

Adaptación de cofias unitarias en Co-Cr elaboradas con diferentes técnicas de fabricación y sobre dos líneas de terminación

Adaptation of unit coping Co-Cr elaborated with different manufacturing techniques and two finishing lines

Cintha Cecilia Zelada Ladrón de Guevara ^{1,a;2,b}, Yovana Elisa Flores Valverde ^{3,a;2,b}, Micarla Yanira Loarte Campos ^{3,a;2,b}, Silvio Over Requena Cisneros ^{4,a;2,b}, Diana Esmeralda Castillo Andamayo ^{2,a,b,c;5,d}, Martín Gilberto Quintana del Solar ^{2,a,b,c;6,d}

RESUMEN

Nuevas tecnologías nos han permitido migrar de la técnica de cera perdida colada por centrifugado (CPC) a la fabricación aditiva como la fusión selectiva por láser (SLM), proporcionando una mejor adaptación marginal e interna. **Objetivos:** Comparar la discrepancia marginal e interna en cofias unitarias de Co-Cr sobre 2 líneas de terminación: chamfer y bisel, fabricadas con la CPC y SLM, determinando cual tuvo mejor adaptación marginal e interna. **Material y Métodos:** Se tuvo 4 grupos de estudio: CPC chamfer (n=13), CPC bisel (n=13), SLM chamfer (n=13) y SLM bisel (n=13). Para evaluar la discrepancia marginal e interna se usó el método de la réplica en silicona, seccionando primero en sentido vestíbulo-palatino (V-P) y segundo en sentido mesio-distal (M-D). Se midió las zonas cervical, axial y oclusal con un estéreo microscopio a 40X. **Resultados:** Se evaluó los supuestos de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk, y el análisis estadístico fue con las pruebas t de Student y U Mann-Whitney. La menor discrepancia marginal fue para la SLM chamfer con promedios menores de $24,70 \pm 10,29 \mu\text{m}$ en el corte V-P y de $21,82 \pm 5,94 \mu\text{m}$ en el corte M-D, seguido por la SLM bisel en el corte V-P de $34,12 \pm 16,23 \mu\text{m}$ y en el corte M-D de $35,34 \pm 8,91 \mu\text{m}$. La CPC bisel en el corte V-P fue de $27,17 \pm 21,11 \mu\text{m}$ y en el corte M-D de $47,91 \pm 16,77 \mu\text{m}$ y para la CPC chamfer en el corte V-P fue de $89,65 \pm 58,39 \mu\text{m}$ y en el corte M-D de $91,72 \pm 67,13 \mu\text{m}$; la diferencia fue estadísticamente significativa solo para las cofias de SLM chamfer comparándolas con la CPC chamfer. En la discrepancia interna los valores en los 4 grupos no tuvieron diferencias estadísticas. **Conclusiones:** Según los valores, la mejor adaptación marginal fue para la SLM chamfer, seguida por la SLM bisel, CPC bisel y la CPC chamfer. En cuanto a la adaptación interna, los valores no fueron concluyentes para decir que técnica fue mejor, pero se logró mejor adaptación en la zona axial que la zona oclusal.

PALABRAS CLAVE: Coronas, adaptación, láseres de estado sólido.

¹ Facultad de Odontología, Universidad Católica de Santa María. Arequipa, Perú

² Facultad de Estomatología, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

³ Facultad de Odontología, Universidad Nacional Federico Villareal. Lima, Perú.

⁴ Facultad de Odontología, Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

⁵ Departamento Académico de Odontología Social, Facultad de Estomatología, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

⁶ Departamento Académico de Clínica Estomatológica, Facultad de Estomatología, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

^a Cirujano Dentista.

^b Especialista en Rehabilitación Oral.

^c Magister en Estomatología.

^d Docente.

SUMMARY

New technologies have allowed us to migrate from the spin-wax casting technique (CPC) to additive manufacturing such as selective laser fusion (SLM), providing a better marginal and internal adaptation. **Objectives:** To compare the marginal and internal discrepancies in Co-Cr unit metal copings on two termination lines: chamfer and bevel, made with CPC and SLM, determining which technique had the best marginal and internal adaptation. **Material and Methods:** We had 4 study groups: CPC chamfer (n=13), CPC bevel (n=13), SLM chamfer (n=13), SLM bevel (n=13). To assess marginal and internal discrepancies, the silicone replica technique was used, a first sectioning was performed in the vestibular-palatine (V-P) and a second in the mesio-distal (M-D) direction. The cervical, axial and occlusal zones were measured in a stereomicroscope at 40X. **Results:** Normality assumptions were evaluated with the Shapiro-Wilk test. Statistical analyzes were Student's t test and U Mann-Whitney test. The less discrepancy marginal was for the SLM chamfer with mean values less than $24.70 \pm 10.29 \mu\text{m}$ in the V-P cut and $21.82 \pm 5.94 \mu\text{m}$ in the M-D cut, followed by the SLM bevel in the P-V cut of $34.12 \pm 16.23 \mu\text{m}$ and in the cut M-D of $35.34 \pm 8.91 \mu\text{m}$. The CPC bevel in the V-P cut was $27.17 \pm 21.11 \mu\text{m}$ and in the M-D cut of $47.91 \pm 16.77 \mu\text{m}$ and for the CPC chamfer in the V-P cut was $89.65 \pm 58.39 \mu\text{m}$ and in the M-D cut of $91.72 \pm 67.13 \mu\text{m}$; the difference was statistically significant only for SLM chamfer copings compared to the CPC chamfer. In the internal discrepancy values, no statistical differences were found among the 4 groups. **Conclusions:** According to the descriptive values the best marginal fit was achieved with the SLM chamfer, followed by the SLM bevel, CPC bevel and CPC chamfer. Regarding internal adaptation, the descriptive values were not conclusive enough to decide which technique was better, but a better adaptation was achieved in the axial zone than in the occlusal zone.

