

Adaptación de cofias metálicas confeccionadas con dos técnicas: cera perdida colada por centrifugación convencional y fusión selectiva por láser

Adaptation of metallic copings made with two techniques: loss wax cast conventional centrifugation and selective laser melting.

Yovana Elisa Flores Valverde^{1,a,b}, Micarla Yanira Loarte Campos^{1,a,b}, Cinthya Cecilia Zelada Ladrón de Guevara^{1,a,b}, Silvio Over Requena Cisneros^{1,a,b}, Diana Esmeralda Castillo Andamayo^{1,a,b,c,d}, Martín Gilberto Quintana del Solar^{1,a,b,c,d}

RESUMEN

Una buena adaptación marginal disminuye la probabilidad de caries, enfermedad periodontal y fracaso de la restauración. La adaptación interna es el ajuste entre la superficie de la preparación y la superficie interna de la restauración, proporcionando retención. La aleación metálica más usada es la de níquel-cromo (Ni-Cr); sin embargo presenta limitaciones como reacciones alérgicas. La aleación cobalto-cromo (Co-Cr) es una alternativa por tener biocompatibilidad, resistencia mecánica, resistencia a la corrosión y costo aceptable. Las nuevas tecnologías digitalizadas han permitido migrar de la técnica de cera perdida colada por centrifugación (CPC) a la manufactura de fresado o a la fabricación aditiva, como el de fusión selectiva por láser (SLM). **Objetivos:** Comparar la discrepancia marginal e interna de cofias unitarias de aleación Cobalto-Cromo (Co-Cr) sobre una línea de terminación chamfer, confeccionadas con dos técnicas: CPC y SLM, determinando cual técnica tuvo mejor adaptación marginal e interna. **Material y Métodos:** Se no hay espacio entre las palabras metálicas unitarias de aleación Co-Cr para cada técnica a evaluar. Se utilizó la réplica de silicona para evaluar las discrepancias marginales e internas, cada muestra fue seccionada en cruz en sentido vestíbulo-palatino y en sentido mesio-distal, luego con un estereomicroscopio se evaluó la zona cervical, axial y oclusal. **Resultados:** Se evaluó los supuestos de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk. Los análisis estadísticos fueron la prueba t de Student y U Mann-Whitney. La SLM obtuvo una menor discrepancia marginal en comparación con la CPC encontrándose diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre ambas técnicas. En cambio, al comparar la discrepancia interna no se encontraron diferencias estadísticas. **Conclusiones:** La mejor adaptación marginal fue para las cofias metálicas de SLM. En cuanto a la adaptación interna, los valores descriptivos no fueron concluyentes para decidir que técnica fue mejor.

PALABRAS CLAVE: Diseño Asistido por Computador, Adaptación, Láseres de Estado Sólido.

¹ Facultad de Estomatología, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

^a Cirujano Dentista; ^b Especialista en Rehabilitación Oral; ^c Magister en Estomatología; ^d Docente.

SUMMARY

A good marginal adaptation decreases the probability of caries, periodontal disease and failure of there storation. The internal adaptation is the adjustment between the preparation surface and the internal surface of the restoration, providing retention. The most commonly used metal alloy is nickel-chromium (Ni-Cr); how ever it has limitations such as allergic reactions. The cobalt-chromium alloy (Co-Cr) is an alternative to have biocompatibility, mechanical strength, corrosion resistance and acceptable cost. The new digitized technologies havea llowed to migrate from the technique of wax loss cast by centrifugation (CPC) to the manufacture of subtraction or additive manufacturing, such as selective laser melting (SLM). **Objectives:** To compare the marginal and internal discrepancies of Cobalt-Chromium alloy copings units (Co-Cr) on a chamfer termination line, made with two techniques: CPC and SLM, determining which technique had better marginal and internal adaptation. **Material and Methods:** 13 Co-Cr alloy unit copings were fabricated for each technique to be evaluated. Silicon replication was used to evaluate the marginal and internal discrepancies. Each sample was cross-sectioned in the vestibular-palatine and mesio-distal directions, then the cervical, axial and occlusal zones were evaluated with a stereomicroscope. **Results:** The normality assumptions were evaluated with the Shapiro-Wilk test. Statistical analyzes were Student's t test and U Mann-Whitney test. The SLM had a smaller marginal discrepancy compared to CPC, with statistically significant differences ($p < 0.05$) between both techniques. On the other hand, when comparing the internal discrepancy, no statistical differences were found. **Conclusions:** The best marginal adaptation was for metal fittings of SLM. As for the internal adaptation, the descriptive values were not conclusive to decide which technique was best.

KEYWORD: Computer-Aided Design, Adaptation, Lasers Solid-State.

INTRODUCCIÓN

La línea de terminación puede ser definida como la configuración del margen cervical de una preparación dentaria. Dentro de los diferentes tipos de línea de terminación para corona metalcerámica tenemos: chamfer, hombro-bisel y bisel de 135° (1-8). La mayoría de autores recomienda la terminación tipo chamfer en coronas metalcerámicas, por que proporciona un adecuado espacio a nivel cervical para el opáquer y la cerámica, una buena adaptación tras el proceso de colado, suficiente resistencia para que la cocción de la porcelana no distorsione esa adaptación y proporciona mejor escurrimiento al agente cementante (9-13).

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, cuando hay una menor discrepancia marginal existe una mejor adaptación marginal. Una buena adaptación marginal disminuye la probabilidad de caries,

enfermedad periodontal y fracaso de la restauración (14). 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, esta distancia debe ser uniforme para proporcionar un espacio adecuado al agente cementante, proporcionar retención y resistencia adecuada (15). La mayoría de autores coinciden que la discrepancia marginal no debe ser mayor a $120 \mu\text{m}$, en la discrepancia interna no hay aún un consenso entre los autores, pero la gran mayoría coincide en que debe ser uniforme, pudiendo oscilar en un rango de 50 a $350 \mu\text{m}$ (16-18).

