



Comparación de la precisión marginal de cofias de zirconia entre los sistemas CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®), CAD/CAM Zirkozahn (Zirkozahn®) y sistema pantográfico Zirkograph 025 ECO (Zirkozahn®)

Comparison of marginal fit of zirconia copings manufactured with the use of two CAD/CAM systems Cerec InLab (Sirona®) CAD/CAM Zirkozahn (Zirkozahn®) and Zirkograph 025 ECO pantographic system (manual milling system) (Zirkozahn®)

María José Jiménez Suárez,* Fernando Sandoval Vernimmen,§ Estefanía Alexandra Rodríguez Merchán^{||}

RESUMEN

Objetivo: Comparar la precisión marginal de cofias de zirconia elaboradas empleando dos sistemas CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®) y Zirkozahn (Zirkozahn®) y un sistema pantográfico Zirkograph 025 ECO (Zirkozahn®). **Material y métodos:** Se elaboró un muñón maestro de Cr-Co con preparación para corona de zirconia de un premolar superior. Se fabricaron 10 cofias de zirconia por grupo siguiendo los parámetros de cada sistema. El grupo control consistió en 10 cofias metálicas. Se ejecutó una técnica de réplica, utilizando polivinilsiloxano elite HD+ (Zhermack®). Mediante observación estereomicroscópica con aumento de 50x, se determinó en micras la discrepancia marginal absoluta y el espesor marginal de un punto por cara de cada cofia. El análisis estadístico se ejecutó con el software IBM SPSS®. Para comparar los datos obtenidos se realizó el test t. **Resultados:** La discrepancia marginal absoluta media y el espesor marginal fue 92.14 ± 38.59 y 78.62 ± 31.33 μm para el sistema CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®), 38.71 ± 12.62 y 36.91 ± 13.56 μm para el sistema CAD/CAM Zirkozahn (Zirkozahn®), 77.92 ± 38.01 y 69.42 ± 33.23 μm para el sistema pantográfico Zirkograph 025 ECO (Zirkozahn®) y 44.11 ± 15.36 y 43.74 ± 15.70 μm para el grupo control. Existieron diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas Cerec InLab (Sirona®) y Zirkograph 025 ECO (Zirkozahn®) en comparación con el grupo control para la discrepancia marginal absoluta y el espesor marginal. No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas CAD/CAM Zirkozahn (Zirkozahn®) y el grupo control. El nivel de significancia fue $p > 0.001$. **Conclusiones:** El sistema más preciso fue CAD/CAM Zirkozahn (Zirkozahn®). El sistema que mostró menor precisión marginal fue Cerec InLab (Sirona®).

Palabras clave: CAD/CAM, discrepancia marginal, zirconia, sistemas pantográficos.

Key words: CAD/CAM, marginal discrepancy, zirconia, pantograph (milling) systems.

ABSTRACT

Objective: To compare marginal fit of zirconia copings manufactured following two different systems: CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®) and Zirkozahn (Zirkozahn®) as well as a Zirkograph 025 ECO (Zirkozahn®) pantograph system. **Material and methods:** A master Cr-Co model stump was manufactured; it was prepared for the zirconia crown of an upper premolar. Ten zirconia copings were manufactured for each group following manufacturer's instructions. Control group consisted on ten metallic copings. A replication technique was followed using elite HD+ polyvinyl siloxane (Zhermack®). Measurements were taken using a stereomicroscope at 50x magnification so as to obtain marginal width in microns and thus determine absolute marginal discrepancy of each coping. Statistical analysis was conducted using IBM SPSS® software. T-test study was conducted in order to compare obtained data. **Results:** Mean marginal absolute discrepancy and marginal width were as follows: 92.14 ± 38.59 and 78.62 ± 31.33 μm for Cerec InLab (Sirona®) CAD/CAM system, 38.71 ± 12.62 and 36.91 ± 13.56 μm for Zirkozahn (Zirkozahn®) CAD/CAM system, 77.92 ± 38.01 and 69.42 ± 33.23 μm for Zirkograph 025 ECO (Zirkozahn®) pantograph system. Control group made of metal copings exhibited 44.11 ± 15.36 and 43.74 ± 15.70 μm . With respect to absolute marginal discrepancy and marginal width, significant differences were observed when comparing Cerec InLab (Sirona®) and Zirkograph 025 ECO (Zirkozahn®) with control group. Nevertheless, no significant differences were observed between Zirkozahn (Zirkozahn®) CAD/CAM system and the control group. Overall level of statistical significance was $p > 0.001$. **Conclusions:** Zirkozahn® CAD/CAM system was the most accurate system of all. CAD/CAM Cerec InLab system (Sirona®) proved to be the less precise system.

