

Fuerza de ruptura y adaptación marginal de carillas oclusales confeccionadas con CAD/CAM composite, cerámica híbrida y feldespática fijadas con distintos medios cementantes

Breaking strength and marginal adaptation of occlusal veneers made with CAD / CAM composite, hybrid ceramic and feldspathic fixed with different cementing medium

Presentado: 18 de octubre de 2021
Aceptado: 26 de octubre de 2022
Publicado: 10 de marzo de 2023

María de las Mercedes Juárez Peñalva,^a  Claudio A. A. Ibáñez,^a  María del Carmen Urquía Morales^b 

^a Cátedra de Prostodoncia I A, Departamento de Rehabilitación Bucal, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina

^b Cátedra de Operatoria I B, Departamento de Rehabilitación Bucal, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina

Resumen

Objetivos: a) Comparar la fuerza de ruptura (FR), adaptación marginal externa (AME) y angulación intracuspídea (AI) entre carillas oclusales confeccionadas con composite, cerámica híbrida y feldespática obtenidas con sistemas CAD-CAM fijadas con distintos medios cementantes y b) evaluar si el medio cementante, la AME y la AI influyen en la FR.

Materiales y métodos: 50 premolares conformaron 6 grupos de acuerdo a la combinación de los materiales Cp, composite Paradigm MZ100 (P), Cerámica híbrida VitaEnamic (VE), Cerámica feldespática Vitablocks Mark II (F) con los cementos Variolink N curado dual (VN) o resina compuesta Z100 calentada (RC): Grupo 1 (n=10) P-VN, Grupo 2 (n=10) P-RC, Grupo 3 (n=10) VE-RC, Grupo 4 (n=10) VE-VN, Grupo 5 (n=5) F-VN, Grupo 6 (n=5) F-RC. Los dientes preparados y acondicionados recibieron carillas confeccionadas utilizando el Sistema Cerec 3. Luego, fueron sometidas a fuerzas com-

presivas en una máquina de ensayos universal, aplicando una carga con una velocidad de desplazamiento igual a 0,5 mm/minuto hasta el cese por fractura catastrófica. Previo a realizar los ensayos se midió la AME en sus cuatro caras y la AI.

Resultados: Se obtuvieron valores de mayor FR para los Grupos 1 y 2, que se diferenciaron significativamente de los otros 4 grupos ($p < 0,05$). El medio cementante no influyó sobre la FR ($p > 0,05$). Hubo diferencias con relación a los materiales y la AME favoreciendo al Grupo 1 ($p < 0,05$).

Conclusiones: Las carillas oclusales confeccionadas en composite con sistemas CAD-CAM (Paradigm MZ100) necesitaron mayor fuerza para provocar su ruptura y registraron menores desadaptaciones.

Palabras clave: Adaptación marginal, carillas oclusales, restauraciones dentales.

Abstract

Aims: a) To compare the breaking strength (BS), external marginal adaptation (EMA) and intracuspisid angulation (ID) between occlusal veneers made with composite, hybrid ceramic and feldspathic obtained with CAD-CAM systems fixed

with different cementing medium and b) to evaluate the effect that the cement, the EMA and ID have on the BS.

Materials and methods: 50 premolars formed 6 groups according to the combination of the Composite Par-

adigm MZ100 (P), VitaEnamic hybrid ceramic (VE), Vitablocks Mark II feldspathic ceramic (F) with the dual-cured Variolink N (VN) or Z100 Heated Composite Resin (RC): Group 1 (n10) P-VN, Group 2 (n10) P-RC, Group 3 (n10) VE-RC, Group 4 (n10) VE-VN, Group 5 (n5) F-VN, Group 6 (n5) F-RC. The teeth received a preparation and were conditioned, subsequently, they received occlusal veneers using the Cerec 3 System. They were then subjected to compressive forces in a Testing Machine, applying a load with a speed of movement equal to 0.5 mm/minute until it stopped due to catastrophic fracture. Before carrying out the tests, the EAM was registered in four faces and the ID was measured.

Results: Higher BS were obtained for Groups 1 and 2, which differed significantly from Groups 3,4,5 and 6 ($p < 0.05$). The cementing medium did not influence the BS ($p > 0.05$). There were differences in relation to the materials and the EMA favoring Group 1 ($p < 0.05$).

Conclusions: The occlusal veneers made in composite with CAD-CAM systems (Paradigm MZ100) required greater force to cause their rupture and registered less misadaptations.

Key words: Dental restorations, marginal adaptation, occlusal veneers.

Introducción

Los avances en odontología restauradora permiten rehabilitar las piezas dentarias con tratamientos de mínima invasión. Estos avances sugieren que, cuando es necesario restaurar una pieza dentaria que ha perdido parte de su estructura, se debe primero intentar realizar una restauración plástica directa. Cuando existen cavidades muy amplias, pérdida de cúspides o de la anatomía de la cara oclusal por lesiones de erosiones o atrición, se considera conveniente recurrir al uso de restauraciones indirectas. Suelen elegirse las incrustaciones que, cuando incluyen las cúspides de la pieza dentaria, son denominadas incrustaciones *onlay*.^{1,2}

El desgaste dental existe desde el origen de la humanidad. Este implica una pérdida de estructura dentaria fisiológica de entre 20 y 38 micrómetros por año. Superados estos valores, los desgastes se consideran patológicos. Las dietas modernas contienen ácidos capaces de desmineralizar el esmalte dentario, lo que potencia el desgaste y la abrasión.^{3,4}

Estudios recientes⁴⁻⁸ han aportado progresos significativos en los tratamientos de rehabilitación dentaria, evitando el tradicional enfoque sustractivo y re-dirigiéndolo hacia un enfoque aditivo. El tratamiento de rehabilitación oclusal indirecta de tipo aditivo requiere involucrar varias piezas dentarias, muchas veces necesitando mínimos espesores para restaurar los tejidos perdidos.^{5,6} Las restauraciones oclusales, no requieren una preparación dentaria ya que nos encontramos con dientes que están tallados naturalmente por el desgaste sufrido.