Las aleaciones metal base para colar más usada es la de Ni-Cr-Be y Ni-Cr-Mo, pero el Berilio es potencialmente cancerígeno y existen reportes del 5 al 8% de la población que tienen alergia al Ni. Otra aleación metal base para colar que se está utilizando es la de Co-Cr donde tiene una unión a la cerámica aceptable y duradera, resistencia a la corrosión, baja densidad, bajo precio y una composición que las hacen adecuada para el uso clínico. Esta aleación

se puede utilizar con los sistemas convencionales de colado o mediante sistemas digitalizados CAD/CAM para fresado y láser (19-25). Para la obtención de cofias metálicas se puede utilizar la técnica de cera perdida colada por centrifugación (CPC), que consiste en encerar un patrón de cera, posteriormente la cera es evaporada por calor en un horno, mediante un soplete se funde el metal y por último se impulsa el metal fundido por medio de una fuerza centrífuga en el molde a través de un canal denominado bebedero (10). La tecnología de selective laser melting o fusión selectiva por láser (SLM) es una técnica de impresión 3D en CAD/CAM, está catalogado como una técnica aditiva, utiliza un láser de Nd-YAG, que fusiona selectivamente un polvo de Co-Cr creando capas de metal solidificado. Para la elaboración de una restauración por este método se deben seguir tres fases: digitalización de la preparación dental obtenida por medio de un escáner, diseño de la restauración mediante un programa de computador y fusión por capas del polvo obteniéndose la restauración (11,26-28). Una fusión completa produce un material con adecuadas propiedades mecánicas, menor porosidad, mejor ajuste interno, superior adaptación marginal y una buena adhesión a la cerámica (25,29,30).

En el 2015 Koutsoukis et al., revisaron el efecto del procedimiento SLM sobre las propiedades de las estructuras dentales hechas de aleaciones Co-Cr, comparándola con las técnicas de fresado y de colado. Donde encontraron que la técnica SLM es mejor. Además que proporcionó restauraciones menos costosas y rápidamente confeccionadas sin comprometer su calidad, ganando en la producción cotidiana de restauraciones protésicas, también mencionó que en la adaptación marginal e interna el sistema SLM obtuvo resultados satisfactorios (19).

El propósito de este estudio fue evaluar la adaptación marginal e interna de cofias metálicas unitarias de aleación Cobalto-Cromo (Co-Cr) sobre una línea de terminación tipo chamfer, confeccionadas con dos técnicas: CPC y SLM, brindando información valiosa sobre la elección de la técnica que ofreció mejores resultados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una preparación dentaria en una pieza natural premolar superior realizando una línea de

terminación chamfer con un ángulo de convergencia de 12° (figura 1), luego se duplicó la preparación dentaria con el CAD/CAM Ceramill® (Amann Girrbach AG, Koblach, Germany) creando un modelo maestro de Co-Cr Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Germany) (figura 2). Se tomaron impresiones con silicona de adición fluida y pesada, se obtuvo modelos de yeso tipo IV, 13 modelos de yeso para la técnica de CPC y 1 modelo de yeso para la SLM en CAD/CAM. En los modelos de yeso para la técnica de CPC de acuerdo al procedimiento de confección se aplicó un sellador de poros o endurecedor de 5 µm llamado die: master dúo (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany), luego se aplicó dos capas del espaciador Pico-Fit (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany) de 20 µm a 1 milímetro por encima de la línea de terminación y finalmente una capa de aislante para cera Picosep (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany) de 5µm, obteniendo las medidas para el espacio del agente cementante de 10 µm en la zona cervical y de 50 µm en la zona interna. Se enceró la cofia colocando cera cervical roja StarWax C (Dentaurum GmbH, Ispringen, Germany), luego con la ayuda del hotty LED (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany) se terminó de encerar las cofias con la cera GEO Dip (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany). Después se retoca a nivel cervical con PKT N°1 y cera para modelar crema StarWax D (Dentaurum GmbH, Ispringen, Germany). Se retiró la cofia de cera del modelo y se calibra a 0,5 mm de espesor. Se vuelve a colocar en el modelo y se



Figura 1. Preparacion chamfer.



Figura 2. Modelo maestro



Figura 3. Cofia con Fit Checker™ Advance.

readaptó el margen con cera cervical roja StarWax C (Dentaurum GmbH, Ispringen, Germany) utilizando PKT N°1 dejando una banda de 1mm de ancho. Se colocó un bebedero de cera, se puso la cofia de cera en un cilindro preformado el cual fue llenado con un yeso de revestimiento luego se llevó al horno de precalentamiento rápido para la eliminación de cera por evaporación, se realizó la fundición de las pastillas de aleación Co- Cr CROMORON Premium C (DG DENTAL d.o.o, Gornji Grad, Slovenia) con ayuda de un soplete y se impulsó la aleación metálica al interior de la cámara de moldeado mediante la acción de una fuerza centrífuga. Para la técnica de SLM en CAD/CAM de acuerdo al procedimiento de confección, se escaneo el modelo de yeso con el 3Shape D2000 (3Shape, Copenhagen, Denmark) y se diseñó las cofias con el software 3Shape Dental Designer (3Shape, Copenhagen, Denmark), luego se imprimió en 3D con la máquina láser MLabCusing (Concept Láser, Lichtenfels, Germany) que utiliza un láser de fibra de Nd-YAG de alta potencia tecnología LaserCUSING® en una atmosfera de Nitrógeno, utilizando el polvo de Co-Cr remanium® star CL (Dentaurum GmbH, Ispringen, Germany) de 10 a 30 μm , obteniéndose las cofias. Para las cofias de la técnica de SLM se realizó una prueba piloto con la finalidad de determinar las medidas adecuadas para el espacio del agente cementante, donde se evaluó el asentamiento y adaptación marginal de la cofia en el modelo maestro a través de la inspección visual, el uso de la punta de un explorador y con la técnica de la réplica de silicona, se determinó las medidas de 50 μm en la zona cervical y de 70 μm en la zona interna por obtener los mejores resultados de adaptación.

