilice diferentes siliconas disponibles en nuestro medio ya que algunas veces los profesionales no contamos con los materiales que son indicados para este fin.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pettenò D, Schierano G, Bassi F, Bresciano ME, Carossa S. Comparison of marginal fit of 3 different metal-ceramic systems: an in vitro study. *Int J Prosthodont.* 2000 Sep-Oct; 13(5):405-8.
2. Anusavice KJ, Phillips RW, Shen C, Rawls HR. in: Phillips' Science of Dental Materials. 12th ed. St. Louis: Elsevier/Saunders; 2013.
3. White SN, Sorensen JA, Kang SK, Caputo AA. Microleakage of a new crown and fixed partial denture luting agent. *J Prosthet Dent.* 1992 Feb; 67(2):156-61.
4. Hunter AJ, Hunter AR. Gingival margins for crowns: a review and discussion. Part II. Discrepancies and configurations. *J Prosthet Dent.* 1990 Dec; 64(6):636-42.
5. Darvell BW. A Glossary of Terms for Dental Materials Science. 12th ed. India: Woodhead Publisher; 2012.
6. Syu JZ, Byrne G, Laub LW, Land MF. Influence of finish-line geometry on the fit of crowns. *Int J Prosthodont.* 1993 Jan-Feb; 6(1):25-30.
7. 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 Jul-Aug; 38(7):425-32.
8. Piwowarczyk A, Lauer HC, Sorensen JA. Microleakage of various cementing agents for full cast crowns. *Dent Mater.* 2005 May; 21(5):445-53.
9. Reitemeier B, Hansel K, Kastner C, Walter MH. Metal-ceramic failure in noble metal crowns: 7-year results of a prospective clinical trial in private practices. *Int J Prosthodont.* 2006 Jul-Aug; 19(4):397-9.
10. Roberts HW, Berzins DW, Moore BK, Charlton DG. Metal-ceramic alloys in dentistry: a review. *J Prosthodont.* 2009 Feb; 18(2):188-94.
11. Kurbad A, Schnock HA. A method for the easy fabrication of all-ceramic bridges with the Cerec system. *Int J Comput Dent.* 2009; 12(2):171-185.
12. The glossary of prosthodontic terms. *J Prosthet Dent.* 2005; 94:63.
13. Felton DA, Kanoy BE, Bayne SC, Wirthman GP. Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health. *J Prosthet Dent.* 1991 Mar; 65(3):357-64.
14. Christensen GJ. Marginal fit of gold inlay castings. *J Prosthet Dent.* 1966 Mar-Apr; 16(2):297-305.
15. Ishikiriana A, Oliveira Jde F, Vieira DF, Mondelli J. Influence of some factors on the fit of cemented crowns. *J Prosthet Dent.* 1981 Apr; 45(4):400-4.
16. Örtorp A, Jönsson D, Mouhsen A, Vult von Steyern P. The fit of cobalt–chromium three-unit fixed dental prostheses fabricated with four different techniques: A comparative in vitro study. *Dent Mater.* 2011 Apr; 27(4):356-63.
17. Quante K, Ludwig K, Kern M. Marginal and internal fit of metal-ceramic crowns fabricated with a new laser melting technology. *Dent Mater.* 2008 Oct; 24(10):1311-5.
18. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent.* 1989 Oct; 62(4):405-8.
19. Abad J, Castro M, Durand E. Comparación de la adaptación marginal de cofias elaboradas en cuatro tipos de máquinas de colado. *Revista Odontos.* 2014 Oct; 43(4): 7-14.
20. Huang Z, Zhang L, Zhu J, Zhang X. Clinical marginal and internal fit of metal ceramic crowns fabricated with a selective laser melting technology. *J Prosthet Dent.* 2015 Jun; 113(6):623-7
21. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. *Prótesis Fija Contemporánea.* Barcelona: Elsevier; 2009.