La evidencia científica indica que las carillas oclusales son la mejor alternativa en el tratamiento de erosiones oclusales severas.⁵⁻⁷ Este tipo de restauraciones con mínima invasión a los tejidos representa una gran ventaja a nivel biológico si las comparamos con las restauraciones coronarias totales.^{5,7,9,10}

Es gracias a la tecnología de los materiales que podemos acceder a restauraciones con mínimos espesores. Existe una gran variedad de materiales cerámicos, resinosos y combinaciones de ambos con los que se confeccionan las restauraciones que presentan excelentes propiedades que les permiten perdurar a lo largo del tiempo, logrando excelentes resultados no solo estéticos sino de adaptación.^{1,2}

A partir de la aparición de medios cementantes adhesivos, las restauraciones pueden fijarse a través de la adhesión micromecánica y/o química, lo que favorece el éxito a largo plazo de las restauraciones más conservadoras.¹¹

Existe en el mercado una gran variedad de materiales para lograr la fijación adhesiva. Podemos clasificarlos, de acuerdo a su forma de activación de la polimerización en: autocurado, duales y fotocurado. Estos últimos pueden adquirirse como cementos o, cuando las restauraciones tienen espesores menores a 4 mm, pueden utilizarse los composites de restauración plástica de viscosidad normal o fluidos, los cuales, al tener mayor contenido cerámico y mayor resistencia al desgaste pueden mejorar el sellado marginal e incluso compensar algún desajuste en la adaptación.

Los materiales dentales tienen diferentes comportamientos ante la acción de fuerzas externas. Estas actúan sobre un material y producen su deformación. Como resultado se produce la tensión que se opone a las fuerzas externas. La tensión máxima que puede soportar un material se llama resistencia.¹²

En relación a esto, diferentes autores han estudiado la resistencia a la fractura comparando distintos materiales empleados, particularmente cerámicas y composites. Schlichting *et al.*⁸ observaron que ambas resinas compuestas estudiadas obtenidas por CAD-CAM (MZ100 y XR) pueden proporcionar una

mejor resistencia a la fractura en las incrustaciones ultradelgadas oclusales en dientes posteriores con requisitos de carga elevados en comparación a las de cerámica (Empress CAD y Emax CAD).

Por otra parte, Magne *et al.*¹⁰ observaron que las restauraciones *onlays* confeccionadas en composite Paradigm Z100 sobre tallados para incrustaciones de 1,5 mm tienen menor resistencia a la fractura que los tallados de 2,5 o 3,5 mm. En otro estudio, El Zohairy *et al.*¹³ observaron que las restauraciones CAD-CAM fabricadas a partir de bloques de composite procesados pueden presentar ventajas sobre los bloques de cerámica con respecto a la resistencia a la tracción cuando son cementados con cementos de resina. Magne *et al.*¹⁴ concluyeron que las incrustaciones oclusales CAD-CAM fabricadas en composite (Paradigm MZ100) tienen una resistencia a la fatiga significativamente mayor cuando las compararon con las fabricadas en cerámica (IPS Empress CAD y IPS e-max CAD). La desadaptación marginal externa de las restauraciones puede aumentar con el procedimiento de cementación. Si el ajuste marginal es deficiente puede provocar la disolución del cemento, la decoloración marginal, la microfiltración y la caries secundaria.¹⁵

Los objetivos de este estudio fueron: a) comparar la fuerza de ruptura, adaptación marginal externa y la angulación cuspídea entre carillas oclusales confeccionadas con composite, cerámica híbrida y feldespática obtenidas con sistemas CAD-CAM fijadas con dos distintos medios cementantes y b) evaluar si el medio cementante, la adaptación marginal externa y la angulación intracuspídea influyeron en la fuerza de ruptura

Materiales y métodos

En relación al primer objetivo de este estudio se consideraron como variables dependientes la fuerza de ruptura, la adaptación marginal y la angulación intercuspídea y, como variables independientes, el material de la restauración y el cemento. En el segundo objetivo se exploró si la adaptación marginal, el medio cementante y la angulación cuspídea (variables independientes) influyeron sobre la fuerza de ruptura (variable dependiente).

Selección de las muestras

Se seleccionaron 50 premolares superiores e inferiores recientemente extraídos por razones ortodóncicas o periodontales de pacientes comprendidos entre los 18 y 30 años de edad. Las extracciones dentarias se realizaron en el ámbito privado, y contando con el consentimiento informado de los pacientes incluidos en la experiencia, el mismo fue aprobado por el Co-

mité Académico de Investigaciones en Salud (CAIS) de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba, Proyecto ODO N°4T 261/15. Las piezas fueron conservadas por 48 hs hasta su utilización en solución fisiológica con timol tamponado para mantener un pH de 7.

Grupos de trabajo

Las muestras se dividieron en seis grupos de trabajo de acuerdo al material de incrustación y el material de cementado. A todos se les realizó una preparación dentaria para cementar incrustaciones ultradelgadas confeccionadas con diferentes materiales y cementadas con diferentes medios.

Grupo 1: (n=10) Composite Paradigm MZ100 (3M Espe St. Paul, USA), cementadas con cemento de curado dual Variolink N (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

Grupo 2: (n=10) Composite Paradigm MZ100, cementadas con resina compuesta Z100 (3M Espe St. Paul, USA) calentada a 68°C con Calset (AdDent, Danbury, Connecticut, USA).

Grupo 3: (n=10) Cerámica híbrida VitaEnamic (Vita Zahnfabrik, Frankfurt, Alemania) cementadas con resina compuesta Z100 calentada a 68°C con Calset.

Grupo 4: (n=10) Cerámica híbrida Vita Enamic cementadas con Variolink N.

Grupo 5: (n=5) Cerámica feldespática Vitablocks Mark II (Vita Zahnfabrik, Frankfurt, Alemania) cementadas con Variolink N.

Grupo 6: (n=5) Cerámica feldespática Vitablocks Mark II cementadas con resina compuesta Z100 calentada a 68°C con Calset.