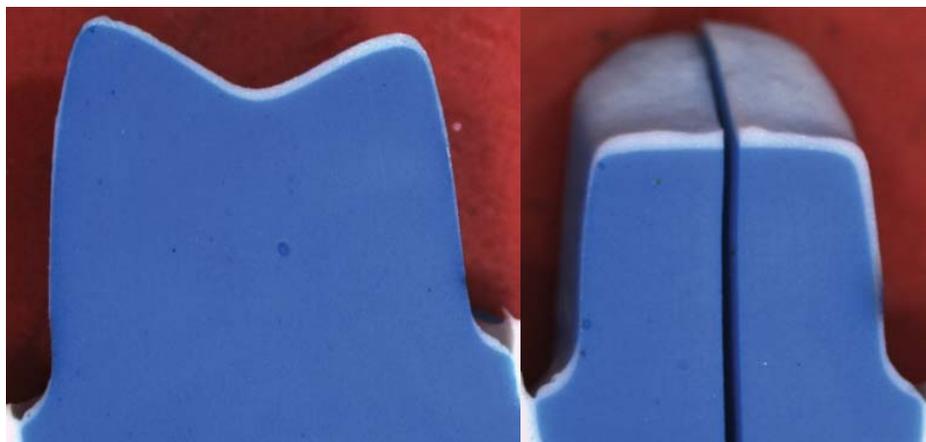


Figura 4. Replica de silicona, corte vestibulo-palatino y mesio-distal.

Las cofias de Co-Cr fueron agrupadas en 13 cofias por grupo, la adaptación marginal e interna fue evaluada con la técnica de réplica de silicona VPES FitChecker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japan), esta se inyectó dentro de las cofias y se asentó sobre el modelo maestro de Co-Cr a una fuerza de 15N durante dos minutos con una máquina de ensayo universal Instron CTM-5L (LG Electronics, Seúl, Korea) (figura 3). Se retiró la cofia del modelo maestro y se inyectó sobre la VPES silicona fluida de adición obteniendo la réplica de silicona, se realizaron dos cortes en sentido vestibulo-palatino y mesio-distal (figura 4). La numeración “1” correspondió al corte en sentido vestibulo-palatino donde el punto a1 fue el punto marginal vestibular y f1 fue el punto marginal palatino, b1 y e1 representaron las zonas axiales, c1 y d1 la zona oclusal. La numeración “2” correspondió al corte en sentido mesio-distal donde el punto a2 fue el punto marginal mesial y f2 fue el punto marginal distal, b2 y e2 representaron las zonas axiales, c2 y d2 las zonas oclusales (figura 5 y figura 6). Se evaluó las discrepancias marginales e internas en un estéreo microscopio 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) medidos en micrómetros (μm). Se utilizó el programa STATA versión 12 para el análisis univariado y bivariado, donde se evaluaron los supuestos de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk. Se empleó la prueba t de Student para distribución normal y la prueba U Mann-Whitney si no se presentó distribución normal. El presente estudio utilizó un nivel de confianza al 90% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran los resultados descriptivos de la discrepancia marginal de las cofias realizadas mediante la técnica de CPC según tipo de corte y punto marginal, donde se encontraron menores discrepancias marginales en el corte vestibulo-palatino en el punto a1 de $89,65 \pm 58,39 \mu\text{m}$, y en el punto f1 de $92 \mu\text{m} \pm 88,40 \mu\text{m}$, en comparación con las medidas del corte mesio-distal en el punto a2 de $91,72 \pm 67,13 \mu\text{m}$ y en f2 de $97,66 \pm 50,59 \mu\text{m}$. En el gráfico 1 se puede apreciar una mayor dispersión en los datos con respecto a la discrepancia marginal de la técnica de CPC, donde observamos que la mayoría de valores son menores de $120 \mu\text{m}$ en ambos cortes mesio-distal y vestibulo-

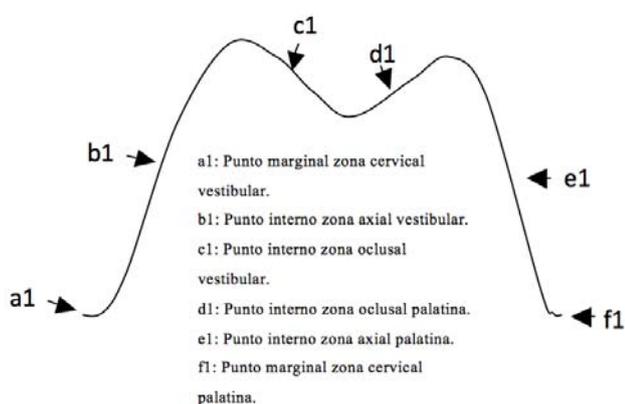


Figura 5. Corte vestibulo-palatino

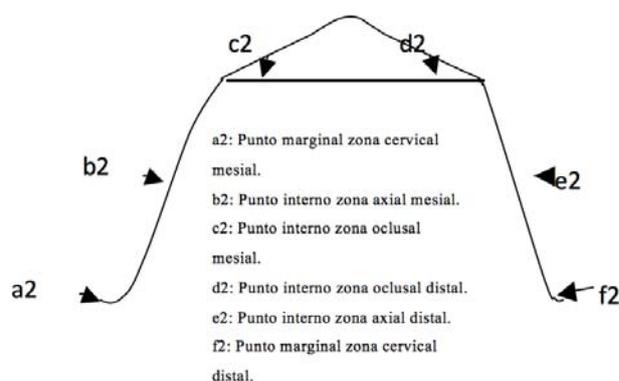


Figura 6. Corte mesio-distal

Tabla 1. Discrepancia marginal en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr, sobre una línea de terminación tipo chamfer, confeccionada con la CPC, según tipo de corte y punto marginal.

Tipo de corte	Punto Marginal	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestibulo-Palatino	a1	32,77	219,94	89,65	58,39	57,93	38,04
	f1	26,18	296,20	92,00	88,40	56,92	30,48
Mesio-Distal	a2	23,02	224,83	91,72	67,13	63,50	44,76
	f2	38,62	202,63	97,66	50,59	84,42	32,39

palatino, donde además observamos en f1 puntos influyentes (outliers) extremos en comparación del resto de los tres puntos marginales de medición. En la tabla 2 se muestran los resultados descriptivos de la discrepancia interna obtenidos con la técnica de CPC según tipo de corte, zona y punto interno. En el corte vestibulo-palatino a nivel axial se obtuvieron valores promedios en el punto b1 de $60,09 \pm 22,66 \mu\text{m}$, en el punto e1 de $58 \pm 15,63 \mu\text{m}$. Mientras que

en el corte mesio-distal a nivel axial la discrepancia interna fue menor presentando valores en b2 de $42,30 \pm 23,32 \mu\text{m}$ y en e2 de $52,62 \pm 26,16 \mu\text{m}$. En el corte vestibulo-palatino a nivel oclusal se obtuvo menores promedios de discrepancias internas en el punto c1 de $162,67 \pm 53,38 \mu\text{m}$ y en d1 de $195,92 \pm 69,47 \mu\text{m}$; en comparación con los valores encontrados en el corte mesio-distal se obtuvo promedios en c2 de $209,19 \pm 55,71 \mu\text{m}$ y en d2 de $203,78 \pm 62,94 \mu\text{m}$.