* Egresado.

§ Decano.

^{||} Profesor de Especialidad de Rehabilitación Oral.

Facultad de Odontología de la Universidad San Francisco de Quito.

Recibido: diciembre 2014.

Aceptado: marzo 2015.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/facultadodontologiaunam>

INTRODUCCIÓN

La preocupación estética ha llevado a la creación de materiales dentales cerámicos empleados para la elaboración de coronas libres de metal. Actualmente, el dióxido de zirconio se utiliza en la confección de cofias para prótesis parciales fijas debido a su dureza y resistencia. La zirconia puede ser utilizada en los sistemas CAD/CAM y pantográficos.¹ Los sistemas CAD/CAM funcionan mediante el escaneo de un objeto físico transformado en una imagen 3D a través de un software de diseño gráfico. Dicho diseño es enviado a un fresador robótico para obtener un producto final.² La fabricación de restauraciones mediante sistemas pantográficos consiste en la elaboración de una réplica que se utiliza como guía y se copia en el material deseado.³

Principalmente, se utiliza zirconia presinterizada, con un estado inicial poroso. La posterior sinterización produce una contracción de polimerización de 20-30%⁴ y puede asociarse con fallas en la precisión marginal resultante.⁵ La zirconia se utiliza como zirconia tetragonal parcialmente estabilizada con itrio (Y-TZP) con excelentes propiedades biocompatibles, mecánicas y estéticas.⁶ La resistencia a la fractura se asocia con el fenómeno de dureza de transformación de la zirconia, adquirida durante el cambio de fase de tetragonal a monoclinal.⁷

La precisión marginal es un factor de gran importancia en la elaboración de prótesis fijas, puesto que fallas en la adaptación marginal producen el fracaso a largo plazo del tratamiento rehabilitador. La presencia de espacio entre la cofia y el muñón contribuye a la formación de *biofilm*. Como consecuencia se produce inflamación gingival y el desarrollo de caries secundarias.⁸ Un estudio realizado sobre restauraciones de zirconia, después de cinco años de la cementación, determinó la presencia de caries secundarias en un 22% de los casos.⁹ La imprecisión marginal aumenta la prevalencia de bacterias en la cavidad oral, incrementando la incidencia de enfermedades periodontales. Las microfiltraciones pueden producir problemas endodónticos¹⁰ y es posible también la disolución del cemento y la posterior descementación de la restauración.¹¹ Un elevado espesor de cemento aumenta las fuerzas de tensión sobre la superficie de la corona, produciendo desgaste de la porcelana.⁴ El espacio aceptable entre la cofia y el diente debe ser menor a 120 μm .¹²

El objetivo de este estudio fue comparar la precisión marginal en cofias de zirconia elaboradas empleando los sistemas CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®), CAD/CAM Zirkozahn (Zirkozahn®) y el sistema pantográ-

fico Zirkograph 025 ECO (Zirkozahn®). La hipótesis del estudio fue que la adaptación marginal de las cofias de zirconia elaboradas con los sistemas CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®) y Zirkozahn (Zirkozahn®) son más precisas que la adaptación marginal de cofias de zirconia fabricadas mediante el sistema pantográfico Zirkograph 025 ECO (Zirkozahn®).