Preparación dentaria

Todas las piezas dentarias recibieron una preparación, simulando una erosión oclusal avanzada de acuerdo al modelo utilizado por Magne *et al.*⁸ En primer lugar se removió la totalidad del esmalte oclusal con una piedra para turbina N° 2135 KG Sorensen (San Pablo, Brasil) respetando la inclinación cuspídea de cada pieza dental, hasta llegar a dentina conservando las caras libres vestibular y palatina a una distancia de 5,5 mm de la unión cemento adamantina y de 2,3 a 2,6 mm del surco oclusal (fig. 1). Una vez preparado el elemento dentario se realizó el sellado dentinario inmediato con un sistema adhesivo de grabado independiente de dos pasos. En todos los procedimientos se siguieron las instrucciones del fabricante. Se acondicionó con ácido fosfórico al 37,5% (Ultra-Etch, Ultradent, San Pablo, Brasil)



Figura 1. Piezas dentarias con caras oclusales talladas.

durante 15 segundos, luego se realizó un abundante lavado y un cuidadoso secado con aire por 3 a 5 segundos con una jeringa triple respetando una distancia de 20 mm entre la parte activa de la jeringa y la dentina sin resecar. Se aplicó el sistema adhesivo Adper™ Single Bond 2 (3M Espe St. Paul, USA) en dos capas consecutivas, con un micro aplicador dental descartable regular n° 3 (Henan Huakang Hongli Medical Devices Co., Ltd., Henan, China) aplicando movimientos de frotación por 15 segundos y se aplicó aire por 3 a 5 segundos con una jeringa triple respetando una distancia de 20 mm entre la parte activa de la jeringa y la dentina. A continuación, se polimerizó la resina adhesiva durante 10 segundos con lámpara de luz halógena Qhl 75 (Dentsply Caulk, Milford, USA) habiendo previamente chequeado el potencial lumínico con un radiómetro de comprobación de la salida de luz con potencia de 1000 mW/cm² con un adicional de 10 segundos bajo una barrera de aire de gel de glicerina (KY Jelly, Johnson & Johnson, New Brunswick, Canadá) para reducir el oxígeno de la capa inhibida. El exceso de resina adhesiva se eliminó del esmalte con una piedra para turbina N° 2135 FF (KG Sorensen, San Pablo, Brasil). Los dientes fueron almacenados en agua destilada durante 24 horas a temperatura ambiente hasta que se realizaron las restauraciones.

Preparación de los bloques

Los premolares fueron restaurados utilizando el Sistema Cerec 3 AC Bluecam Cerec software V 4.0 de Sirona Dental System GmbH (Bensheim, Alemania). Para poder realizar la impresión óptica de los elementos dentarios fue necesario montarlos en un modelo con dientes artificiales que completaran así los elementos dentarios mesial, distal y antagonista. Se los sostuvo con cera roja *utility*. Para esto hubo que cortar, en algunos casos, parte de las raíces de los premolares para que pudieran posicionarse correcta-

mente. Todas las muestras fueron restauradas con un overlay estandarizado de la base de datos de Cerec (2° premolar) usando las herramientas del software Cerec V 4.0 Sirona Dental System GmbH puesto en modo maestro. Con el propósito de estandarizar la anatomía oclusal de las restauraciones se utilizó la herramienta “posición” (traslación y rotación) sin la necesidad de editar la forma original del software (fig. 2 y 3). Se realizó el fresado de los bloques de composite Paradigm MZ100 cerámica híbrida Vita Enamic y bloques de cerámica feldespática VitaBlocks Mark II del tamaño I-12 o I-10. Luego de obtenidas las piezas, se realizó el desgaste de los bebederos con piedra para turbina N° 2135. Posteriormente se pulieron los bloques de composite con cepillos y gomas de pulido de composite (Enhance -Dentsply Sirona, San Pablo, Brasil). Cada una de las piezas dentarias fue ubicada en un bloque de acrílico con refuerzo metálico externo para su adaptación a un dispositivo ad-hoc, incorporando la raíz hasta 3 mm por debajo de la unión amelocementaria. Las restauraciones *onlay*, obtenidas del fresado, fueron medidas con un calibre para corroborar los espesores planeados para este trabajo, a saber: espesores promedio de 0,6 mm para el surco principal, un máximo

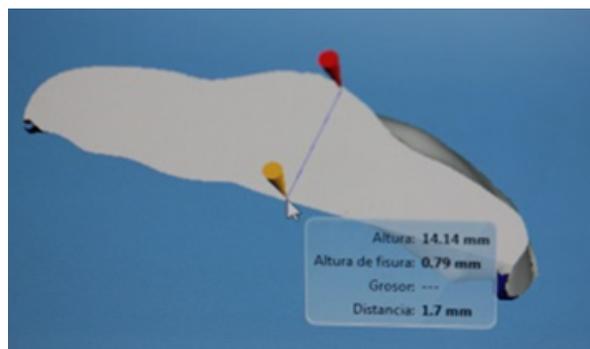


Figura 2. Ajuste de los espesores de las incrustaciones por medio del software.

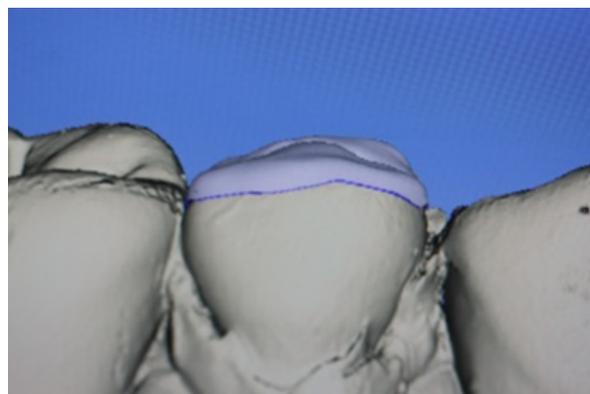


Figura 3. Diseño de incrustación.

de 1,3 mm para los vértices cuspidos y de 1,00 mm para las vertientes internas.

Cementado

Acondicionamiento de la restauración: La superficie interna fue acondicionada realizando un arenado abrasivo con partículas de óxido de aluminio de 27 micrómetros a 30 psi de presión. En los Grupos 1, 2, 3 y 4 se limpió la superficie interna de la restauración con ácido fosfórico al 37,5% (Ultra-Etch) durante un minuto, seguido por un lavado con agua a presión durante 20 segundos e inmersión en agua destilada para realizar un lavado en ultrasonido por 3 minutos. Luego de secar la superficie, se aplicó silano (Klepp, Grimberg, Buenos Aires, Argentina) a calor seco de 100°C por 5 minutos. Por último, se aplicó el sistema adhesivo indicado para cada grupo. Además para los Grupos 5 y 6 se realizó, a continuación del arenado, un acondicionamiento con gel de ácido fluorhídrico al 10% (Tedequim, Córdoba, Argentina) durante 20 segundos, lavado con agua por 15 segundos y neutralización con bicarbonato de sodio y se siguió con la secuencia del resto de los grupos.