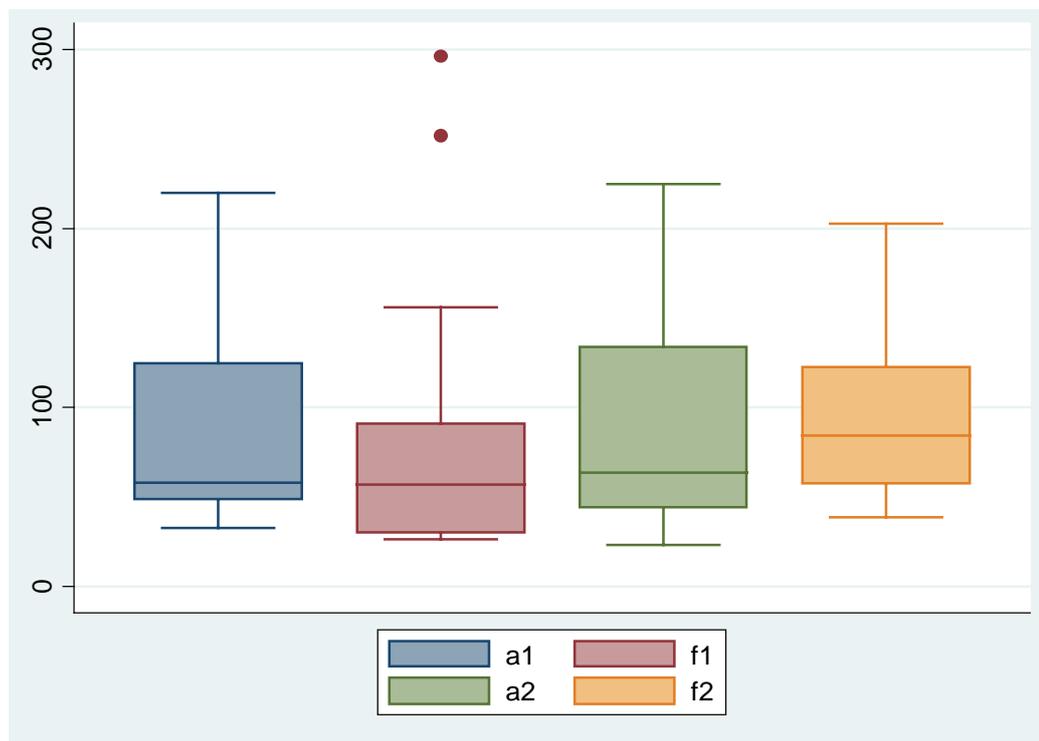


Gráfico 1. Gráfico de caja y bigotes de la discrepancia marginal en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo chamfer, confeccionada por la CPC, según tipo de corte y punto marginal.

Tabla 2. Discrepancia interna en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo chamfer, confeccionada por la CPC, según tipo de corte, zona y punto interno.

Tipo de corte	Zona interna	Punto Interno	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestíbulo-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

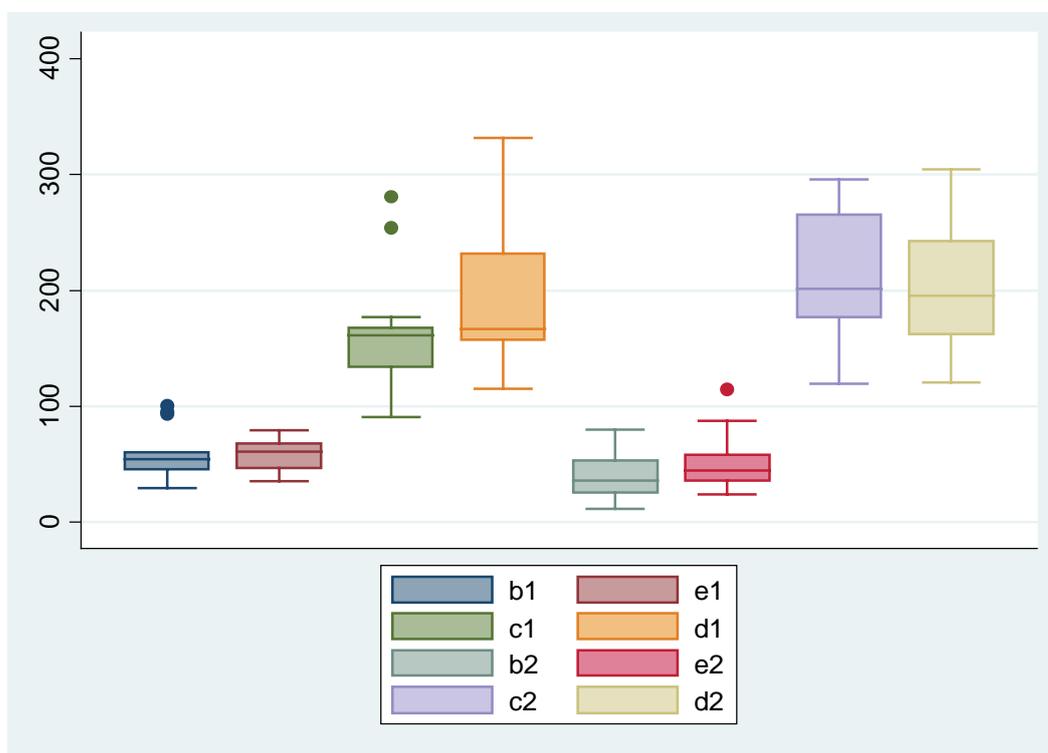


Gráfico 2. Gráfico de caja y bigotes de la discrepancia interna en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo chamfer, confeccionada por la CPC, según tipo de corte, zona y punto interno.

Tabla 3: Discrepancia marginal en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr, sobre una línea de terminación tipo chamfer, confeccionada con la SLM en CAD/CAM, según tipo de corte y punto marginal.