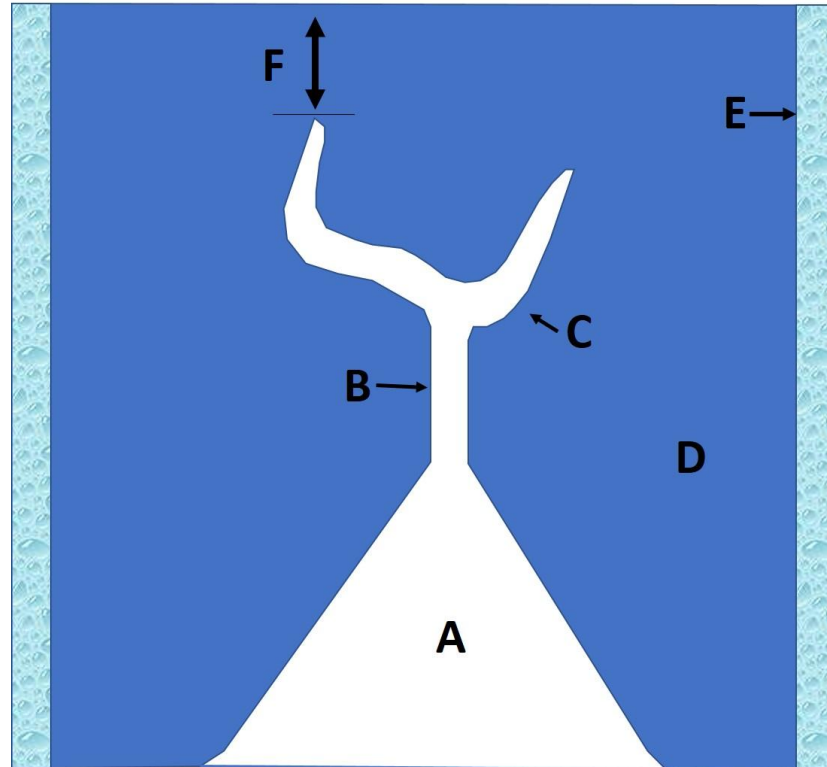
22. Nesse H, Mari D, Myhre M, Øilo M. Internal and marginal fit of cobalt-chromium fixed dental prostheses fabricated with three different techniques. *J Prosthet Dent*. 2015 Nov; 114(5):686-92.
23. Salido MP, Suárez MJ, Pradíes G, Caruana G. Análisis comparativo del ajuste marginal en coronas cerámicas. *Rev Internacional de Prótesis Estomatológica* 2000; 2:225-232.
24. Classification system for cast alloys. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. *J Am Dent Assoc*. 1984 Nov; 109(5):766.
25. Titanium applications in dentistry. *J Am Dent Assoc*. 2003 Mar; 134(3):347-9.
26. Morris HF, Manz M, Stoffer W, Weir D. Casting alloys: the materials and “The Clinical Effects”. *Adv Dent Res*. 1992 Sep; 6:28-31.
27. Macchi RL. *Materiales dentales*. 4ta ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2011.
28. Vojdani M, Torabi K, Farjood E, Khaledi A. 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 Sep; 14(3):118-29.
29. Geis-Gerstorfer J, Schille Ch, Schweizer E, Noack F, Hoffmann R. Comparison of the biocompatibility and corrosion properties of a CoCr sinter alloy with a casting alloy. *Dental dialogue*. 2013 Ago; 14:20-5.
30. Lombardo G, Nishioka R, Souza R, Michida S, Kojima A, Mesquita A, Buso L. Influence of surface treatment on the shear bond strength of ceramics fused to cobalt-chromium. *J Prosthodont*. 2010 Feb; 19(2):103-11.
31. Rhoads JE, Rudd KD, Morrow RM. *Procedimientos en el laboratorio dental*. Tomo1. Barcelona: Salvat; 1988.
32. Taggart W. A New Accurated Method of Makin Gold Inlays. *Dental Cosmos*. 1907 Nov; 49 (11):1117-21.
33. Shillimburg H. *Fundamentos esenciales en prótesis fija*. 3ª edición. Barcelona. Quintessence. 2006.
34. Mallat DE, Serra M. *Prótesis fija y estética*. 3ra ed. Madrid: Elsevier; 2007
35. Schwartz I. A review of methods and techniques to improve the fit of cast restorations. *J Prosthet Dent* 1986; 56:279-283.
36. Pulido F, Guerra c, Sánchez J, Giraldo H. Comparación de la adaptación marginal e interna de cofias coladas en dos sistemas de aleaciones. *Revista Colombiana de Investigación en Odontología* 2014; 5 (15): 147 – 156.
37. Villegas AM, Naranjo E, Gómez DM. Pruebas de biocompatibilidad de los materiales de uso odontológico: Revisión de la literatura. *Rev. Estomat*. 2008; 16(2):38-44.
38. Cogolludo PG, Suarez MJ, Peláez J, Lozano JF. Influence of melting and casting methods and finish line design on the marginal discrepancy of nickel-chromium-titanium alloy crowns. *Int J Prosthodont*. 2010 Sep-Oct; 23(5):443-5.
39. Groten M, Axmann D, Pröbster L, Weber H. Determination of the minimum number of marginal gap measurements required for practical in-vitro testing. *J Prosthet Dent*. 2000 Jan; 83(1):40-9.
40. Contrepolis M, Soenen A, Bartala M, Laviolle O. Marginal adaptation of ceramic crowns: a systematic review. *J Prosthet Dent*. 2013 Dec; 110(6):447-454.e10.
41. Holmes JR, Sulik WD, Holland GA, Bayne SC. Marginal fit of castable ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1992; 67(5):594-599.
42. Pera P, Gilodi S, Bassi F, Carossa S. In vitro marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1994; 72(6):585-590.