Acondicionamiento de la preparación dentaria

Se arenó con partículas abrasivas de óxido de aluminio de 27 micrómetros, se lavó con agua y se secó con aire a presión. Posteriormente se acondicionó durante 30 segundos con ácido fosfórico al 37,5% se lavó con agua a presión y se secó con aire.

A continuación, se colocó el sistema adhesivo sobre la restauración y sobre la pieza dentaria, que no se fotopolimerizó en ninguna de las superficies involucradas. Se colocó sobre el diente el material de cementado elegido para cada grupo. Grupo 1, 4 y 5: cemento de curado dual Variolink N. Grupo 2, 3 y 6: resina compuesta Z100 calentada a 68° C con Calset. Luego, los bloques (piezas dentarias con sus restauraciones y el cemento colocado) fueron sometidos a una carga compresiva de 5 N. Para estandarizar la aplicación de la fuerza de cementado se utilizó un dispositivo ad-hoc (fig. 4) (Dispositivo fabricado en la Cátedra Operatoria I. Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Córdoba), interponiendo una lámina de estaño de 0,5 mm para no concentrar las fuerzas. Se removieron los excesos de material y se polimerizó el material de fijación. Cada restauración fue expuesta a una radiación electromagnética

de 1000 mW/cm² por 60 segundos en total: 20 segundos por cada cara, repetidos tres veces con lámpara de luz halógena. Luego se realizó el acabado y pulido de los márgenes con cepillos de cerdas impregnados en carburo de silicio Jiffy (Ultradent, San Pablo, Brasil). Cada espécimen fue almacenado en agua destilada por 24 horas a temperatura ambiente antes del test.

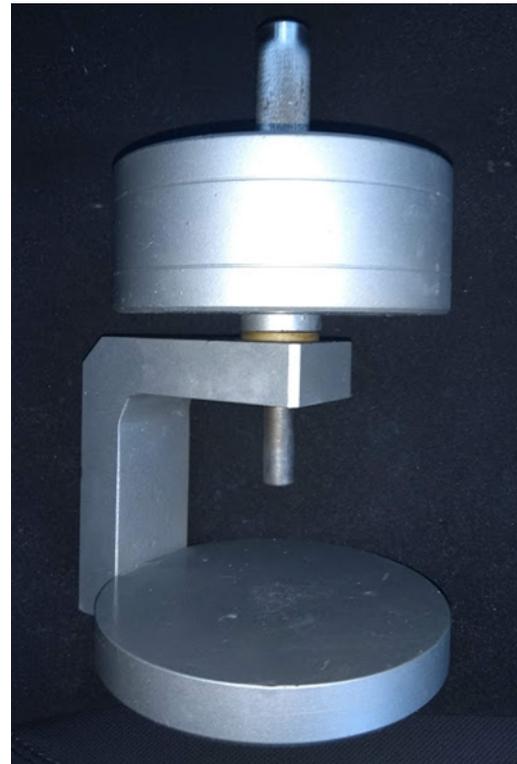


Figura 4. Dispositivo *ad Hoc* para cementar.

Análisis de la adaptación marginal externa

Se analizó el correcto ajuste de todas las restauraciones cementadas sobre los elementos dentarios preparados. Se adquirieron imágenes digitales con cámara fotográfica Sony modelo SSC-C370-P acoplada a lupa trinocular (Olympus, Tokio, Japón) con aumentos de 32X y 50X. Mediante el software para morfometría *Image Pro Plus 4.52* se midió la distancia entre el límite de la carilla oclusal y la preparación dentaria en sus caras V, P, M y D de todos los dientes que conformaban los 6 grupos de estudio. En cada cara se tomaron 10 medidas distribuidas a intervalos regulares para promediar una medida por cara (fig. 5).

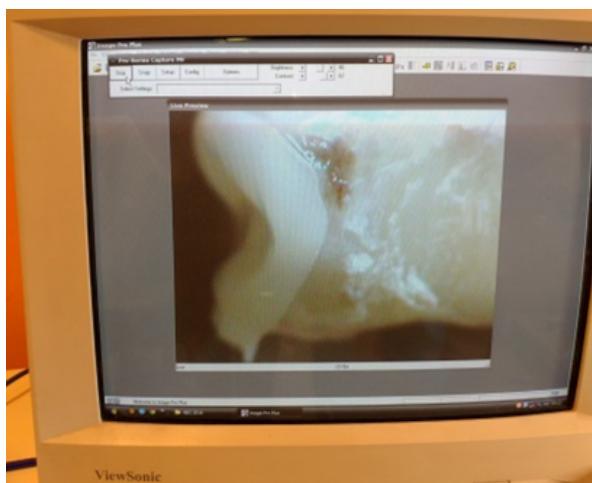


Figura 5. Mediciones de adaptación marginal externa.

Prueba de fuerza de ruptura

Cada pieza dental fue sometida a fuerzas comprensivas en una Máquina de Ensayos Universal marca DIGIMESS (Buenos Aires, Argentina), modelo RS-8000, con celda de carga Transcell Technology inc. Modelo BSS de 500 kg de capacidad. Los ensayos se llevaron a cabo aplicando una carga sobre las muestras con una velocidad de desplazamiento constante igual a 0,5 mm por minuto hasta el cese por fractura catastrófica. La fuerza se aplicó a través de una pieza metálica mecanizada de extremo abovedado simulando un antagonista (figs. 6 y 7). Las curvas registradas para cada ensayo se almacenaron para comprobar la fuerza de ruptura de cada muestra. Las pruebas se realizaron en el ABO, Facultad de Odontología, UNC.

Mediciones de la angulación intracuspídea

Se realizaron con el software para morfometría *Image Pro Plus 4.52* a partir de imágenes adquiridas con escáner gráfico HP G-3110 a 1200 dpi de resolución (fig. 8). Para ello se colocaron las probetas de manera que el plano del ángulo intercuspídeo quedara paralelo al cristal del escáner y con las herramientas específicas de software se midieron los ángulos. Estas mediciones fueron realizadas previo a la fractura de las muestras.