MÉTODO

Se realizó un estudio *in vitro*, comparativo, experimental y explicativo. Se elaboró un modelo maestro de Cr-Co con base en una preparación de ivorina para corona de zirconia de un premolar superior. El tallado realizado presentó una reducción proximal, vestibular y lingual de 1 y 1.5 mm en oclusal, con un margen gingival de hombro redondeado. El tallado se duplicó en un modelo maestro de Cr-Co, con una estructura de soporte de diseño cúbico en base de aluminio (*Figura 1*). Se elaboraron todas las muestras sobre dicho modelo.

Se fabricaron 10 cofias para cada sistema siguiendo los parámetros establecidos por el fabricante. Se formaron cuatro grupos, representados por los sistemas CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®), CAD/CAM Zirkozahn (Zirkozahn®), Zirkograph 025 ECO (Zirkozahn®) y un grupo control de cofias metálicas (*Figura 2*). Se empleó zirconia presinterizada que posteriormente completó su sinterización de acuerdo con las instrucciones de cada sistema. El grupo control consistió de 10 cofias de metal elaboradas mediante una técnica de cera perdida.

Las cofias fueron desinfectadas con etanol al 70%. Posteriormente, se ejecutó una desinfección ultrasónica en agua por cinco minutos.

Mediante una técnica de réplica, utilizando polivinilsiloxano de consistencia liviana elite HD+ *Super Light Body Fast Set* (Zhermack®) y pesada elite HD+ *Putty Soft Normal Set* (Zhermack®), se tomaron impresiones internas de cada cofia. Se diseñó y elaboró un dispositivo¹ de fuerza constante de 50N, calibrado por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), para controlar la fuerza de asentamiento de cada cofia en el muñón maestro. Dicho procedimiento se realizó bajo la supervisión del Dr. Fernando Sandoval en el Área de Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad San Francisco de Quito.

Las muestras fueron almacenadas en un ambiente seco; 24 horas después de tomada la impresión, se realizaron cortes longitudinales para su observación en el microscopio estereoscópico Meiji Techno EMZ-13TR (Meiji Techno®), a un aumento de 50x.

Se analizó, a nivel marginal, un punto por cara de cada cofia. Se midió en micras el espesor marginal (w) y se determinó la discrepancia marginal absoluta (z), empleando el método estandarizado por Holmes y cols,¹³ mediante la medición de la discrepancia marginal horizontal (x) y vertical (y). Se obtuvieron fotografías de las mediciones mediante el software Infinity 1 (Lumera®) (Figura 3), aprobadas por el Dr. Fernando Sandoval, decano de la Facultad de Odontología de la Universidad San Francisco de Quito. El análisis estadístico se realizó utilizando el software IBM SPSS®. Para comparar los datos obtenidos y obtener la significancia, se ejecutó el test t .

RESULTADOS

La discrepancia marginal absoluta media y el espesor marginal medio fue 92.14 ± 38.59 y $78.62 \pm 31.33 \mu\text{m}$ para el sistema CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®), 38.71 ± 12.62 y $36.91 \pm 13.56 \mu\text{m}$ para el sistema CAD/CAM Zirkonzahn (Zirkonzahn®), 77.92 ± 38.01 y $69.42 \pm 33.23 \mu\text{m}$ para el sistema pantográfico Zirkograph 025 ECO (Zirkonzahn®) y 44.11 ± 15.36



Figura 1. Muñón maestro de cromo-cobalto.