43. Colpani JT, Borba M, Della Bona A. Evaluation of marginal and internal fit of ceramic crown copings. *Dent Mater.* 2013; 29:174-80.
44. Jahangiri L, Wahlers C, Hittelman E, Matheson P. Assessment of sensitivity and specificity of clinical evaluation of cast restoration marginal accuracy compared to stereomicroscopy. *J Prosthet Dent.* 2005 Feb; 93(2):138-42.

ANEXO

ANEXO 1

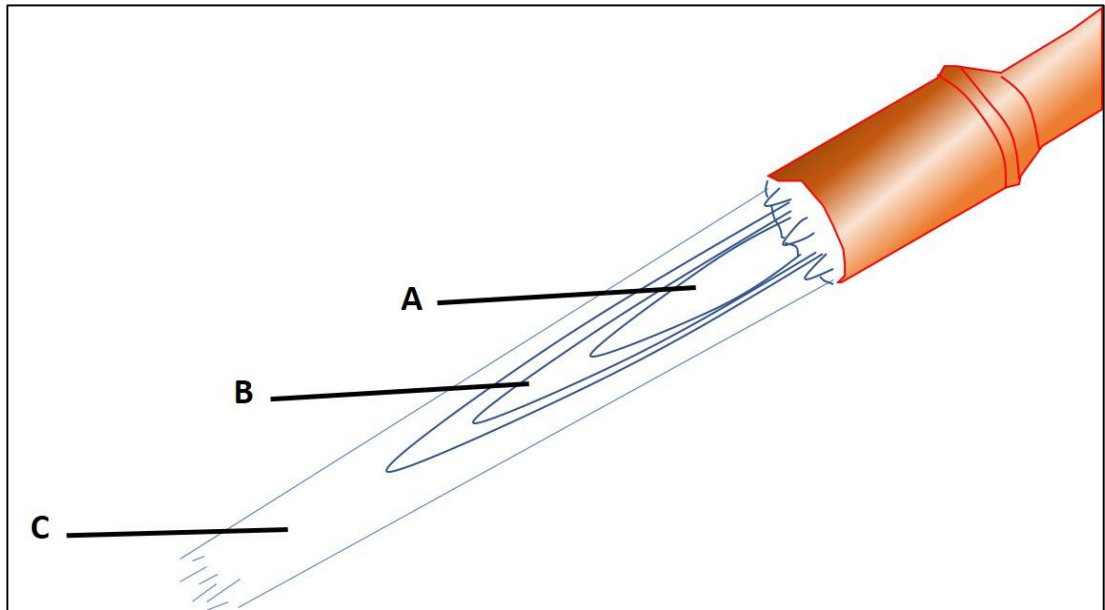
REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UN MOLDE PARA COLADO DENTAL



- A) Base preformada; B) Bebedero; C) Cavity formada por el patrón de cera después de la combustión; D) Revestimiento; E) Superficie del anillo; F) Espesor de revestimiento máximo de 6 mm entre el extremo de la cavity del patrón de cera y el final del anillo de revestimiento para proporcionar vías de escape suficientes para el gas durante el colado.