Análisis estadístico

Para evaluar el efecto de los factores “material de restauración” y “cemento de fijación” sobre los valores de fuerza de ruptura, los datos se analizaron considerando un modelo lineal univariante o ANOVA de dos vías (variable dependiente: fuerza de ruptura; variables independientes: material y cemento). Complementa-

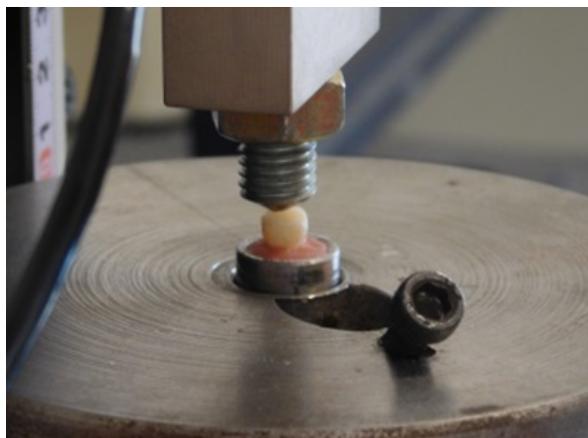


Figura 6. Máquina trabajando sobre la pieza dental.

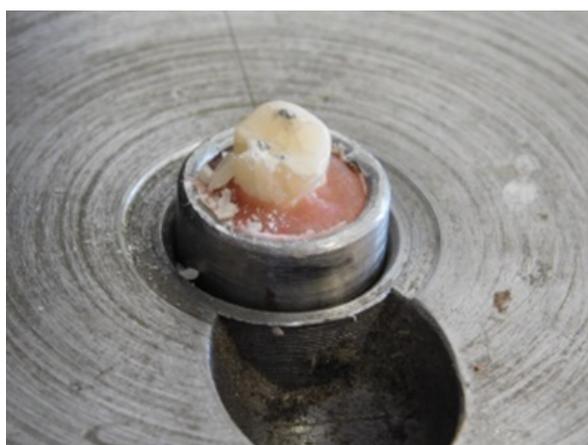


Figura 7. Fractura de las incrustaciones.

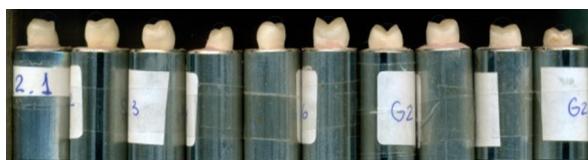


Figura 8. Imagen a partir de la que se calcularon los ángulos intracuspídeos.

riamente se llevaron a cabo contrastes múltiples entre grupos mediante test *post hoc* de Tukey. Se realizaron pruebas de correlación (*test* de Pearson) entre las variables fuerza de ruptura vs adaptación marginal y fuerza de ruptura vs angulación intracuspídea. Para evaluar el efecto conjunto de los factores (material, cemento, desadaptación y ángulo intracuspídeo sobre la fuerza de ruptura), se analizaron los datos mediante un Modelo Lineal Generalizado (MLG), considerando como variable dependiente la fuerza de ruptura (variable escalar continua). Los factores introducidos en el modelo (variables independientes o predictoras) fueron: material (Paradigm MZ100, Vita Enamic, VitaMark II Feldespato), cemento (Dual, RC), adaptación marginal externa y ángulo intracuspídeo. Para todas las pruebas estadísticas se fijó un nivel de significación de 0,05.⁸

Resultados

Fuerza de ruptura

Se obtuvieron valores de media y desviación estándar (DS) con mayor fuerza de ruptura para los Grupos 1 (1140 (289)) y 2 (1110 (510)), los cuales se diferenciaron significativamente de los Grupos 3 (840 (245)), 4 (645 (255)), 5 (510 (215)) y 6 (410 (340)). No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los cementos utilizados. Las medidas de dispersión asociadas revelan una elevada dispersión de valores, en particular el subgrupo G2 (Paradigm MZ100-Resina precalentada), que fue también el que registró los valores más elevados de la muestra (fig. 9). De acuerdo a los resultados obtenidos, solo se puede atribuir al material utilizado un efecto significativo respecto a la variabilidad de los valores de fuerza de ruptura ($p < 0,05$) y no al factor cemento ni a la interacción entre factores ($p > 0,05$) (tabla 1).

Tabla 1. Efecto de los factores material y cemento sobre los valores de fuerza de ruptura: Pruebas de los efectos inter-sujetos (ANOVA)

| Origen | SC Tipo III | gl | MC | F | Sig (valor p) |
|--------------------|-------------|----|---------|--------|---------------|
| Material | 3265714 | 2 | 1632875 | 14,839 | <0,001 |
| Material * Cemento | 5028 | 2 | 5028 | 0,046 | 0,832 |
| Cemento | 189534 | 2 | 94767 | 0,861 | 0,430 |
| Error | 4841773 | 44 | 110040 | | |

Origen: origen del efecto; SC: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; MC: media cuadrática; F: estadístico de contraste; Sig (valor p): significación estadística del resultado de la prueba. $R^2 = 0,418$ (R^2 corregida = 0,352). Potencia observada del modelo = 99%, calculado con $\alpha = 0,05$.

La prueba *post-hoc*, test de Tukey (tabla 2), mostró que los valores de fuerza del material Paradigm MZ100 fueron significativamente mayores que los obtenidos al utilizar VitaEnamic y cerámica feldespática Vita Mark II, mientras que al contrastar estos últimos entre sí (VitaEnamic y Vita Mark II feldespato), las diferencias no resultaron estadísticamente significativas ($p > 0,05$). Ambos conformaron entonces un subconjunto homogéneo.