KEYWORDS: Crowns, adaptation, lasers solid-state.

INTRODUCCIÓN

Las coronas metalcerámicas son tratamientos de prótesis fija que se realizan con mucha frecuencia resultando en tratamientos predecibles y exitosos en el tiempo. La adaptación marginal e interna son criterios claves para el éxito clínico de las restauraciones (1,2), la adaptación marginal es el adecuado ajuste que debe existir entre la línea de terminación de la preparación dentaria y el margen cervical de la corona, la distancia que existe entre estos dos puntos se conoce como discrepancia marginal, cuando hay una mayor discrepancia marginal existe una menor adaptación marginal (2-4), y la adaptación interna es la distancia perpendicular entre la superficie del pilar dentario y la estructura, la distancia que existe entre estos dos puntos se conoce como discrepancia interna (5). Estudios previos establecieron que discrepancias marginales de hasta $120 \mu\text{m}$ se consideran aceptables y en la discrepancia interna indicaron que esta debe ser uniforme pudiendo oscilar en un rango de 50 a $350 \mu\text{m}$ (6-11).

Una inadecuada adaptación marginal puede producir

irritación gingival, disolución del cemento y subsecuente fracaso de la restauración; esta a su vez es influenciada por factores como el diseño de la preparación, los procedimientos de laboratorio y la cementación (1,2). Dentro de estos la línea de terminación es considerada una variable fundamental controlable por el clínico durante la preparación dentaria, pues la precisión en el diseño permite un correcto asentamiento (6,12) y la selección de esta se da en función del tipo de material con que se confeccionará la restauración (13-16), es así que varios estudios muestran que los rangos de adaptación marginal varían en los diferentes tipos de terminaciones chamfer, bisel de 135° , hombro-bisel entre otros (6,12,17,18).

Otro factor relevante para lograr una buena adaptación marginal es la precisión con que se fabrican las estructuras metálicas, las cofias de las coronas por muchos años se han fabricado con diversas aleaciones nobles y metal base bajo la técnica de la cera perdida colada por centrifugación convencional (CPC) (1,19), la preferencia por una u otra aleación se basa en características como adecuadas propiedades mecánicas, fuerza de adhesión a la porcelana, biocom-

patibilidad y bajo costo (5,8,20-23). Esta técnica fue introducida a la odontología por Taggart en 1907, teniendo como finalidad conseguir el duplicado metálico exacto de un patrón de cera previamente conformado (24,25), la cual involucra una serie de etapas que son susceptibles de sufrir alteraciones hasta la obtención del producto final (6,19). Actualmente la tecnología CAD/CAM se ha incorporado al mundo odontológico, uno de estos sistemas es la fusión selectiva por láser o selective laser melting (SLM), sistema en el que se puede trabajar con aleaciones como Co-Cr, Au-Pt y Ti-6Al-4V (1,6,26) donde el producto se obtiene mediante la adición de capas de aleación de Co-Cr fusionadas por un láser de Nd-YAG, y permite programar de forma más precisa el espacio para el agente cementante y conseguir una mejor adaptación (26); la SLM reduce el tiempo de fabricación, elimina las variaciones interoperador y produce la cofia sin porosidades (6,27,28).

El propósito de este estudio fue comparar in vitro la adaptación marginal e interna de cofias unitarias de aleación Co-Cr fabricadas con las técnicas de la CPC y de SLM por CAD/CAM realizadas sobre dos líneas de terminación: chamfer y bisel, brindando información valiosa sobre la elección de la técnica que ofreció mejores resultados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se obtuvieron 2 primeros premolares superiores, estos se prepararon uno con línea de terminación chamfer y el otro con bisel, ambos con una convergencia oclusal de 12° (Figura 1). Se duplicaron en el sistema CAD/CAM Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Germany) creando 2 modelos maestros en Co-Cr (Figura 2). Se tomaron impresiones con silicona VPS fluida y pesada Elite HD+ Putty Soft Normal Set® (Zhermack Group, Badia Polesine, Italy), y se obtuvieron modelos en yeso tipo IV; 13 modelos para la técnica de CPC chamfer, 13 modelos para la CPC bisel, 1 modelo para la SLM chamfer y 1 modelo para la SLM bisel. Para la técnica de CPC en los modelos de yeso con terminación chamfer y bisel según el procedimiento de confección, se aplicó un sellador de poros die: master duo (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany) de 5 µm en toda la preparación luego se aplicó 2 capas del espaciador Pico-Fit (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany) de 20 µm a 1 mm por encima de la línea de terminación y una capa

final de aislante para cera Picosep (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany) de 5 µm en toda la preparación, obteniendo las medidas de 10 µm en la zona cervical y de 50 µm en la zona interna de espacio para el cemento. Cada cofia se enceró colocando en cervical cera roja StarWax C (Dentaurum GmbH, Ispringen, Germany), luego con la ayuda del hotty LED (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany) se terminó de encerar la cofia con cera GEO Dip (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany), después se retocó a nivel cervical con cera para modelar crema StarWax D (Dentaurum GmbH, Ispringen, Germany) y PKT N°1, se retiró la cofia de cera del modelo y se calibró a 0,5 mm de espesor, se volvió a colocar en el modelo para readaptar el margen cervical con cera roja StarWax C (Dentaurum GmbH, Ispringen, Germany) y PKT N°1 dejando una banda de 1mm de ancho; se agregó un bebedero de cera, y todos los patrones encerados se ubicaron 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 la 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, una vez que el colado enfrió a temperatura ambiente se procedió a remover el revestimiento, y adaptación en los modelos maestros. Para la técnica SLM según el procedimiento de confección, se escaneo los 2 modelos de yeso con terminación chamfer y bisel en el 3Shape D2000 (3Shape, Copenhagen, Denmark) seguidamente con el software 3Shape Dental Designer (3Shape, Copenhagen, Denmark) se reconstruyó los modelos en 3D y digitalmente se crearon las cofias a imprimir de 0,5 mm de grosor y con un espacio para el cemento de 50 µm en la zona cervical y de 70 µm en la zona interna, la impresión 3D de las cofias se hizo con el equipo MLab Cusing (Concept Láser, Lichtenfels, Germany) que utiliza un láser de Nd-YAG de alta potencia en una atmosfera de Nitrógeno, en aleación de polvo de Co-Cr Remanium® star CL (Dentaurum GmbH, Ispringen, Germany) de 10-30 µm, concluida la impresión el acabado final se hizo mediante el arenado con partículas oxido de aluminio de 50 µm. 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 Fit Checker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japan),