ANEXO 2

REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA LLAMA QUE SALE POR EL SOPLETE DE MEZCLA GAS-OXÍGENO PARA FUNDIR METALES



A) Zona de mezcla; B) Zona útil o de reducción; C) Zona de oxidación

ANEXO 3

FÓRMULA ESTADÍSTICA

$$n = \frac{Z^2 * S^2}{E^2}$$

n=tamaño la muestra

Z = nivel de confiabilidad o número de unidades de desviación estándar en la distribución normal que producirá un nivel deseado de confianza.

S = varianza o desviación estándar.

E = error o diferencia máxima entre la media muestral y la media de la población que se está dispuesto a aceptar con un nivel de confianza que se ha definido al 90%.

$$n = \frac{1.645^2 * 32.6^2}{15^2} \rightarrow 12.85 = 13$$

ANEXO 4

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Dimensión	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo	Indicador	Escala de medición	Valores y Categorías
Adaptación marginal (Variable dependiente)	-	Grado de ajuste con la que encaja una restauración de prótesis fija sobre una preparación	Discrepancia a nivel cervical, entre la superficie de la preparación en el modelo de trabajo y la superficie marginal interna de la cofia metálica	Cuantitativa	Espesor de la película de silicona Fit Checker™ Advance entre la preparación y la cofia metálica	Razón	Micrómetros (µm)
Adaptación interna (variable dependiente)	-	Grado de ajuste con el que encaja una restauración sobre una preparación a nivel axial y oclusal.	Discrepancia a nivel axial y oclusal entre la superficie de la preparación en el modelo y la superficie interna de la cofia metálica.	Cuantitativa	Espesor de la película de silicona Fit Checker™ Advance entre la preparación y la cofia metálica.	Razón	Micrómetros (µm)
Técnica de fabricación de cofias. (Independiente)	-	Son procesos que transforman un material modificando su forma y característica según su diseño	Son métodos variados que permiten la elaboración de cofias en Co-Cr las cuales pueden realizarse mediante técnicas convencionales o mecanizados	Cualitativa	Técnica de cera perdida a la cual se reemplaza un patrón de cera con un metal por centrifugado convencionalmente Técnica de cera perdida a la cual se reemplaza un patrón de cera con un metal por centrifugado por inducción	Nominal Dicotómica	Técnica de la cera perdida colada por Centrifugación convencional. Técnica de la cera perdida colada por Centrifugación por inducción.

Zona de Medición (covariable)	Tipo de corte	Sección de la réplica de silicona según la dirección del corte.	Mesio-distal: sección de la réplica de silicona de mesial a distal. Vestíbulo-palatino: sección de la réplica de silicona de vestibular a palatino.	Cualitativa	Sección de la réplica de silicona en forma de cruz. Dividiéndola en 4 partes iguales.	Nominal politómica.	Mesio-distal. Vestíbulo-palatino.
	Punto de medición marginal	Distancia en la zona cervical del punto marginal de la réplica de silicona.	Puntos marginales (A, F) más extremo de la zona cervical de la línea de terminación en sentido vestibulo-palatino y mesio-distal.	Cualitativa	Espesor de película de la silicona Fit Checker TM Advance en puntos marginales (A, F), medidos de forma perpendicular.	Razón	Micrómetros (um)

ANEXO 5

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Ficha de recolección de datos												
Técnica de Colado por Inducción												
Puntos de evaluación												
	A1 μm	B1 μm	C1 μm	D1 μm	E1 μm	F1 μm	A2 μm	B2 μm	C2 μm	D2 μm	E2 μm	F2 μm
Muestra N° 1	40,5	91,25	139,85	223,14	87,2	102,62	124,47	66,09	200,67	200,69	28,2	69,29
Muestra N° 2	64,21	40,00	140,66	184,26	17,6	102,73	75,22	51,16	163,20	157,20	37,63	114,21
Muestra N° 3	49,80	15,40	137,28	170,3	39,72	73,19	103,71	32,42	151,43	177,45	22,91	109,39
Muestra N° 4	65,86	73,84	104,16	161,1	53,72	70,13	54,15	40,72	162,69	163,88	40,72	90,56
Muestra N° 5	40,42	60,24	126,34	159,14	30,53	70,05	60,24	34,29	165,13	152,45	34,66	40,5
Muestra N° 6	85,2	60,77	119,28	184,68	57,43	40,66	90,88	40,36	180,39	154,95	52,62	67,06
Muestra N° 7	83,48	62,02	183,72	128,06	46,65	64,04	92,59	28,90	190,65	180,01	39,23	75,47
Muestra N° 8	110,00	22,80	143,14	173,11	57,60	96,33	101,70	24,80	185,94	223,29	28,80	115,57
Muestra N° 9	71,50	32,80	139,23	111,38	68,30	94,88	111,21	24,12	153,21	153,46	40,51	66,79
Muestra N° 10	116,27	37,02	180,01	147,17	63,87	81,88	110,64	38,12	199,4	174,07	76,41	125,07
Muestra N° 11	35,03	99,19	126,15	150,02	67,51	51,19	110,2	46,16	210,89	200,67	48,67	54,79
Muestra N° 12	40,5	61,6	109,08	130,67	69,62	52,13	119,82	33,33	174	163,86	56,4	26,18
Muestra N° 13	40,52	48,86	80,66	116,57	48,67	37,89	59,7	33,33	115,64	146,11	53,6	67,65