Tipo de corte	Punto Marginal	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestíbulo-Palatino	a1	14,65	51,24	24,70	10,29	21,85	13,06
	f1	13,01	147,46	34,32	35,92	21,85	2,88
Mesio-Distal	a2	10,77	34,96	21,82	5,94	21,62	2,85
	f2	17,36	94,40	32,49	20,02	28,73	12,85

µm. Las menores discrepancias internas en ambos cortes mesio-distal y vestibulo-palatino fueron a la zona axial en comparación a la zona oclusal. En el grafico 2 se puede apreciar una mayor dispersión en los datos de la discrepancia interna con la técnica de CPC según tipo de corte, zona y punto interno, 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 . 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 vestibulo-palatino. Podemos

observar que en los puntos b1, c1 y e2 existen puntos influyentes. En la tabla 3 se observó que los menores promedios de discrepancias marginales de las cofias realizadas mediante la técnica de SLM según tipo de corte y punto marginal, fueron alcanzados en el corte mesio-distal en el punto a2 de $21,82 \pm 5,94$ µm y en el punto f2 de $32,49 \pm 20,02$ µm, en comparación con las medidas del corte vestibulo-palatino en el punto a1 de $24,70 \pm 10,29$ µm y en el punto f1 de $34,32 \pm 35,92$ µm. En el grafico 3 se puede apreciar una menor dispersión en los datos con respectos a la discrepancia marginal con la técnica de SLM según tipo de corte y punto marginal, donde encontramos valores menores

de 50 μm en ambos cortes mesio-distal y vestibulo-palatino, donde observamos en f1 y f2 puntos influyentes extremos. En la tabla 4 se observó que los menores promedios de discrepancias internas de las cofias realizadas mediante la técnica de SLM según tipo de corte, zona y punto interno fue en el corte mesio-distal a nivel axial en el punto b2 de $38,10 \pm 8,64 \mu\text{m}$ y en el punto e2 de $51,64 \pm 9,26 \mu\text{m}$; en el corte vestibulo-palatino a nivel oclusal fue en el punto c1 de $165,11 \pm 40,75 \mu\text{m}$ y en el punto d1 de $162,37$

$\pm 41,98 \mu\text{m}$. Las menores discrepancias internas en ambos cortes mesio-distal y vestibulo-palatino fueron a nivel axial en comparación a la zona oclusal. En el gráfico 4 se puede apreciar una mayor dispersión en los datos con respecto a la discrepancia interna con la técnica de SLM según tipo de corte, zona y punto interno, donde observamos valores menores de 100 μm en la zona axial en ambos cortes vestibulo-palatino y mesio-distal en los puntos b1, e1, b2 y e2. Además se muestra que la discrepancia interna de la

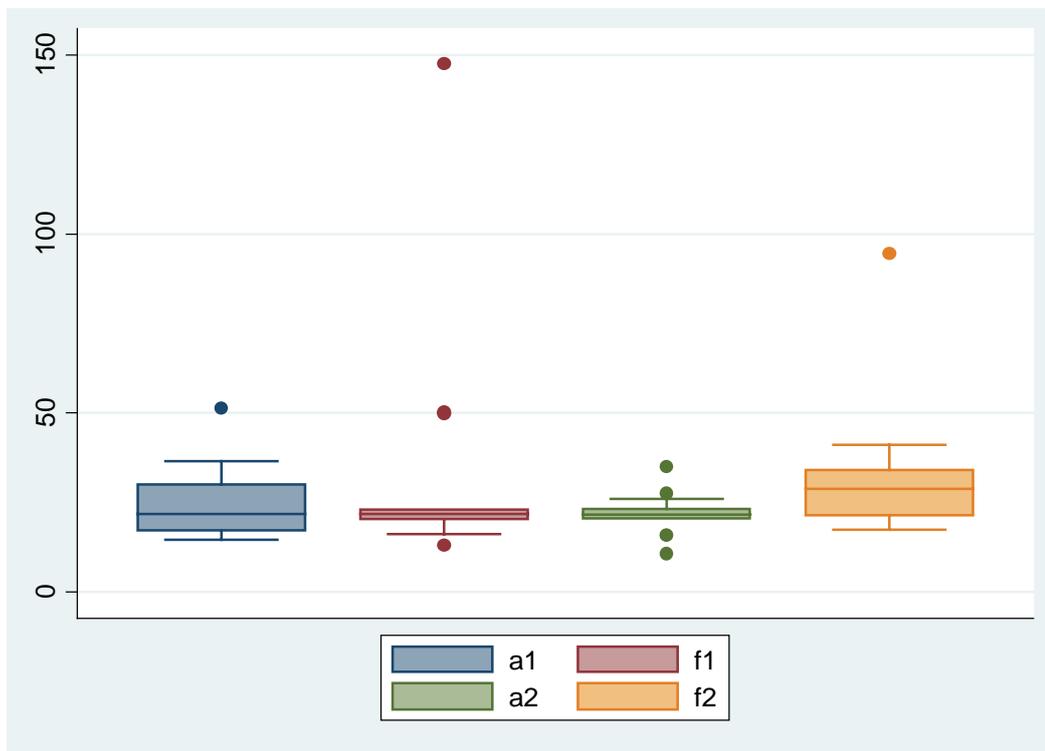


Gráfico 3: Gráfico de caja y bigotes de la discrepancia marginal en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea terminación tipo chamfer, confeccionada por la SLM en CAD/CAM, según tipo de corte y punto marginal.

Tabla 4. Discrepancia interna de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr, sobre una línea terminación tipo chamfer, confeccionada con la SLM en CAD/CAM, según tipo de corte, zona y punto interno.