esta se inyectó dentro de las cofias y se asentó sobre el modelo maestro a una fuerza de 15N durante 2 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 VPS silicona fluida de adición obteniendo la réplica de silicona, se realizaron 2 cortes en sentido vestibulo-palatino (V-P) y mesio-distal (M-D). La numeración "1" correspondió al corte en sentido V-P 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 M-D 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 4 y figura 5). Se evaluó las discrepancias marginales e internas en un estereomicroscopio 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) (Figura 6). 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% ($p < 0,05$).



Figura 1. Piezas talladas con líneas de terminación chamfer y bisel.



Figura 2. Modelos maestros en Co-Cr, chamfer y bisel.

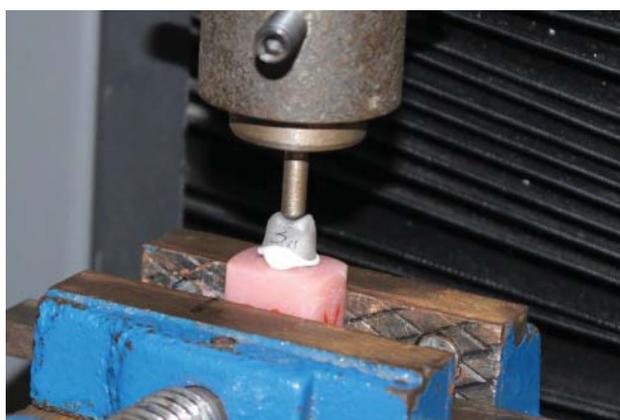


Figura 3. Aplicación de fuerza constante con Fit Checker™ Advance.

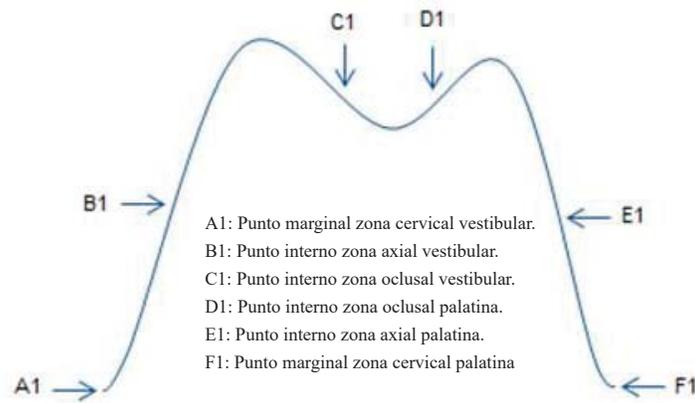


Figura 4. Corte vestibulo-palatino.

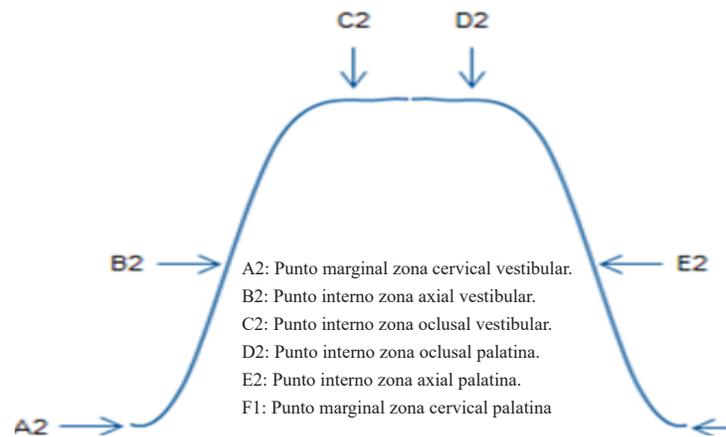


Figura 5. Corte mesio-distal.



Figura 6. Evaluación al estereomicroscopio

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran los promedios de las discrepancias marginales en cofias CPC chamfer y bisel según tipo de corte y punto marginal. En la CPC bisel tanto en el corte V-P (A1:27,17±21,11 μm , F1:48,66±37,58 μm), como en el corte M-D (A2:62,16±18,38 μm , F2:47,91±16,77 μm) fueron menores respecto a los promedios con la CPC chamfer tanto en el corte V-P (A1:89,65±58,39 μm , F1:92,00±88,40 μm) como en el corte M-D (A2:91,72±67,13 μm , F2: 97,66±50,59 μm). Se observa para la CPC bisel una menor dispersión en los datos con respecto a la discrepancia marginal de la CPC chamfer, donde observamos que la mayoría de valores son menores de 120 μm .