Figura 2. Copias de cada sistema analizado.

y $43.74 \pm 15.70 \mu\text{m}$ para el grupo control de copias metálicas (Figura 4). El grupo CAD/CAM Zirkonzahn (Zirkonzahn®) presentó los menores valores de discrepancia marginal media absoluta y espesor marginal medio, seguido por el grupo control de copias metálicas, con un error en desviaciones estándar entre los grupos menor al 5% (3.17%). El grupo con mayor discrepancia marginal media (vertical, horizontal y absoluta) y espesor marginal medio fue el grupo Cerec InLab (Sirona®) (Figura 5). Mediante la prueba t , se registraron diferencias estadísticamente significativas en la discrepancia marginal absoluta (y) y el espesor marginal (w) entre los grupos Cerec InLab (Sirona®) y Zirkograph 025 ECO (Zirkonzahn®) en contraste con el grupo control de copias metálicas ($p = 0.000$) ($p < 0.001$). No se obtuvieron resultados estadísticamente significativos entre los grupos CAD/CAM Zirkonzahn (Zirkonzahn®) y el grupo control ($p > 0.001$).

DISCUSIONES

En el estudio, las copias elaboradas mediante el sistema CAD/CAM Zirkonzahn® fueron las más precisas. Las copias del sistema CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®) presentaron la mayor discrepancia marginal, con valores máximos que superaban el valor clínicamente aceptado en la literatura. Por tanto, se aceptó parcialmente la hipótesis planteada para el estudio puesto que las copias elaboradas por el sistema CAD/CAM Zirkonzahn® presentaron la mayor precisión marginal.

Las diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos CAD/CAM evaluados pudieron deberse a factores relacionados con la digitalización de cada sistema. Los dos sistemas están sujetos a limitaciones relacionadas con la resolución finita del

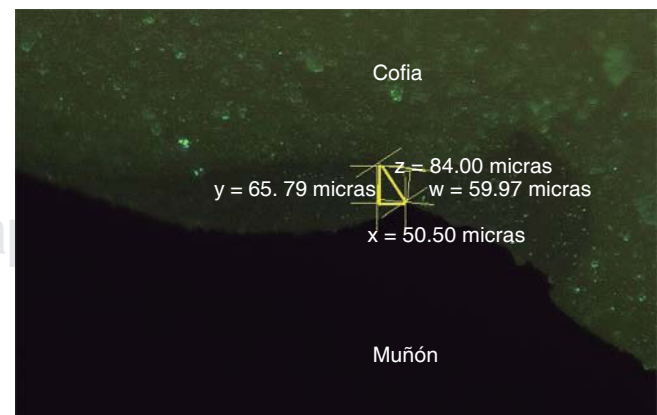


Figura 3. Determinación de discrepancia marginal absoluta (z), horizontal (x), vertical (y) y espesor marginal (w), aumento de 50x estereomicroscopio Meiji Techno EMZ-13TR (Meiji Techno®).

¹ Esteban Egúez Jara, Ingeniero Mecánico, Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad San Francisco de Quito, Ecuador.

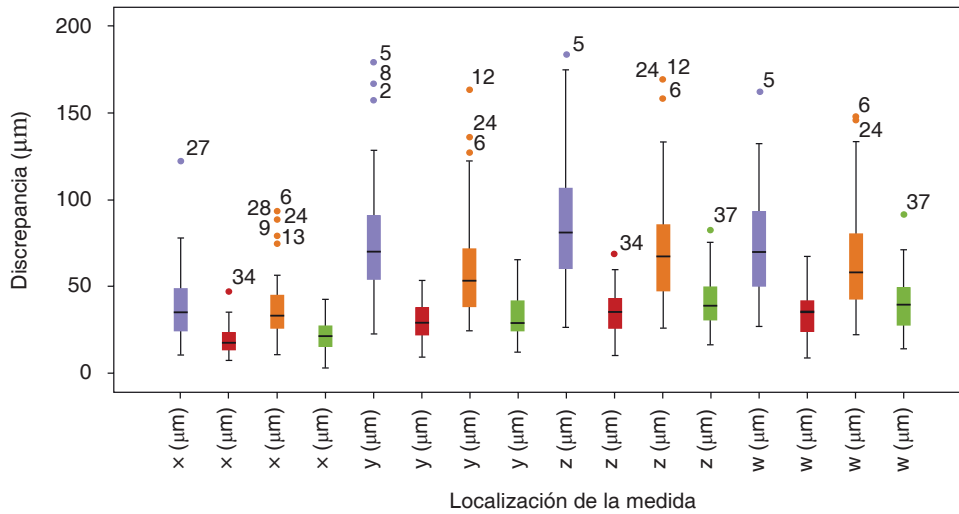


Figura 4. Box plot que representa la distribución de las dimensiones obtenidas de discrepancia marginal horizontal (x), vertical (y), absoluta (z) y espesor marginal (w) para los sistemas analizados.