Ficha de recolección de datos												
Técnica de Colado convencional												
Puntos de evaluación												
	A1	B1	C1	D1	E1	F1	A2	B2	C2	D2	E2	F2
	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm
Muestra N° 1	74,8	58,43	161,45	164,85	79,57	29,97	32,45	78,74	176,58	200,67	24,26	117,3
Muestra N° 2	219,94	43,35	162,1	184,71	65,94	52,5	149,09	25,43	196,96	184,23	72,57	84,42
Muestra N° 3	32,77	93,41	133,51	188,51	66,82	26,18	87,67	35,65	188,08	130,84	53,35	54,15
Muestra N° 4	124,57	29,32	176,78	147,16	61,03	27,85	23,02	52,46	216	195,59	43,35	50,32
Muestra N° 5	154,27	45,74	162,5	166,99	68,07	49,4	56,87	69,86	201,18	223,66	87,48	96,13
Muestra N° 6	48,49	95,25	150,94	331,73	36,98	296,2	224,83	29,32	278,15	279,52	37,37	202,63
Muestra N° 7	37,76	53,6	100,85	161,18	35,42	56,92	75,03	53,35	119,41	162,05	35,76	74,54
Muestra N° 8	57,84	54,61	123,36	126,2	79,39	68,84	44,23	14,02	164,24	128,38	29,46	38,62
Muestra N° 9	113,38	35,56	280,5	231,67	69,15	90,92	63,5	80,17	296	298,51	26,79	168,26
Muestra N° 10	153,04	60,17	254,19	242,08	58,56	156,06	210,97	43,44	265,52	242,8	55,94	122,51
Muestra N° 11	35,96	100,43	167,65	115,3	46,83	28,96	48,79	20,32	219,75	177,81	114,87	58,17
Muestra N° 12	57,93	51,37	90,56	157,68	50,56	60,33	42,22	11,43	129,54	120,66	58,47	57,73
Muestra N° 13	54,71	59,91	150,38	328,84	35,65	251,86	133,74	35,76	268,09	304,41	44,45	144,81

ANEXO 6

REPRESENTACIÓN ESQUEMATICA DE LAS ZONAS DE MEDICIÓN DE LAS REPLICAS DE SILICONA

Tipo de corte vestíbulo-palatino

A1: Punto marginal zona cervical vestibular.

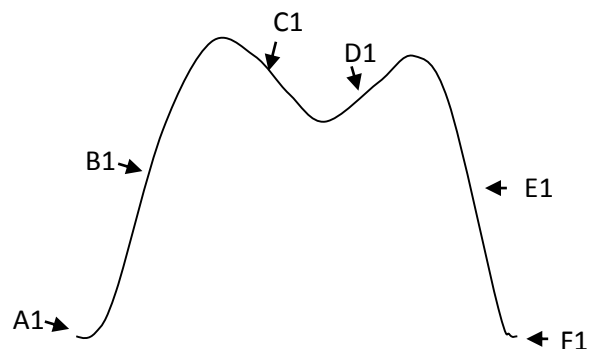
B1: Punto interno zona axial vestibular.

C1: Punto interno zona oclusal vestibular.

D1: Punto interno zona oclusal palatino.

E1: Punto interno zona axial palatino.

F1: Punto marginal zona cervical palatino.