En tabla 2 se muestran los resultados descriptivos de la discrepancia interna de cofias CPC chamfer y bisel, según tipo de corte, zona y punto interno. Para la CPC chamfer en el corte V-P a nivel axial se obtuvieron valores promedios en el punto B1 de 60,09±22,66 μm y en el punto E1 de 58,00±15,63 μm . Mientras que en el corte M-D a nivel axial la discrepancia interna fue menor presentando valores en B2 de 42,30±23,32 μm y en E2 de 52,62±26,16 μm . En el corte V-P a nivel oclusal se obtuvo menores promedios de discrepancias internas en el punto C1 de 162,67±53,38 μm y en D1 de 195,92± 69,47 μm ; en comparación con los valores encontrados en el corte M-D se obtuvo promedios en C2 de 209,19±55,71 μm y en D2 de 203,78±62,94 μm . Las menores discrepancias internas para la CPC chamfer en ambos cortes M-D y V-P fueron a nivel axial en comparación a la zona oclusal. Para la CPC bisel en el corte V-P a nivel axial se obtuvo valores promedios en el punto B1 de 54,76±21,02 μm y en el punto E1 de 48,11±13,98 μm . Mientras que en el corte M-D a nivel axial la discrepancia interna se obtuvo valores promedios en B2 de 53,51 ± 24,95 μm y en E2 de 61,24±20,82 μm . En el corte V-P a nivel oclusal se obtuvo valores promedios de discrepancias internas en el punto C1 de 125,40±41,84 μm y en D1 de 157,08±45,04 μm ; en el corte M-D a nivel oclusal se obtuvo valores promedios aproximadamente iguales en C2 de 141,98±37,31 μm y en D2 de 138,58±39,86 μm . Las menores discrepancias internas para la CPC bisel en ambos cortes M-D y V-P fueron a nivel axial en comparación a la zona oclusal. Las menores discrepancias internas para la CPC chamfer y bisel en ambos cortes M-D y V-P fueron a nivel axial en comparación a la zona oclusal.

En la tabla 3 se observan los promedios de las discrepancias marginales en cofias metálicas SLM chamfer y bisel, según tipo de corte y punto marginal. Para la línea de terminación SLM chamfer los menores valores de discrepancia marginal fue en el corte M-D en el punto A2 de 21,82±5,94 μm y en el punto F2 de 32,49±20,02 μm , en comparación con las medidas del corte V-P en el punto A1 de 24,70±10,29 μm y en el punto F1 de 34,32±35,92 μm . Estos valores fueron menores respecto a los promedios con la SLM bisel tanto en el corte V-P en el punto A1 de 34,12±16,23 μm y en el punto F1 de 42,27±25,97 μm como en el corte M-D en el punto A2 de 39,06±26,94 μm y en el punto F2 de 35,34±8,91 μm . Se puede apreciar una menor dispersión en los datos con respecto a la discrepancia marginal de cofias SLM chamfer y bisel donde encontramos valores menores a 62 μm en ambos cortes M-D y V-P.

En la tabla 4 se observan los promedios de las discrepancias internas en cofias SLM chamfer y bisel, según tipo de corte, zona y punto interno. Para la SLM chamfer los menores promedios de discrepancias internas fue en el corte M-D a nivel axial en el punto B2 de 38,10±8,64 μm y en el punto E2 de 51,64±9,26 μm ; en el corte V-P a nivel oclusal fue en el punto C1 de 165,11±40,75 μm y en el punto D1 de 162,37±41,98 μm . Las menores discrepancias internas en ambos cortes M-D y V-P fueron a nivel axial en comparación a la zona oclusal. Para la SLM bisel en el corte V-P a nivel axial se obtuvo valores promedios en el punto B1 de 72,75±33,32 μm y en el punto E1 de 56,28±25,60 μm . Mientras que en el corte M-D a nivel axial la discrepancia interna se obtuvo valores promedios aproximadamente iguales en B2 de 59,34±20,42 μm y en E2 de 69,53±15,07 μm . En el corte V-P a nivel oclusal se obtuvo valores promedios de discrepancias internas en el punto C1 de 166,99±48,15 μm y en D1 de 210,94±47,29 μm ; en el corte M-D a nivel oclusal se obtuvo valores promedios aproximadamente iguales en C2 de 173,35±46,53 μm y en D2 de 173,41±45,28 μm . Las menores discrepancias internas para la SLM chamfer y bisel en ambos cortes M-D y V-P fueron a nivel axial en comparación a la zona oclusal.

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. Al comparar las adaptaciones marginales de las cofias

CPC y SLM para las líneas de terminación chamfer y bisel según tipo de corte y punto marginal, en el corte V-P se observa peor adaptación marginal en las cofias CPC chamfer medido a nivel del punto A1 de 89,65 μm , en comparación con la SLM bisel de 34,12 μm , CPC bisel de 27,17 μm y SLM chamfer de 24,70 μm ; estos resultados presentaron diferencias estadísticamente significativos ($p < 0,05$). Se observó también peor adaptación marginal en las cofias CPC bisel medido a nivel del punto A1 de 27,17 μm , en comparación con SLM chamfer de 24,70 μm , pero mejor adaptación marginal comparada con la SLM bisel de 34,12 μm ; sin embargo estas diferencias en los valores no fueron estadísticamente significativos. Se observó también mejor adaptación marginal de las cofias SLM chamfer medido a nivel del punto marginal A1 de 24,70 μm , en comparación con la SLM bisel de 34,12 μm , esta diferencia no fue estadísticamente significativa. En el corte V-P se observó peor adaptación marginal en las cofias CPC chamfer medido a nivel del punto F1 de 92,00 μm en comparación con la CPC bisel de 48,66 μm , SLM bisel de 42,27 μm y SLM chamfer de 34,32 μm , lo que resultó en una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) solo con el grupo de SLM chamfer comparada con la CPC chamfer. Se observó también peor adaptación marginal para la CPC bisel medido a nivel del punto F1 de 48,66 μm en comparación con SLM bisel de 42,27 μm y SLM chamfer de 34,32 μm , sin embargo estas diferencias en los valores no son estadísticamente significativos. Se observó también mejor adaptación marginal para la SLM chamfer medido a nivel del punto F1 de 34,32 μm , en comparación con la SLM bisel de 42,27 μm , esta diferencia resultó estadísticamente significativa ($p < 0,05$). En el corte M-D se observó la peor adaptación marginal en las cofias CPC chamfer medido a nivel del punto A2 de 91,72 μm en comparación con la CPC bisel de 62,16 μm , con la SLM bisel de 39,06 μm y la SLM chamfer de 21,82 μm , estos resultados presentaron diferencias estadísticamente significativos ($p < 0,05$) solo para la SLM chamfer y bisel en comparación con la CPC chamfer. Se observó peor adaptación marginal de las cofias CPC bisel medido a nivel del punto A2 de 62,16 μm , en comparación con la SLM bisel de 39,06 μm y la SLM chamfer de 21,82 μm ; estos resultados presentaron diferencia estadísticamente significativos ($p < 0,05$). Se observó mejor adaptación marginal de las cofias SLM chamfer medido a nivel del punto A2 de 21,82 μm , en comparación con la SLM bisel de