Imagen en color en: www.medigraphic.com/facultadodontologiaunam

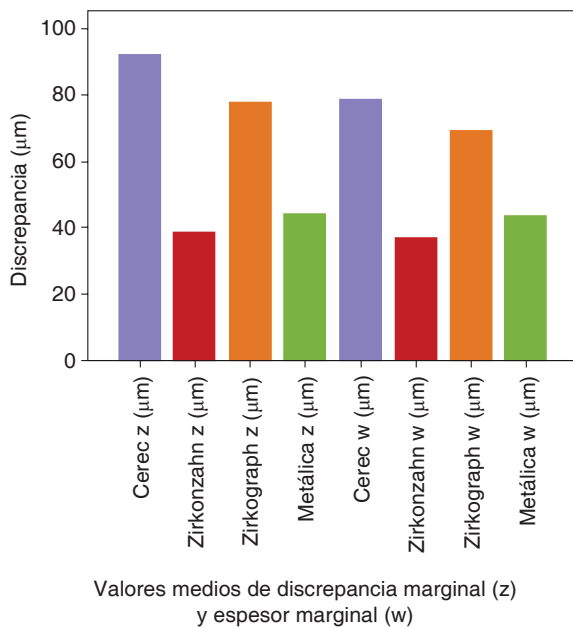


Figura 5. Gráfico de barras que muestra los valores medios de discrepancia marginal absoluta (z) y espesor marginal (w) de los sistemas utilizados.

escaneo. Según Reich y cols.,¹⁴ los errores de precisión marginal se deben a la formación de ángulos redondeados o picos formados debido al sistema óptico de escaneo. Además, la utilización del spray opacador para escaneo puede inhibir la reflexión durante el proceso, produciendo un aumento del espesor marginal. Los estudios de Beuer y cols.,¹⁵ Grenade y cols.¹⁶ y Kohorst y cols.,¹⁷ determinaron también que los procesos de elaboración CAD/CAM (fresado y sinterización) afectan significativamente la discrepancia marginal. La influencia del operador y el

técnico dental^{14,15} establecen la alta sensibilidad de la técnica CAD/CAM.

Reich y cols.,¹⁴ determinaron una discrepancia marginal de 65 µm para cofias de zirconia del sistema Cerec InLab (Sirona®). El estudio de Caparroso, Marín y Velásquez,¹⁸ estableció un espesor marginal de 47.34 µm, Bindl y Mormann¹⁹ de 43 µm, Beuer y cols.¹⁵ de 57 µm. Comparando estos valores con los obtenidos en el presente estudio, se establece que el valor medio obtenido de discrepancia marginal (78.62 µm) fue mayor al referido por la literatura.

Los valores de discrepancia marginal del sistema Zirkograph 025 ECO (Zirkonzahn®) fueron superiores a los obtenidos mediante el sistema CAD/CAM Zirkonzahn, pero inferiores en comparación con el sistema CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®). Santamaría, Aldana y Martín²⁰ evaluaron los sistemas CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®) y Zirkograph 025 ECO (Zirkonzahn®) encontrando una discrepancia marginal (121.3 µm) mayor para el sistema pantográfico que el obtenido en el presente estudio. Park y cols.,²¹ establecieron diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas CAD/CAM y pantográficos, siendo mejor la precisión marginal de las cofias del sistema pantográfico. Esta referencia coincide con el presente estudio entre los grupos CAD/CAM Cerec InLab® y pantógrafo Zirkograph 025 ECO (Zirkonzahn®).