Tabla 2. Fuerza de ruptura: Prueba DHS de Tukey. Se muestran las medias aritméticas de los grupos de subconjuntos homogéneos

| Material | n | Subconjunto | |
|-------------------------|----|---------------|---------------|
| | | 1 | 2 |
| Vita mark II Feldespato | 10 | 458,30 | |
| Vita Enamic | 20 | 740,7 | |
| Paradigm MZ100 | 20 | | 1123,9 |
| Sig. (valor p) | | 0,062 | 1,000 |

Adaptación marginal externa

En relación al material se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de adaptación marginal de los materiales ensayados (ANOVA: $p < 0,05$). Los valores medios (desviación estándar) fueron: Paradigm MZ100: 41,0 (17,3) μm , Vita Enamic: 65,8 (21,7) μm y cerámicas feldespáticas Vita Mark II: 79,4 (21,1) μm , diferenciándose significativamente el material Paradigm MZ100 del resto (Tukey: $p < 0,05$) (fig. 10). En relación al cemen-

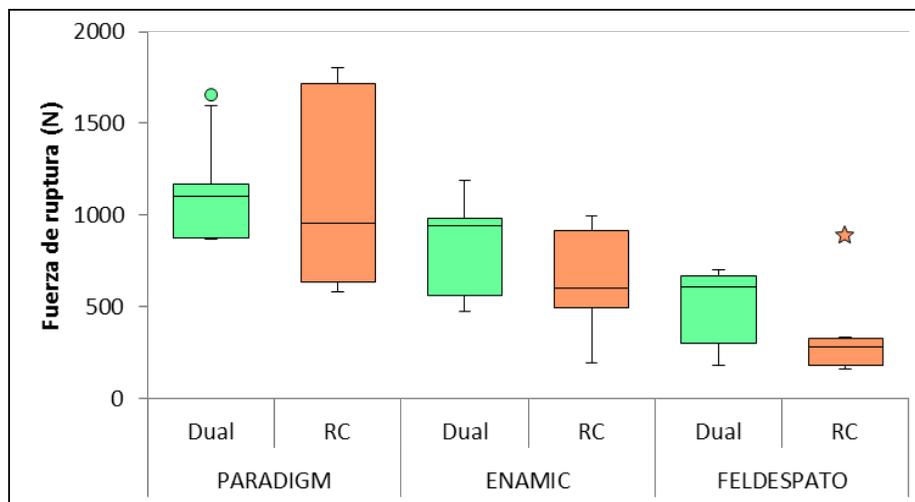


Figura 9. Distribuciones esquemáticas de valores de fuerza de ruptura según material y cemento. Para cada subgrupo, las cajas representan el 50% de los valores más centrales, la línea central, representa la mediana, las barras los valores mínimo y máximo, los círculos son valores atípicos y los asteriscos valores extremos. (RC: Resina compuesta Z100 precalentada, Dual: Cemento de curado dual Variolink N).

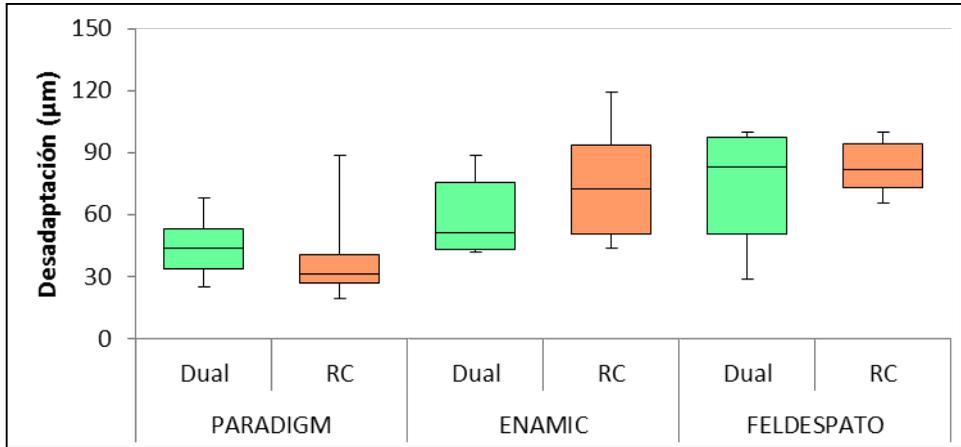


Figura 10. Distribuciones esquemáticas de valores de desadaptación marginal externa según material y cemento. Para cada subgrupo, las cajas representan el 50% de los valores más centrales, la línea central, representa la mediana, las barras los valores mínimo y máximo. (RC: Resina compuesta Z100 precalentada, Dual: Cemento de curado dual Variolink N).

to no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de adaptación marginal de los cementos ensayados (ANOVA: $p=0,44$). Los valores medios (desviación estándar) fueron: resina compuesta precalentada: 55,1 (24,3) μm y Variolink N: 62,1 (25,4) μm . No se verificó interacción entre los factores material y cemento en relación a la adaptación marginal (ANOVA: $p=0,31$).

Correlación entre la adaptación marginal externa y la fuerza de ruptura

Se observó un coeficiente de correlación significativo entre los valores de desadaptación y los valores de fuerza de ruptura (Corr. de Pearson: $-0,504$; $p<0,05$): a menor desadaptación, mayor fuerza de ruptura.

Angulación intracuspídea

En relación al material no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de angulación intracuspídea de los materiales ensayados (ANOVA: $p=0,29$). Los valores medios (desviación estándar) fueron: Paradigm MZ100: $128,9^\circ$ ($17,4^\circ$), Vita Enamic: $121,7^\circ$ ($14,9^\circ$) y cerámicas feldespáticas Vita Mark II: $119,8^\circ$ ($20,6^\circ$) (fig. 11).

Correlación entre la angulación intracuspídea y la fuerza de ruptura

Se observó un coeficiente de correlación significativo entre los valores de angulación intracuspídea y los valores de fuerza de ruptura (Corr. de Pearson:

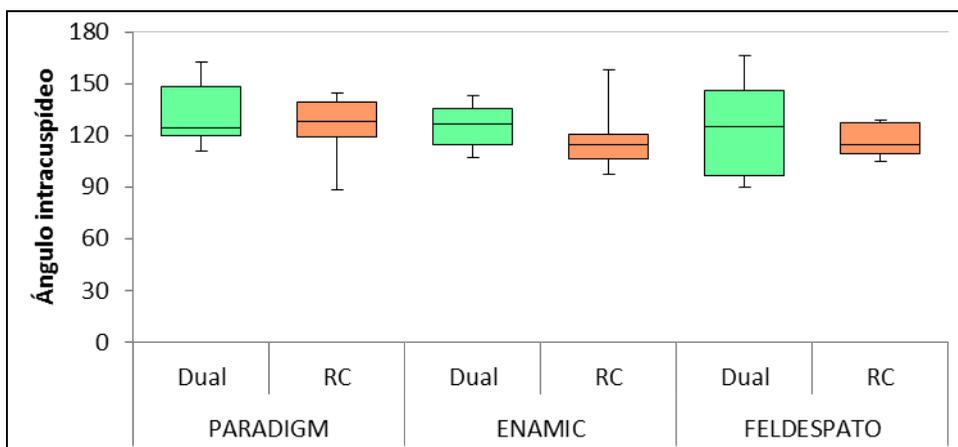


Figura 11. Distribuciones esquemáticas de valores de angulación según material y cemento. Para cada subgrupo, las cajas representan el 50% de los valores más centrales, la línea central, representa la mediana, las barras los valores mínimo y máximo. (RC: Resina compuesta Z100 precalentada, Dual: Cemento de curado dual Variolink N).