39,06 μm , estos resultados presentaron diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$). En el corte M-D se observó la peor adaptación marginal en las cofias CPC chamfer medido a nivel del punto F2 de 97,66 μm en comparación con la CPC bisel de 47,91 μm , con la SLM bisel de 35,34 μm y la SLM chamfer de 32,49 μm , estos resultados presentaron diferencias estadísticamente significativos ($p < 0,05$). Se observó peor adaptación marginal de las cofias CPC bisel medido a nivel del punto F2 de 47,91 μm , en comparación con la SLM bisel de 35,34 μm y la SLM chamfer de 32,49 μm ; estos resultados presentaron diferencia estadísticamente significativos ($p < 0,05$). Se observó mejor adaptación marginal de las cofias SLM chamfer medido a nivel del punto F2 de 32,49 μm , en comparación con la SLM bisel de 35,34 μm , estos resultados no presentaron diferencia estadísticamente significativa. Lo que resultó en una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en todos los puntos de medición solo con el grupo de SLM chamfer comparada con la CPC chamfer.

Al comparar las adaptaciones internas de las cofias CPC y SLM para las líneas de terminación chamfer y bisel según tipo de corte, zona y punto interno, en el corte V-P se observa mejor adaptación interna en la zona axial en las cofias CPC bisel medido a nivel del punto B1 de 54,76 μm , en comparación con la SLM chamfer de 69,00 μm ; estos resultados presentaron diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Se observó que la mejor adaptación interna en el corte V-P en la zona oclusal fue de las cofias CPC bisel medido a nivel del punto C1 de 125,40 μm , en comparación con la SLM bisel de 166,99 μm y la SLM chamfer de 165,11 μm ; estos resultados presentaron diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Se observó una mejor adaptación interna en el corte V-P en la zona oclusal de las cofias CPC bisel medido a nivel del punto D1 de 157,08 μm en comparación con la CPC chamfer de 195,92 μm ; esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Se observó una mejor adaptación interna en el corte V-P en la zona oclusal de las cofias CPC bisel medido a nivel del punto D1 de 157,08 μm en comparación con la SLM bisel de 210,94 μm ; esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Finalmente en este mismo punto D1 se observó una mejor adaptación interna en el corte V-P en la zona oclusal de las cofias SLM chamfer de 162,37 μm , en comparación con la SLM bisel de 210,94 μm ; esta diferencia fue estadís-

ticamente significativa ($p < 0,05$). En el corte M-D se observó que la mejor adaptación interna en la zona axial fue de las cofias SLM chamfer medido a nivel del punto B2 de $38,10 \mu\text{m}$, en comparación con la SLM bisel de $59,34 \mu\text{m}$; esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Se observó que la mejor adaptación interna en el corte M-D en la zona axial fue de las cofias CPC chamfer medido a nivel del punto E2 de $52,62 \mu\text{m}$, en comparación con la SLM bisel de $69,53 \mu\text{m}$; esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Se observó que la mejor adaptación interna en el corte M-D en la zona axial fue de las cofias realizadas con la SLM chamfer medido a nivel del punto E2 de $51,64 \mu\text{m}$, en comparación con la SLM bisel de $69,53 \mu\text{m}$; esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Se observó que la mejor adaptación interna en el corte M-D en la zona oclusal fue de las cofias realizadas con la CPC bisel medido a nivel del punto C2 de $141,98 \mu\text{m}$, en

comparación con la CPC chamfer de $209,19 \mu\text{m}$ y la SLM chamfer de $165,78 \mu\text{m}$; estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Se observó que la mejor adaptación interna en el corte M-D en la zona oclusal fue de las cofias realizadas con la CPC bisel medido a nivel del punto C2 de $141,98 \mu\text{m}$, en comparación con la SLM chamfer de $165,78 \mu\text{m}$; estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Se observó que la mejor adaptación interna en el corte M-D en la zona oclusal fue de las cofias CPC bisel medido a nivel del punto D2 de $138,58 \mu\text{m}$, en comparación con la CPC chamfer de $203,78 \mu\text{m}$, SLM bisel de $173,41 \mu\text{m}$ y con la SLM chamfer de $168,64 \mu\text{m}$; estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Como resultante no hubo diferencia estadísticamente significativa en todos los puntos de medición en los 4 grupos de estudio.

Tabla 1. Discrepancias marginales en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr realizadas por la CPC chamfer y bisel según el tipo de corte y punto marginal.