Tipo de corte	Zona interna	Punto Interno	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestíbulo-Palatino	Axial	b1	48,36	115,80	69,00	18,68	66,51	18,30
		e1	38,82	75,40	57,17	11,56	55,01	14,38
	Oclusal	c1	59,07	221,66	165,11	40,75	171,40	28,08
		d1	59,49	244,63	162,37	41,98	163,14	24,95
Mesio-Distal	Axial	b2	20,42	52,62	38,10	8,64	39,08	10,21
		e2	34,54	72,07	51,64	9,26	50,96	6,43
	Oclusal	c2	142,38	191,19	165,78	17,15	163,86	30,43
		d2	140,27	231,98	168,64	23,33	163,04	13,74

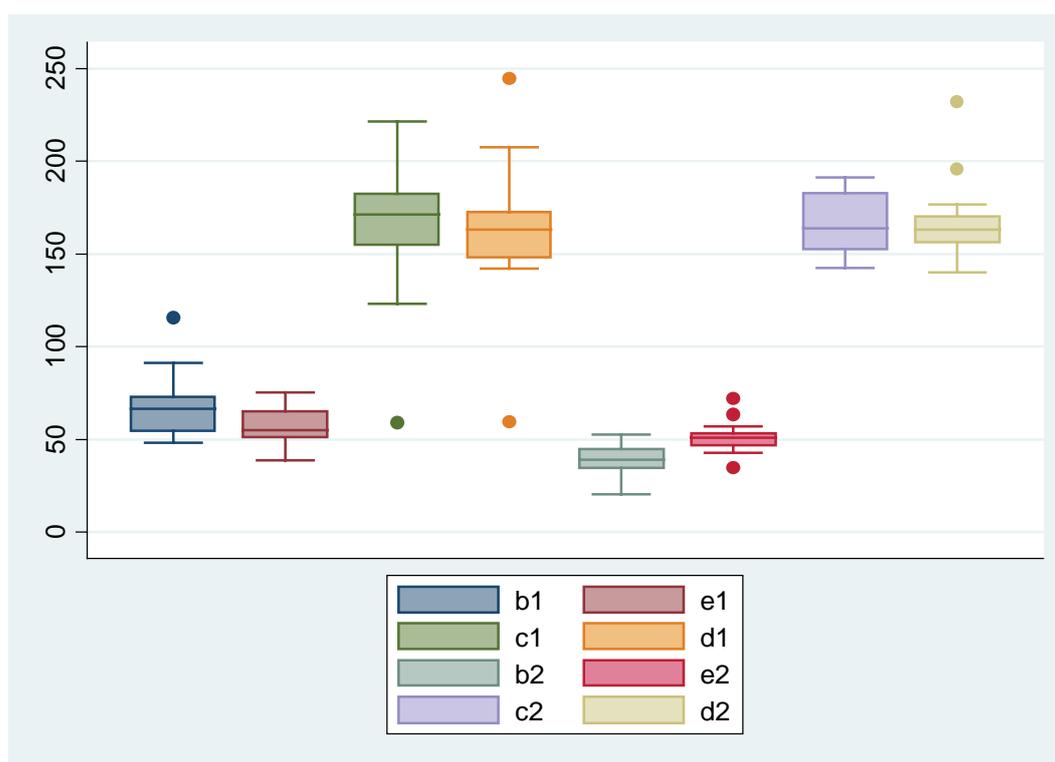


Gráfico 4: Gráfico de caja y bigotes de la discrepancia interna de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea terminación tipo chamfer, realizada por la SLM en CAD/CAM, según tipo de corte, zona y punto interno.

Tabla 5. Comparación de las adaptaciones marginales en cofias metálicas unitarias de aleación de Co-Cr sobre una línea terminación tipo chamfer confeccionadas por dos técnicas: CPC y SLM en CAD/CAM, según tipo de corte y punto marginal.

Tipo de corte	Punto Marginal	CPC	SLM	Diferencia de medias	valor de p
Vestíbulo-Palatino	a1	89,65	24,70	64,95	0,0001
	f1	92,00	34,32	57,68	0,0009
Mesio-Distal	a2	91,72	21,82	69,90	< 0,0001
	f2	97,66	32,49	65,18	0,0001

U Mann-Whitney
significancia $p < 0,05$

zona axial para el corte mesio-distal presentó menores valores que la discrepancia interna de la zona axial para el corte vestibulo-palatino, donde se encontró en d1 y d2 puntos influyentes extremos. En la tabla 5 se comparó las adaptaciones marginales según tipo de corte y punto marginal entre las dos técnicas, en el corte vestibulo-palatino se obtuvo valores en el punto a1 de $p = 0,0001$, f1 de $p = 0,0009$ y en el corte mesio-distal en los puntos a2 de $p < 0,0001$ y

f2 de $p = 0,0001$. Encontrándose que existe diferencia estadísticamente significativa en la comparación de la adaptación marginal entre las dos técnicas evaluadas. Obteniéndose mejor adaptación marginal en la técnica de SLM. En la tabla 6 se comparó las adaptaciones internas entre las dos técnicas, con la técnica de CPC, en el corte vestibulo-palatino, en la zona axial se encontró menor valor en el punto e1 con el valor promedio de $58 \mu\text{m}$, en este mismo punto

Tabla 6. Comparación de las adaptaciones internas en cofias metálicas unitarias de aleación de Co-Cr sobre una línea terminación tipo chamfer confeccionadas por las dos técnicas: CPC y SLM en CAD/CAM, según tipo de corte, zona y punto interno.

Tipo de corte	Zona interna	Punto interno	CPC	SLM	Diferencia de medias	valor de p	
Vestíbulo-Palatino	Axial	b1	60,09	69,00	-8,91	0,2847	*
		e1	58,00	57,17	0,83	0,8794	*
	Oclusal	c1	162,67	165,11	-2,43	0,8971	*
		d1	195,92	162,37	33,55	0,3695	**
Mesio-Distal	Axial	b2	42,30	38,10	4,21	0,5475	*
		e2	52,62	51,64	0,98	0,8994	*
	Oclusal	c2	209,19	165,78	43,41	0,0129	*
		d2	203,78	168,64	35,14	0,1177	**

* t de Student
significancia $p < 0,05$

** U Mann-Whitney

con la técnica de SLM se encontró un valor promedio de $57,17 \mu\text{m}$ con una diferencia estadísticamente de $p=0,8794$, determinando que no existe diferencia estadísticamente significativa en la adaptación interna en el corte vestibulo-palatino entre ambas técnicas en ningún punto de medición. Mientras que para la técnica de CPC en el corte mesio-distal, en la zona axial se encontró a nivel del punto c2 el valor promedio de $209,19 \mu\text{m}$ y en el mismo punto para la técnica de SLM obtuvo el valor promedio de $165,78 \mu\text{m}$ obteniendo un valor de $p=0,0129$ siendo estadísticamente significativo a nivel de este punto de medición, para los demás puntos de medición no existe diferencia estadísticamente significativa en la adaptación interna entre ambas técnicas.

DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que la adaptación marginal de las cofias generadas mediante SLM ($a1: 24,70 \pm 10,29 \mu\text{m}$, $f1: 34,32 \pm 35,92 \mu\text{m}$, $a2: 21,82 \pm 5,94 \mu\text{m}$, $f2: 32,49 \pm 20,02 \mu\text{m}$) fueron estadísticamente mejores que los valores alcanzados por las cofias de CPC ($a1: 89,65 \pm 58,39 \mu\text{m}$, $f1: 92 \pm 88,40 \mu\text{m}$, $a2: 91,72 \pm 67,13 \mu\text{m}$, $f2: 97,66 \pm 50,39 \mu\text{m}$) resaltando que en ambos grupos de estudio alcanzaron promedios menores a las $120 \mu\text{m}$ que es el límite máximo clínicamente aceptable. Sin embargo respecto a la adaptación interna tanto en sentido vestibulo-palatino y mesio-distal como en la zona axial y oclusal los resultados no fueron concluyentes como

para indicar que técnica logró la mejor adaptación interna. Con respecto a los métodos usados por los investigadores para evaluar la adaptación marginal e interna, la presente investigación coincide con muchos estudios como los de Nesse et al., Xu et al., y Huang et al., en la utilización del método de réplica de silicona ya que proporcionó una medida fiable de la adaptación marginal e interna porque es una técnica no destructiva permitiendo mediciones repetidas en múltiples puntos (3,11,18,30).

Xu et al., en el 2014 compararon la adaptación marginal de coronas de aleación metálica de Co-Cr fabricadas con la técnica SLM y con la técnica de CPC, obteniendo que la discrepancia marginal de las coronas fabricadas por el SLM fue de $102,86 \mu\text{m}$ y el de las CPC fue de $170,19 \mu\text{m}$, estos resultados fueron similares a nuestro presente estudio con respecto a que la técnica que presentó la mejor adaptación marginal fue la técnica SLM en comparación con la técnica de CPC. Pero la diferencia con nuestro presente estudio es que los valores de discrepancias marginales encontrados por Xu et al., son mayores y el valor de la técnica de CPC no está dentro de los valores clínicamente aceptables (11). A pesar que en el presente estudio las cofias confeccionadas con la técnica de CPC se trabajaron a un espacio del agente cementante en la zona cervical de $10 \mu\text{m}$ y en la técnica de SLM a $50 \mu\text{m}$ de acuerdo a los procedimientos de fabricación, la superioridad de la tecnología CAD/CAM es evidente y esto podría

deberse a que la fundición del metal en la técnica de CPC es un paso artesanal, donde se emplea un soplete que funciona mediante aire comprimido con gas propano produciendo una llama que emite calor, pero este calor no puede ser calibrado, lo que provoca cambios dimensionales, debido al alto coeficiente de contracción térmica asociado con el enfriamiento de las cofias, este enfriamiento pudo desplazar el metal hacia los bebederos pudiendo ocasionar la desadaptación marginal. Mientras que en la técnica de SLM, este paso de calor no es requerido ya que la obtención del metal se realiza mediante un polvo que se va fusionando a través de un láser de Nd-YAG, por capas desde la zona oclusal de la cofia hacia la línea de terminación, mejorando la adaptación marginal (3,11,18,30).

A diferencia de los resultados obtenidos por Nesse et al., en el 2014, donde evaluaron la adaptación marginal e interna de cofias de Co-Cr fabricadas con las técnicas de CPC y SLM, los cuales mostraron que la técnica de elaboración de SLM obtuvo una mayor discrepancia marginal en comparación con la técnica de CPC, el autor mencionó que esto pudo deberse a las partículas de polvo que pudieron quedar en la parte interna de la cofia interfiriendo en un buen asentamiento de la cofia. Estos datos fueron opuestos a los encontrados en nuestro presente estudio, donde se halló que la adaptación marginal en la técnica de SLM fue mejor en comparación con la técnica de CPC (3).

En el 2015 Huang et al., compararon la adaptación marginal e interna de coronas metalcerámicas fabricados por la técnica de SLM y por la técnica de CPC fabricadas con aleación de Co-Cr, los autores concluyeron, que la discrepancia marginal de coronas metalcerámicas del grupo de SLM fueron menores que el grupo de CPC. Un similar resultado se obtuvo en nuestro presente estudio, donde se encontró que los valores de adaptación marginal fueron mejores cuando se trabajó con el sistema de SLM (18).

En el presente estudio los valores de adaptación interna fueron similares en ambas técnicas pero a nivel de la zona axial se encontraron menores discrepancias con respecto a la zona oclusal. Estos resultados en la zona axial se pudo deber a que las cofias realizadas con la CPC se realizó a una medida interna de 50 μm , mientras que en la técnica de SLM se trabajó a una medida interna de 70 μm , y a nivel oclusal pudo

influir una inexactitud del procesamiento tales como: el escaneado, el diseño del software, ya que requiere un aprendizaje especial, y no presenta una precisión adecuada en los surcos y fosas, debido a que en objetos oscuros y de grandes ángulos el escáner no es capaz de leerlos, repercutiendo en la exactitud a nivel oclusal (31). La mayoría de los estudios previos utilizaron cofias de aleación Co-Cr, como Hedberg y Wallinder en el 2013, estudiaron las propiedades de estas aleaciones con diferentes sistemas de fabricación y al realizarla con el sistema de SLM se encuentra menor susceptibilidad a la corrosión y al grado de liberación de metales (9). En el 2015 Park et al., menciona que en los sistemas CAD/CAM el aumento de la discrepancia marginal se debe a una inexactitud del procesamiento tales como: el escaneado, el diseño del software y el material utilizado pudo haber intervenido en los resultados (2). También pudo influir en los resultados el cambio dimensional de la silicona de adición que es de 0,05% y la expansión del yeso tipo IV que es de 0,05 a 0,07% (32).

Se recomienda realizar investigaciones que permitan evaluar la adaptación marginal e interna mediante otras técnicas de fabricación, después del proceso de aplicación de la porcelana, con diferente línea de terminación, con diferente ángulo de convergencia, con otros materiales de fabricación de cofias, etc.