0,316; $p < 0,05$): a mayor angulación, mayor fuerza de ruptura.

Modelo lineal generalizado

La evaluación conjunta de los factores mediante el MLG para determinar el nivel de los efectos sobre la fuerza de ruptura halló que solo resultó estadísticamente significativo el factor "material" ($p < 0,05$). Esto indica que el material utilizado para la confección de la restauración indirecta es determinante respecto a la fuerza de ruptura de incrustaciones *onlay*. Paradigm MZ100 se posicionó en primer lugar, seguido por Vita Enamic, mientras que el grupo de cerámicas feldespáticas registró los valores más bajos.

Discusión

Al comparar los materiales utilizados en la prueba de fuerza de ruptura de las restauraciones realizadas, observamos que se obtuvieron valores superiores estadísticamente significativos en Composite Paradigm MZ100 en comparación con Enamic y cerámica feldespática.

Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los obtenidos por Schlichting *et al.*⁸, quienes evaluaron la resistencia a la fatiga de carillas oclusales ultradelgadas comparando Composite Paradigm MZ100 con Empress CAD e Emax CAD y obtuvieron como resultado mayor resistencia a la fatiga en composites y menor en cerámicas. Johnson *et al.*¹⁶ compararon la resistencia a la fractura entre composite Paradigm MZ100 y resina nanocerámica Lava Ultimate, esta última obtuvo valores superiores estadísticamente significativos.

Magne *et al.*^{14,17} en diferentes estudios, compararon la resistencia a la fractura de carillas oclusales confeccionada en IPS Empress CAD, IPS Emax CAD y Composite Paradigm MZ100 y concluyeron que Paradigm MZ100 tiene una resistencia a la fatiga superior que los otros dos materiales estudiados, coincidiendo con los resultados del presente trabajo. Si bien los resultados obtenidos en el presente trabajo coinciden con los de autores que obtuvieron mejores resultados con Composite Paradigm MZ100, otros autores difieren con este.^{18,19} Es interesante destacar que las restauraciones fueron cementadas con cementos diferentes a los utilizados por los otros autores.

En el análisis de la variable del cemento, en esta investigación, si bien obtuvimos mejores valores de fuerza de ruptura cuando se combinó el Composite Paradigm MZ100 con el cemento de Composite Z100 precalentado, la diferencia entre los grupos 1 y 2 no

fue estadísticamente significativa. El Zohairya *et al.*¹³ al comparar las fuerzas adhesivas de restauraciones confeccionadas con Composite Paradigm MZ100 y Cerec Vita blocks cementados con diferentes resinas duales, concluyeron que los valores adhesivos aumentan cuando la restauración es de composite en relación a las cerámicas.

En relación a la adaptación marginal externa, los mejores resultados, en este trabajo, se obtuvieron cuando las carillas fueron confeccionadas con Composite Paradigm MZ100 y cementadas con Composite precalentado. Si bien no se alcanzó a observar significancia estadística en el factor cemento en el presente estudio, es interesante considerar que Magne *et al.*²⁰ al comparar el asentamiento de incrustaciones *onlay* fabricadas con composite CAD-CAM cementadas con Dual (RelyX) y resina precalentada (Z100), observaron que las restauraciones que fueron cementadas con resina precalentada mostraron mejores valores que las fijadas con cemento dual.

Goulart *et al.*²¹, en su estudio de comparación de cementado de resinas precalentadas de diferentes marcas (XZ 250 y Venus) y cemento dual (RelyX ARC) concluyeron que la resina compuesta precalentada para procedimientos de cementación puede no mejorar la resistencia de unión microtensil, aunque podría usarse para reducir la viscosidad del material y mejorar el ajuste de la restauración. Estos autores consideraron que, mientras menor es el espesor de la restauración, mejores son las propiedades de unión microtensil en composites. Sin embargo, autores como Mounajjed *et al.*²² que compararon la adaptación marginal de las coronas de disilicato de litio cementadas con diferentes medios cementantes (Resina Harvard Premium Flow, cemento RelyX Ultimate y resina compuesta precalentada Enamel Plus Hri), concluyeron que las coronas cementadas con composite precalentado fueron las que obtuvieron valores mayores de desadaptación marginal externa, considerando que superaron el rango de desadaptación marginal clínicamente aceptable.

Por otra parte, y a partir de observaciones que surgieron de este trabajo, se pudo identificar que una variable tenía correlación con los resultados obtenidos: la angulación intracuspídea. Esta variable reveló que, a mayor angulación intracuspídea, mayor fue la fuerza necesaria para la ruptura. Las angulaciones de los diferentes grupos fueron realizadas al azar y se decidió realizar el análisis estadístico pertinente para poder sumar esta variable. Los resultados obtenidos fueron estadísticamente significativos.

Conclusiones

Con las limitaciones que tuvo esta investigación, se puede concluir que Paradigm MZ100 necesitó mayor fuerza para la ruptura y mostró mejores valores de adaptación marginal que Vita Enamic y Vitablock Mark II. Los medios cementantes evaluados Vario-link N y Composite precalentado Z100 no influyeron en la fuerza de ruptura del material ni afectaron la adaptación marginal externa. Tanto a mayor angulación intracuspídea, como a menor desadaptación marginal externa, fue mayor la fuerza de ruptura, lo cual implica una mayor resistencia a la fractura.