Tipo terminación	Tipo de corte	Punto Marginal	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Chamfer	Vestíbulo	A1	32,77	219,94	89,65	58,39	57,93	38,04
	Palatino	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
Bisel	Vestíbulo	A1	8,50	81,21	27,17	21,11	21,02	7,02
	Palatino	F1	10,77	157,16	48,66	37,58	40,90	12,93
	Mesio Distal	A2	32,05	92,29	62,16	18,38	65,87	14,01
		F2	12,95	79,56	47,91	16,77	49,48	7,26

Tabla 2. Discrepancias internas en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr realizadas por la CPC chamfer y bisel según tipo de corte, zona y punto interno.

Tipo de terminación	Tipo de corte	Zona interna	Punto Interno	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Chamfer	Vestíbulo Palatino	Axial	B1	29,32	100,43	60,09	22,66	54,61	7,22
			E1	35,42	79,57	58,00	15,63	61,03	10,62
		Oclusal	C1	90,56	280,50	162,67	53,38	161,45	17,07
			D1	115,30	331,73	195,92	69,47	166,99	36,99
	Mesio Distal	Axial	B2	11,43	80,17	42,30	23,32	35,76	13,96
			E2	24,26	114,87	52,62	26,16	44,45	11,46
		Oclusal	C2	119,41	296,00	209,19	55,71	201,18	44,47
			D2	120,66	304,41	203,78	62,94	195,59	40,38
Bisel	Vestíbulo Palatino	Axial	B1	34,31	104,64	54,76	21,02	45,79	12,94
			E1	21,92	73,43	48,11	13,98	46,23	4,90
		Oclusal	C1	43,71	190,25	125,40	41,84	122,41	21,87
			D1	114,37	277,72	157,08	45,04	146,11	9,50
	Mesio Distal	Axial	B2	30,58	99,58	53,51	24,95	39,88	22,18
			E2	16,94	94,20	61,24	20,82	64,97	13,00
		Oclusal	C2	95,33	203,31	141,98	37,31	139,71	26,02
			D2	91,44	214,64	138,58	39,86	135,90	29,22

Tabla 3. Discrepancias marginales en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr realizadas por la SLM chamfer y bisel según tipo de corte y punto marginal.

Tipo terminación	Tipo de corte	Punto Marginal	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Chámfer	Vestíbulo Palatino	A1	14,65	51,24	24,70	10,29	21,85	6,53
		F1	13,01	147,46	34,32	35,92	21,85	1,43
	Mesio	A2	10,77	34,96	21,82	5,94	21,62	1,43
		F2	17,36	94,40	32,49	20,02	28,73	6,43
Bisel	Vestíbulo Palatino	A1	10,95	61,45	34,12	16,23	34,19	11,27
		F1	17,64	119,91	42,27	25,97	35,94	5,92
	Mesio	A2	18,49	118,41	39,06	26,94	28,01	6,53
		F2	23,41	54,67	35,34	8,91	34,19	5,46

Tabla 4. Discrepancias internas en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr realizadas por la SLM chamfer y bisel según tipo de corte, zona y punto interno.

Tipo de terminación	Tipo de corte	Zona interna	Punto Interno	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Chámfer	Vestíbulo Palatino	Axial	B1	48,36	115,80	69,00	18,68	66,51	9,15
			E1	38,82	75,40	57,17	11,56	55,01	7,19
		Oclusal	C1	59,07	221,66	165,11	40,75	171,40	14,04
			D1	59,49	244,63	162,37	41,98	163,14	12,48
	Mesio Distal	Axial	B2	20,42	52,62	38,10	8,64	39,08	5,11
			E2	34,54	72,07	51,64	9,26	50,96	3,22
		Oclusal	C2	142,38	191,19	165,78	17,15	163,86	15,21
			D2	140,27	231,98	168,64	23,33	163,04	6,87
Bisel	Vestíbulo Palatino	Axial	B1	11,77	126,32	72,75	33,32	84,48	20,93
			E1	39,57	137,51	56,28	25,60	48,86	7,92
		Oclusal	C1	116,19	259,86	166,99	48,15	151,86	30,28
			D1	165,93	342,59	210,94	47,29	201,66	14,55
	Mesio Distal	Axial	B2	31,77	94,06	59,34	20,42	57,21	17,06
			E2	43,79	94,01	69,53	15,07	63,70	7,74
		Oclusal	C2	110,96	285,84	173,35	46,53	184,20	25,15
			D2	117,18	283,23	173,41	45,28	179,15	24,45

DISCUSIÓN

Como se sabe la adaptación marginal es el criterio clínico más importante cuando se evalúa la aceptabilidad de una corona, diversos estudios evalúan y comparan este criterio en coronas realizadas con la CPC y SLM; sin embargo es difícil comparar estos estudios entre sí debido a factores como variaciones en el tamaño muestral, los diferentes métodos para evaluar las discrepancias marginales e internas, la calibración en las tomas de medidas, la programación para configurar el espacio para el cemento en el sistema CAD/CAM, etc (1,15).