Se establecieron diferencias estadísticamente significativas entre el sistema pantográfico Zirkograph 025 ECO (Zirkonzahn®) y el grupo control de cofias metálicas. Para los estudios evaluados en la literatura como para el presente estudio, la discrepancia marginal media fue menor a 120 µm y por tanto es aceptada clínicamente. La mayor discrepancia marginal de los

sistemas pantográficos se debe a la mayor influencia de procedimientos manuales aplicados.

Caparoso, Marín y Velásquez¹⁸ determinaron que las cofias metálicas presentaron mejor adaptación marginal que las cofias de zirconia elaboradas mediante el sistema CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®). Este resultado coincide con el obtenido en el estudio entre los grupos CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®) y el grupo control. Bindl y cols,¹⁹ demostraron que no existen diferencias significativas en la precisión marginal entre los sistemas CAD/CAM y la técnica convencional de cofias metálicas, resultado también obtenido en el presente estudio entre los grupos CAD/CAM Zirkozahn (Zirkozahn®) y el grupo control. Reich y cols,¹⁴ establecieron que la discrepancia marginal resultante para el sistema Cerec InLab (Sirona®) fue similar a la obtenida en las cofias metálicas. Este resultado no concuerda con los datos del estudio para el mismo sistema CAD/CAM, pero sí coincide para el sistema CAD/CAM Zirkozahn (Zirkozahn®).

Vojdani y cols.²² establecieron que las coronas metal-porcelana fabricadas con una técnica convencional presentaron mejor precisión marginal que las coronas del sistema CAD/CAM. Esta referencia es cierta entre los sistemas Cerec InLab (Sirona®) y el grupo control, pero no es aplicable entre el sistema CAD/CAM Zirkozahn (Zirkozahn®) y el grupo control.

Debido a la contracción de polimerización del polivinilsiloxano empleado en la técnica de réplica, las medidas de discrepancia marginal pudieron resultar menores que las reales. Se sugiere, en posteriores investigaciones, realizar también otras técnicas de determinación de adaptación marginal, como las técnicas cross-seccionales de cementación.

CONCLUSIONES

El sistema CAD/CAM Zirkozahn (Zirkozahn®) presentó menor discrepancia marginal absoluta y espesor marginal, seguido por el grupo control de cofias metálicas, sin diferencias estadísticamente significativas entre estos grupos. El sistema menos preciso fue CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®), con diferencias estadísticamente significativas con todos los grupos analizados. La precisión marginal de los sistemas CAD/CAM depende de los procesos de fabricación de cada uno. Para todos los sistemas, los valores medios de discrepancia absoluta y espesor marginal fueron menores a 120 µm, por tanto son clínicamente aceptados.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento al Área de Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad San Fran-

cisco de Quito por facilitar la ejecución del presente estudio.

Agradecimiento al Ing. Esteban Egúez Jara de la Universidad San Francisco de Quito por la colaboración en la presente investigación mediante el diseño del dispositivo de fuerza constante para el asentamiento de las cofias en el muñón maestro.