Tipo de corte mesio-distal

A2: Punto marginal zona cervical mesial.

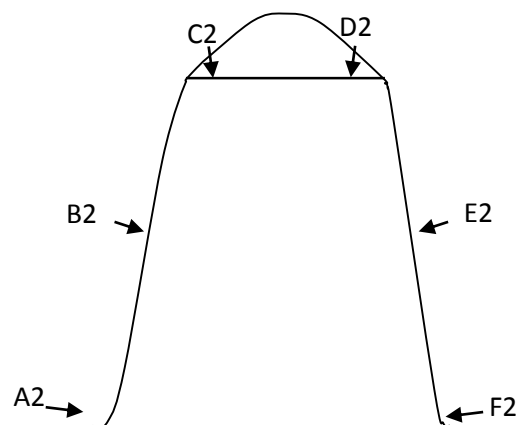
B2: Punto interno zona axial mesial.

C2: Punto interno zona oclusal mesial.

D2: Punto interno zona oclusal distal.

E2: Punto interno zona axial distal.

F2: Punto marginal zona cervical distal.



Referencias para zonas de medición (referencia tomada de Nesse H et al²⁴)

ANEXO 7

PREPARACIÓN DEL DIENTE



Figura 1. Estereomicroscopio LEICA S8APO.

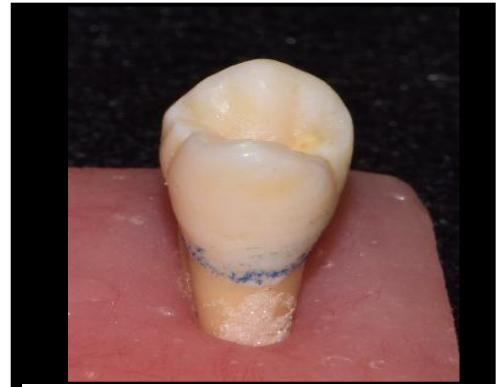


Figura 2. Diente premolar en una base de acrílico.

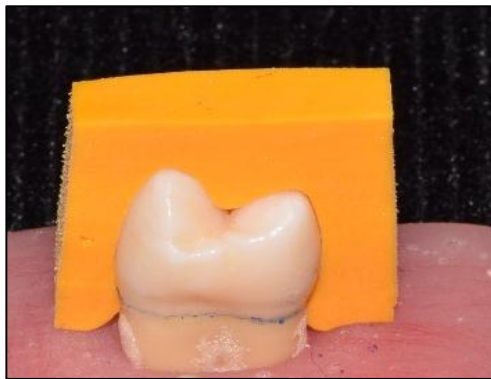


Figura 3. Prueba de llave matriz de Polivinilsiloxano Elite HD+ Putty Soft Normal Set® (Zhermack, Italia)



Figura 4. Preparación dentaria con línea de terminación chamfer



Figura 5. Modelo Maestro CAD/CAM fabricado en Co-Cr.

ELABORACION DE LOS MODELOS DE TRABAJO



Figura 6. Cubetas individuales con impresiones del modelo maestro listas para vaciar con yeso.



Figura 7. Dosificador de yeso Smart Box X2 (Amann Girrbach, Austria).



Figura 8. Modelos de trabajo vaciados en yeso tipo IV.



Figura 9. Sellador de yeso (die:master duo, Renfert® Alemania)

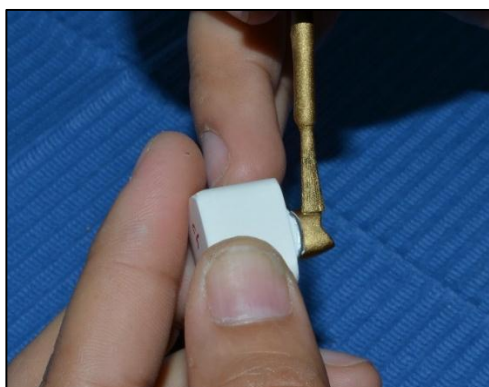


Figura 10. Aplicación de 2 capas de espaciador de 20 µm (pico fit Renfert® Alemania)



Figura 11. Modelos de trabajo con espaciador para cemento 10 µm a nivel cervical y 50 µm en el resto de la preparación

ELABORACIÓN DEL PATRÓN DE CERA Y FUNDICIÓN



Figura 12. Inmersión en cera derretida del modelo de trabajo con la técnica Hotty.