CONCLUSIONES

Las cofias metálicas unitarias de aleación de Co-Cr confeccionadas sobre una línea de terminación chamfer con la técnica de SLM presentaron mejor adaptación marginal que las cofias metálicas unitarias de aleación de Co-Cr confeccionadas con la técnica de CPC según tipo de corte y punto marginal. Con respecto a la adaptación interna ambos grupos presentaron resultados similares que no fueron concluyentes para decidir que técnica fue mejor, pero ambas técnicas presentaron valores dentro de los rangos clínicamente aceptables, según tipo de corte, zona y punto interno.

Correspondencia:

Yovanna Elisa Flores Valverde
Correo electrónico: yovalisha@hotmail.com.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Quante K, Ludwig K, Kern M. Marginal and internal fit of metal-ceramic crowns fabricated with a new laser melting technology. *Dent Mater.* 2008;24(10):1311-5.
2. Park J, Wan W, Kim H, Kim J. Accuracy evaluation of metal copings fabricated by computer-aided milling and direct metal laser sintering systems. *J Adv Prosthodont.* 2015;7(2):122-8.
3. 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;114(5):686-92.
4. Ammar A, Eanas I, Amer S. Marginal discrepancy of cobalt chromium metal copings fabricated with three different techniques. *J Am Sci.* 2015;11(5):105-10.
5. Neclar D, Atiyu N, Meral A. Evaluation of the marginal fit of full ceramic crowns by the microcomputed tomography (micro-CT) technique. *Eur J Dent.* 2014;8(4):437-44.
6. Pegoraro LF. *Prótesis fija.* Sao Paulo: Artes Médicas; 2001.
7. Bottino M, Valandro L, Buso L, Ozcan M. The influence of cervical finish line, internal relief, and cement type on the cervical adaptation of metal crowns. *Quintessence Int.* 2007;38(7):425-32.
8. Hunter AJ, Hunter AR. Gingival margins for crowns: a review and discussion. Part II. Discrepancies and configurations. *J Prosthet Dent.* 1990;64(6):636-42.
9. Hedberg Y, Wallinder I. Metal release and speciation of released chromium from a biomedical CoCrMo alloy into simulated physiologically relevant solutions. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2014;102(9):693-99.
10. Taggart W. A new accurated method of making gold inlays. *Dental Cosmos.* 1907;49(11):1117-21.
11. Xu D, Xiang N, Wei B. The marginal fit of selective laser melting fabricated metal crowns: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2014;112(6):1437-40.
12. Rosenstiel S, Land M. *Prótesis fija: Procedimientos clínicos y de laboratorio.* Barcelona: Salvat Editores; 2009.
13. Syu JZ, Byrne G, Laub LW, Land MF. Influence of finish-line geometry on the fit of crowns. *Int J Prosthodont.* 1993;6(1):25-30.
14. Shillimburg H. *Fundamentos esenciales en prótesis fija.* Barcelona: Quintessence; 2006.
15. Vojdani M, Torabi K, Farjood E, Khaledi AAR. Comparison the marginal and internal fit of metal copings cast from wax patterns fabricated by CAD/CAM and conventional wax up techniques. *J Dent (Shiraz).* 2013;14(3):118-29.
16. Ucar Y, Akova T, Akyil M, Brantley W. Internal fit evaluation of crowns prepared using a new dental crown fabrication technique: Laser – sintered Co-Cr crowns. *J Prosthet Dent.* 2009;102(4): 253-9.
17. Johnson R, Verrett R, Haney S, Mansueto M, Challa S. Marginal gap of milled versus cast gold restorations. *Journal of Prosthodontics.* 2017; 26(1):56-63.
18. 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;113(6):623-27.
19. Koutsoukis T, Zinelis S, Eliades G, Al-Wazzan K, Rifaiy M, Al Jabbari Y. Selective laser melting technique of Co-Cr dental alloys: A review of structure and properties and comparative analysis with other available techniques. *J Prosthodont.* 2015;24(4):303-12.
20. Howard W, Berzins D, Keith Moore K, Charlton D. Metal-ceramic alloys in dentistry: A review. *J Prosthodont.* 2009;18(2):188-194.
21. Li J, Ye X, Li B, Liao J, Zhuang P, Ye J. Effect of oxidation heat treatment on the bond strength between a ceramic and cast and milled cobalt-chromium alloys. *Eur J Oral Sci.* 2015;123(4):297-304.
22. 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;19(2):103-111.
23. Geis-Gerstorfer J, SchilleCh, 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;14:20-5.
24. Tamac E, Toksavul S, Toman M. Clinical marginal and internal adaptation of CAD/CAM milling, laser sintering, and cast metal ceramic crowns. *J Prosthet Dent.* 2014; 112(4): 909-913.
25. Zeng L, Zhang Y, Zheng L, Wei B. Effects of repeated firing on the marginal accuracy of Co-Cr copings fabricated by selective laser melting. *J Prosthet Dent.* 2015;113(2):135-9.
26. Abad J, Castro M, Durand E. Comparación de la adaptación marginal de copias elaboradas en cuatro tipos de máquinas de colado. *Revista Odontos.* 2014; 43(4):7-14.
27. Harish V, Mohamed A, Jagadesan N, Mohamed S, Debasish F. Evaluation of internal and marginal fit of two metal ceramic system - in vitro study. *J Clin Diagn Res.* 2014;8(12):53-6.
28. Wu L, Zhu H, Gai X, Wang Y. Evaluation of the mechanical properties and porcelain bond strength of cobalt-chromium dental alloy fabricated by selective laser melting. *J Prosthet Dent.* 2014;111(1):51-5.
29. Wang H, Feng Q, Li N, Xu S. Evaluation of metal-ceramic bond characteristics of three dental Co-Cr alloys prepared with different fabrication techniques. *J Prosthet Dent.* 2016;116(6):916-923.

30. Huang Z, Zhang L, Zhu J, Zhao Y, Zhang X. Clinical marginal and internal fit of crowns fabricated using different CAD/CAM technologies. *J Prosthodont.* 2015;24(4):291-5.
31. Kamegawa M, Nakamura M, Tsutsumi S. 3D morphological measurements of dental casts with occlusal relationship using microfocus x-ray. *CT Dent mater J.* 2008;27(4):549-54.
32. Arpa M. Revisión de los últimos 10 años del análisis in vitro del ajuste marginal e interno de estructuras metálicas para prótesis fija dentosoportada. [Tesis magister en Odontología]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2012.

Recibido: 19-02-2017

Aceptado: 06-03-2017