REFERENCIAS

- Martínez J, Rodríguez D. Comparación de la desadaptación marginal de cofias de zirconio (Y-TZP) realizadas con dos sistemas diferentes: CAD/CAM (Cerec) y pantográfico (Zirkozahn), mediante estereomicroscopio. *Revista Odontol.* 2010; 12 (35): 8-22.
- Miyazaki T, Hotta Y. CAD/CAM systems available for the fabrication of crown and bridge restorations. *Australian Dental Journal.* 2011; 56 (1 Suppl.): 97-106.
- Roberson TM, Heymann H, Swift EJ, Sturdevant CM. *Sturdevant's art and science of operative dentistry.* 5th ed. St. Louis: Elsevier; 2006.
- Kohorst P, Brinkmann H, Jiang L, Borchers L, Stiesch M. Marginal accuracy of four-unit zirconia fixed dental prostheses fabricated using different computer-aided design/computer-aided manufacturing systems. *Eur J Oral Sci.* 2009; 117 (3): 319-325.
- Euán R, Figueras-Álvarez O, Cabratosa-Termes J, Brufau-de Barbera M, Gomes-Azevedo S. Comparison of the marginal adaptation of zirconium dioxide crowns in preparations with two different finish lines. *J Prosthodont.* 2012; 21 (4): 291-295.
- Manicone P, Iommetti P, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. *J Dent.* 2007; 35 (11): 819-826.
- Alghazzawi T, Lemons J, Liu P, Essig M, Bartolucci A, Janowski G. Influence of low-temperature environmental exposure on the mechanical properties and structural stability of dental zirconia. *J Prosthodont.* 2012; 21 (5): 363-369.
- Heintze S. Systematic reviews: I. The correlation between laboratory test on marginal quality and bond strength. II. The correlation between marginal quality and clinical outcome. *J Adhes Dent.* 2007; 9 (1): 77-106.
- Beuer F, Korczynski N, Rezac A, Naumann M, Gernet W, Sorensen JA. Marginal and internal fit of zirconia based fixed dental prostheses fabricated with different concepts. *Clinical Clin Cosmet Invest Dent.* 2010; 2: 5-11.
- Biscaro L, Bonfiglioli R, Soattin M, Vigolo P. An *in vivo* evaluation of fit of zirconium-oxide based ceramic single crowns, generated with two CAD/CAM systems, in comparison to metal ceramic single crowns. *J Prosthodont.* 2013; 22 (1): 36-41.
- Tannamala P, Azhagarasan NS, Shankar K. Evaluation of marginal gap of Ni-Cr copings made with conventional and accelerated casting techniques. *Indian J Dent Res.* 2013; 24 (1): 146-152.
- McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an *in vivo* technique. *Br Dent J.* 1971; 131: 107-111.
- Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent.* 1989; 62 (4): 405-408.
- Reich S, Wichmann M, Nkenke E, Proeschel P. Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems. *Eur J Oral Sci.* 2005; 113 (2): 174-179.
- Beuer F, Aggstaller H, Edelhoff D, Gernet W, Sorensen J. Marginal and internal fits of fixed dental prostheses zirconia retainers. *Dental Materials.* 2009; 25 (1): 94-102.
- Grenade C, Mainjot A, Vanheusden A. Fit of single tooth copings: comparison between various manufacturing processes. *J Prosthet Dent.* 2011; 105 (4): 249-255.

17. Kohorst P, Junghanns J, Dittmer MP, Borchers L, Stiesch M. Different CAD/CAM-processing routes for zirconia restorations: influence on fitting accuracy. *Clin Oral Investig.* 2011; 15 (4): 527-536.
18. Caparroso-Pérez CB, Marín-Muñoz DV, Velásquez AE. Adaptación marginal y ajuste interno en estructuras de zirconia-ytria elaboradas con los sistemas CAD/CAM Procera y Cerec InLab. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia.* 2011; 22 (2): 186-197.
19. Bindl A, Mormann W. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown copings on chamfer preparations. *J Oral Rehabil.* 2005; 32 (6): 441-447.
20. Santamaría Y, Aldana K, Martín J. Comparación de la adaptación marginal e interna de las coronas fabricadas con tres sistemas totalmente cerámicos. *Institución Universitaria Colegios de Colombia.* 2009.
21. Park JH, Kwon TK, Yang JS, Lee JB, Kim SH, Yeo IS. A comparative study on the marginal fit of zirconia cores manufactured by CAD/CAM and copy milling methods. *Dentistry.* 2013; 3 (2): 163.
22. 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.* 2013; 14 (3): 118-129.

Dirección para correspondencia:
Fernando Sandoval Vernimmen
E-mail: fsandoval@usfq.edu.ec