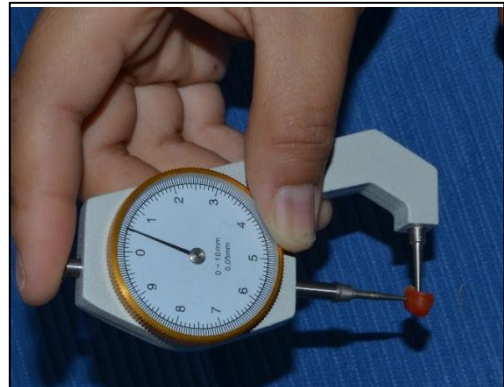


Figura 13. Calibración de la cofia en cera a 0,5 mm.



Figura 14. Calentamiento de la aleación con un soplete que mezcla gas y oxígeno, nótese la máquina centrífuga que se activa cuando la



Figura 15. Máquina para colador de metales mediante la técnica de Inducción Fornax® T (BEGO® ,

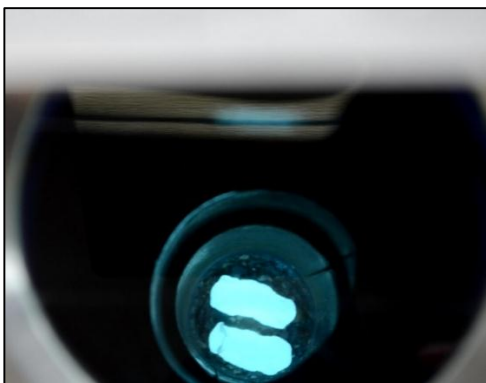


Figura 16. Fotografía en donde se observa el calentamiento de la aleación dentro de la máquina de colado por inducción



Figura 17. Pinza de Recorte de yeso

OBTENCION DE COFIA METALICA Y REPLICA DE SILICONA



Figura 18. Cofia colada sin recortar limpiada en máquina de arenado con oxido de aluminio



Figura 19. Adaptación manual realizada por el técnico dental con la ayuda de una piedra cónica de carburo-tungsteno

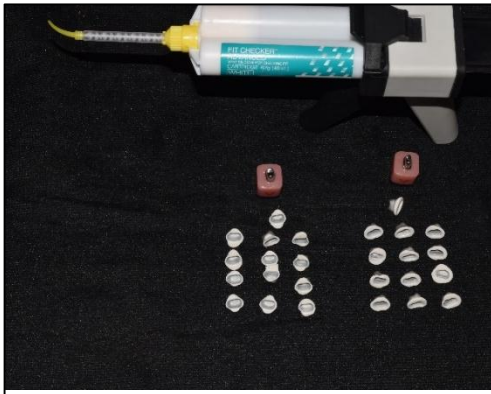


Figura 20. Cofias metálicas con silicona VPES de después de la presión sobre el modelo maestro.



Figura 21. Inyección de la silicona VPS fluida dentro de la cofia con la película de silicona VPES.



Figura 22. Muestras seccionadas, nótese 2 partes por muestra que corresponden a una parte mesial y una parte distal.

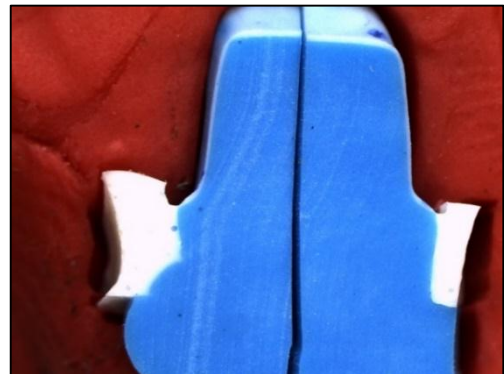


Figura 23. Muestra seccionada en sentido mesio-distal.

ANEXO 13

ADAPTACIÓN INTERNA DE COFIAS METÁLICAS



Figura 26. Adaptación por desgaste manual de las cofias metálicas realizada por el técnico dental.



Figura 27. Adaptación por desgaste manual de las cofias metálicas realizada por el técnico dental.



Figura 28. Comprobación visual del asentamiento de las cofias metálicas en el modelo maestro realizada por el técnico dental.