Este artículo científico está basado en la tesis doctoral de la Dra. María de las Mercedes Juárez Peñalva, disponible en el repositorio de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Contribución de roles de autoría

Todos los autores contribuyeron en la concepción de la idea, el diseño del estudio, el proceso de investigación, la recolección, análisis e interpretación de los datos y en la redacción del artículo. Asimismo, aprobaron la versión final para ser publicada y son capaces de responder respecto de todos los aspectos del manuscrito.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en relación a este artículo científico.

Fuentes de financiamiento

Este estudio fue financiado exclusivamente por los autores.

Identificadores ORCID

MMJP  0000-0001-9517-6903
 CAAI  0000-0003-1954-9522
 MCUM  0000-0003-0171-231X

Referencias

- Bertoldi Hepburn A. *Rehabilitación posendodóntica. Base racional y consideraciones estéticas*, 1ª ed. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 2012, pp. 21-79 y 285-334.
- Hirata R. *Tips. Claves en odontología estética*, 1ª ed., Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 2012, pp.145-69.
- Cuniberti de Rossi N, Rossi G. “Lesiones cervicales no cariosas y cariosas”, en: Barrancos Mooney PJ. *Operativa Dental. Avances clínicos, restauraciones y estética*, 5ª ed. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 2015, pp. 97-157.
- Johansson A, Omar R, Carlsson G, Johansson A. Dental erosion and its growing importance in clinical practice: From past to present. *Int J Dent* 2012;2012:1-18. <https://doi.org/10.1155/2012/632907>
- Schlichting L, Holz Resende T, Rodrigues Reis K, Magne P. Simplified treatment of severe dental erosion with ultrathin CAD-CAM composite occlusal veneers and anterior bilaminar veneers. *J Prosth Dent*, 2012;116:474-82. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.02.013>
- Vailati F, Belser U. Full-Mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: the three-step technique. Part 1. *Eur J Esth Dent*, 2008;3:30-44.
- Vailati F, Belser U. Full-Mouth Adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: the three-step technique. Part 2. *Eur J Esth Dent* 2008;3:128-46.
- Schlichting L, Pires M, Baratieri L, Magne P. Novel-design ultra-thin CAD-CAM composite resin and ceramic occlusal veneers for the treatment of severe dental erosion. *J Prosth Dent* 2011;105:217-26. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(11\)60035-8](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(11)60035-8)
- Fonseca RB, Fernandes-Neto AJ, Correr-Sobrinho L, Soares CJ. The influence of cavity preparation design on fracture strength and mode of fracture of laboratory-processed composite resin restorations. *J Prosthet Dent*. 2007;98:277-84. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(07\)60101-2](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(07)60101-2)
- Magne P, Knezevic A. Thickness of CAD-CAM composite resin overlays influences fatigue resistance of endodontically treated premolars. *J Dent Mater* 2009; 25:1264-68. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.05.007>
- Shillingburg HT, Hobo, S Whitsett LD, Jacobi R, Brackett, S. *Fundamentos esenciales en prótesis fija*, 3a ed., España, Quintessence S.L., 2006, pp. 385-418.
- Macchi R. “Propiedades de los materiales”, en: Macchi R. *Materiales Dentales*, 4ª ed. Buenos Aires, Editorial Panamericana, 2013, pp.13-37.
- El Zohairy A, De Gee A, Mohsen M, Feilzer A. Micro-tensile bond strength testing of luting cements to pre-fabricated CAD-CAM ceramic and composite blocks. *Dent Mater* 2003;19:575-83. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(02\)00107-0](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(02)00107-0)
- Magne P, Schlichting L, Pires M, Baratieri L. In vitro fatigue resistance of CAD-CAM composite resin and ceramic posterior occlusal veneers. *J Prosthet Dent* 2010;104:149-57. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(10\)60111-4](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(10)60111-4)
- Acquaviva P, Cerutti F, Adami G, Gagliani M, Ferrari M. et al. Degree of conversion of three composite material employed in the adhesive cementation of indirect restorations: a micro-Raman analysis. *J Dent* 2009;37:610-5. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.04.001>
- Johnson A, Versluis A, Tantbirojn D, Ahuja S. Fracture strength of CAD-CAM composite and composite-ceramic occlusal veneers. *J Prosth Res* 2014;58:107-4. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2014.01.001>
- Magne P, Stanley K, Schlichting L. Modeling of ultrathin occlusal veneers. *Dent Mat* 2012;28:777-82. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.04.002>. Publicado electrónicamente antes de su impresión el 9 de mayo de 2012.
- Morimoto S, Rebello de Sampaio FBW, Braga MM,

- Sesma N, Özcan M. Survival rate of resin and ceramic inlays, onlays, and overlays: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Dent Res* 2016;95:985-94. <https://doi.org/10.1177/0022034516652848>
19. Naik VB, Jain AK, Rao RD, Naik BD. Comparative evaluation of clinical performance of ceramic and resin inlays, onlays, and overlays: A systematic review and meta analysis. *J Conserv Dent* 2022;25:347-55. https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_184_22. Publicado electrónicamente antes de su impresión el 5 de julio de 2022.
20. Magne P, Razaghy M, Carvalho MA, Soares L. Luting of inlays, onlays, and overlays with preheated restorative composite resin does not prevent seating accuracy. *Int J Esthet Dent* 2018;13:318-32.
21. Goulart M, Borges Veleda B, Damin D, Bovi Ambrosano GM, Coelho de Souza F, Erhardt M. Preheated composite resin used as a luting agent for indirect restorations: effects on bond strength and resin-dentin interfaces. *Int J Esthet Dent* 2018;13:86-97.
22. Mounajjed R, Salinas T, Ingr T, Azar B. Effect of different resin luting cements on the marginal fit of lithium disi-

licate pressed crowns. *J Prosthet Dent* 2018;119:975-80. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.08.001>

Cómo citar este artículo

Juárez Peñalva MM, Ibáñez CAA, Urquía Morales MC. Fuerza de ruptura y adaptación marginal de carillas oclusales confeccionadas con CAD/CAM composite, cerámica híbrida y cerámica feldespática fijadas con distintos medios cementantes. *Rev Asoc Odontol Argent* 2023;111:e1110412. <https://doi.org/10.52979/raoa1110412.1179>

Contacto:

MARÍA DE LAS MERCEDES JUÁREZ PEÑALVA
mercejp@hotmail.com