Los resultados mostraron que la mejor adaptación marginal según los valores alcanzados fue en las cofias SLM chamfer (A1: 24,70±10,29 µm, F1: 34,32±35,92 µm, A2: 21,82±5,94 µm, F2: 32,49±20,02 µm) y SLM bisel (A1: 34,12±16,23 µm, A2: 39,06±26,94 µm, F2: 35,34±8,91 µm), respecto a los valores alcanzados por las cofias CPC chamfer (A1: 89,65±58,39 µm, F1: 92,00±88,40 µm, A2: 91,72±67,13 µm, F2: 97,66±50,59 µm) y CPC bisel (A1: 27,17±21,11

µm, F1: 48,66±37,58 µm, A2: 62,16±18,38 µm, F2: 47,91±16,77 µm). Lo que resultó en una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en todos los puntos de medición solo con el grupo de SLM chamfer comparada con la CPC chamfer. Comparando los valores de las cofias SLM chamfer estas tuvieron diferencia estadística con la CPC bisel solo en los puntos de evaluación A2 y F2. Para las cofias SLM chamfer estas tuvieron diferencia estadística con la SLM bisel solo en los puntos de evaluación F1 y A2. Para las cofias SLM bisel estas tuvieron diferencia estadística con la CPC chamfer solo en los puntos de evaluación A1, A2 y F2. Para las cofias SLM bisel estas tuvieron diferencia estadística con la CPC bisel solo en los puntos de evaluación A2 y F2. Para las cofias CPC bisel estas tuvieron diferencia estadística con la CPC chamfer solo en los puntos de evaluación A1 y F2, resaltando que los valores de adaptación marginal en los 4 grupos de estudio alcanzaron promedios menores a las 120 µm que es el límite máximo del rango clínicamente aceptable. Sin embargo respecto a la adaptación interna tanto en sentido V-P y M-D como en las zonas axial y oclusal los resultados no fueron concluyentes como para indicar que técnica logró la

mejor adaptación interna, pero las mejores adaptaciones internas fueron a nivel axial en comparación a la zona oclusal para todos los grupos.

Bottino et al., en el 2007 realizaron un estudio para evaluar la adaptación marginal de cofias metálicas en acero inoxidable fabricadas con líneas de terminación chamfer, bisel a 135° y hombro redondeado; sus resultados fueron que la mejor adaptación marginal se logró con la línea de terminación chamfer (18). Los resultados del presente estudio coinciden con estas conclusiones porque la mejor adaptación marginal se logró con la SLM chamfer con promedios de $21,82 \pm 5,94 \mu\text{m}$ a $34,32 \pm 35,92 \mu\text{m}$.

Syu et al., en 1993 realizaron un estudio para evaluar la adaptación marginal e interna de cofias metálicas con líneas de terminación bisel a 110°, hombro-bisel de 45° y chamfer, luego se confeccionaron cofias con la técnica de colado convencional, concluyen que el diseño de la línea de terminación no influye en la adaptación marginal e interna (17). Los resultados del presente estudio coinciden con estos valores porque en la adaptación interna los resultados no fueron concluyentes como para indicar que técnica logró la mejor adaptación interna y que el diseño de la línea de terminación no tuvo influencia en los valores de discrepancias internas.

En el 2014 Xu et al., hallaron que la discrepancia marginal para la CPC fue $170,19 \pm 66,17 \mu\text{m}$ y para la SLM fue de $102,86 \pm 40,54 \mu\text{m}$; concluyendo que las estructuras fabricadas mediante SLM fueron significativamente mejores que las fabricadas con la CPC (11). Los resultados del presente estudio coinciden con estas conclusiones porque la mejor adaptación marginal se logró con la SLM chamfer.

En el 2014 Nesse et al., evaluaron la adaptación marginal e interna de cofias de Co-Cr fabricadas con 3 técnicas: CPC, SLM y fresado de bloques duros sinterizados en seco por CAD/CAM, los cuales mostraron que la CPC tiene mejor adaptación marginal que la SLM, pero en la adaptación interna la SLM tuvo una mayor discrepancia interna de $156 \mu\text{m}$ en comparación con la CPC de $116 \mu\text{m}$, los autores mencionaron que esta mayor discrepancia de la SLM con las otras técnicas encontradas en su estudio 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 al modelo (29). Estos datos fueron opuestos a los encontrados en el presente estudio, donde se halló que la adaptación marginal en la SLM fue mejor en comparación con la CPC.

En el 2015, Huang et al., encontraron una discrepancia marginal para la CPC de $91,00 \pm 36,3 \mu\text{m}$ y para SLM de $75,6 \pm 32,6 \mu\text{m}$; con respecto a la discrepancia interna axial la SLM obtuvo mayor discrepancia que el grupo de CPC, pero en la discrepancia interna oclusal la SLM obtuvo menor discrepancia que el grupo de CPC (6). Un similar resultado se obtuvo en el presente estudio, donde se encontró que los valores de adaptación marginal fueron mejores en la SLM chamfer, pero en la adaptación interna los resultados no fueron concluyentes como para indicar que técnica fue mejor.

Park et al., mencionan que la alteración de la discrepancia marginal en los sistemas CAD/CAM puede estar influenciada por una inexactitud del procesamiento tales como: el escaneado, el diseño del software y el material (30). Además Arpa menciona también que pudo haber intervenido en los resultados el cambio dimensional de la impresión PVS que es de 0,05% y la expansión del yeso tipo IV usado para confeccionar los modelos de trabajo que es de 0,05 a 0,07% (31). Hedberg y Wallinder en el 2013, estudiaron las propiedades de las aleaciones Co-Cr con diferentes sistemas de fabricación y al realizarla con el SLM encontraron menor susceptibilidad a la corrosión y al grado de liberación de metales (32). En el 2015, Koutsoukis et al., realizaron una revisión de las propiedades de Co-Cr en SLM y CPC donde se evidenció que la porosidad que se da en las estructuras metálicas producidas por la SLM teniendo un efecto positivo en las propiedades mecánicas de las cofias metálicas. Sobre la adaptación marginal e interna en el SLM se obtuvieron resultados satisfactorios, como también en las propiedades de la estructura en comparación con otras dos técnicas de fabricación, fresado en seco por CAD/CAM y CPC, concluyendo al igual que nuestro estudio, que existe superioridad en la SLM (26).

La superioridad de la tecnología CAD/CAM es evidente y esto podría deberse a que la fundición del metal en la CPC es una técnica artesanal, en el cual se emplea un soplete que emite calor, pero este calor no puede ser calibrado, lo que provoca cambios dimensionales, además el enfriamiento de la aleación pue-

de desplazar el metal hacia los bebederos pudiendo ocasionar la desadaptación marginal. Mientras que en la SLM, este pasó de calor no es requerido por que el polvo de la aleación se va fusionando a través de un láser de Nd-YAG, por capas desde la cara oclusal de la cofia hacia la línea de terminación, mejorando la adaptación marginal. En general los valores de adaptación marginal en nuestra investigación fueron similares a los resultados obtenidos en otros estudios, confirmando que la SLM brinda mejores resultados a nivel de adaptación marginal comparándola con la CPC hallándose diferencias estadísticamente significativas; en relación a la terminación tipo chamfer, y respecto a la terminación tipo bisel no se hallaron estudios que evalúen la adaptación marginal de cofias fabricadas con SLM (1,2,5,6,8,11,23,28,29).

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 ángulo de convergencia, con otros materiales de fabricación de cofias, etc.

Se concluye que la mejor adaptación marginal fue para la SLM chamfer, seguida por la SLM bisel, después por la CPC bisel y por último por la CPC chamfer, pero todos los valores están dentro de los 120µm. En la discrepancia interna los valores alcanzados en los cuatro grupos de estudio fueron similares y por ello no son concluyentes, sin embargo se logró mejor adaptación a nivel axial que a nivel oclusal.

Correspondencia:

Cinthya Cecilia Zelada Ladrón de Guevara
Correo electrónico: cinthya.zelada@gmail.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. Sabit SM, Yesil Z. Influence of tooth preparation design on fitting accuracy of CAD/CAM based restorations. *J Esthet Restor Dent.* 2016;28(4):238-46.
3. McLean JW, Von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J.* 1971;131(3):107-11.
4. Christensen GJ. Marginal fit of gold inlay castings. *J Prosthet Dent.* 1966;16(2):297-305.
5. 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;14(3):118-29.
6. 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):623-7.
7. Kokubo Y, Nagayama Y, Tsūmīta M, et al. Clinical marginal and internal gaps of In-Ceram crowns fabricated using the GN-I system. *J Oral Rehabil.* 2005;32(10):753-8.
8. Ucar Y, Akova T, Akyil MS, Brantley WA. Internal fit evaluation of crowns prepared using a new dental crown fabrication technique: laser-sintered Co-Cr crown. *J Prosthet Dent.* 2009;102(4):253-9.
9. Kashani HG, Khera SC, Gulker IA. The effects of bevel angulation on marginal integrity. *J Am Dent Assoc.* 1981;103(6):882-5.
10. Bindl A, Mörmann WH. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown copings on chamfer preparations. *J Oral Rehabil.* 2005;32:441-7.
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. Re D, Cerutti F, Augusti G, Cerutti A, Augusti D. Comparison of marginal fit of Lava CAD/CAM crown-copings with two finish lines. *Int J Esthet Dent.* 2014;9(3):426-35.
13. Suárez MJ. Evaluación del sellado marginal de coronas de titanio colado y mecanizado con dos líneas de terminación. Tesis doctor en Odontología. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2003.
14. Pegoraro LF. Prótesis Fija. Sao Paulo: Artes Médicas;2001
15. Mezzomo E. Rehabilitación Oral Contemporánea. Bogota, Colombia: Amolca; 2010.
16. 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.
17. Syu JZ, Byrne G, Laub LW, Land MFI. Influence of finish-line geometry on the fit of crowns. *Int J Prosthodont.* 1993;6(1):25-30.
18. Bottino MA, Valandro LF, Buso L, Ozcan M. The influence of cervical finish line, internal relief, and cement type on the cervical adaptation of metal crowns. *Quintessence Int.* 2007;38(7):425- 32.
19. Anusavice KJ. La ciencia de los materiales dentales. 11 edición. Madrid: Elsevier;2004.
20. Rosentiel SF, Land MF, Fujimoto J. Prótesis fija: Procedimientos clínicos y de laboratorio. Barcelona: Salvat Editores;1991.

21. Kashani O. Metales y aleaciones en odontología. Rev Fac Odont Univ Ant. 2004;15(2):53-63.
22. Geis-Gerstorfer J, Schille Ch, Schweizer E, Noack F, Hoffmann R. Comparison of the biocompatibility and corrosion properties of a Co-Cr sinter alloy with a casting alloy. Dental dialogue. 2013;14:20-5.
23. 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.
24. Taggart W. A new accurated method of makin gold inlays. Dental Cosmos. 1907;49(11):1117-21.
25. Abad J, Castro O, Vargas S, Torres E. Comparación de la adaptación marginal de cofias elaboradas en cuatro tipos de máquinas de colado. Revista Odontus Odontología Integral. 2014;43:6-15.
26. Koutsoukis T, Zinelis S, Eliades G, Al-Wazzan K, Rifaiy MA, Al Jabbari YS. 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.
27. Rekow D. Computer-aided design and manufacturing in dentistry: a review of the state of the art. J Prosthet Dent. 1987;58:512-6.
28. Kim KB, Kim JH, Kim WC, Kim JH. Three dimensional evaluation of gaps associated with fixed dental prostheses fabricated with new technologies. J Prosthet Dent. 2014;112(6):1432-6.
29. Nesse H, Mari D, Myhre M, Øilo M. Internal and marginal fit of cobalt-chromium fixed dental prostheses fabricated with 3 different techniques. J Prosthet Dent. 2015;114(5):686-92.
30. 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.
31. 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.
32. 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(4):693-99.

Recibido: 14-08-2017

Aceptado: 20-12-2017