



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
SUPERIORES UNIDAD LEÓN**

TEMA:

**“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESCEMENTADO
SOBRE BLOQUES DE ZIRCONIA CON DIFERENTES TIPOS
DE CEMENTOS DENTALES”**

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN ODONTOLOGÍA**

P R E S E N T A:

CANDY ESTEFANIA VILLANUEVA LIRA

TUTOR: DR. RENÉ GARCÍA CONTRERAS

ASESORES: DRA. BLANCA IRMA FLORES FERREYRA

DR. ROGELIO JOSÉ SCOUGALL VILCHIS



LEÓN GUANAJUATO, 2020.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Víctor Villanueva y Elvia Lira:

Por apoyarme en cada paso de mi formación profesional y brindarme las herramientas necesarias para poder concluir con mis estudios, por enseñarme a ser una persona con principios, responsable y a luchar siempre por mis sueños y metas. Por ser mis consejeros, que siempre están en cada momento y me apoyan incondicionalmente.

A mi tutor y asesores:

Por brindarme su apoyo, tiempo, conocimiento y las herramientas necesarias para poder llevar a cabo este proyecto. Por depositarme su confianza, guiarme y aconsejarme en cada paso.

A la ENES UNAM:

Por regalarme los mejores años de mi vida, las mejores experiencias y sobre todo por brindarme la mejor educación que pude recibir.

A mis maestros:

Por transmitirme sus conocimientos y enseñarme a ser una profesional de la salud ética y responsable.

*Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con
Diferentes Tipos de Cementos Dentales*

DEDICATORIAS

A mi padre y madre por siempre estar en cada paso, dando lo mejor de ellos para que yo pueda ser una mejor persona, por enseñarme valores y corregirme cuando estaba equivocada, por apoyarme para poder cumplir mis sueños y siempre darme su amor incondicional, sin ellos nada de esto hubiera sido posible.

A mis profesores, por enseñarme a ser una profesional de la salud ética, brindarme las herramientas para poder desenvolverme en el área de la odontología y por brindarme todos sus conocimientos y consejos de la manera más amable.

A mis amigos y compañeros de clase, por acompañarme en esta etapa, apoyándome y aprendiendo juntos.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	2
DEDICATORIAS	3
RESUMEN	7
PALABRAS CLAVE:.....	7
ABSTRACT	8
KEYWORDS:	8
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	10
1.1 ADHESIÓN	10
1.1.2 FALLO EN LA ADHESIÓN	10
1.1.3 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.....	10
1.2 DEFINICIÓN DE CEMENTO.....	11
1.3 CEMENTOS DENTALES.....	11
1.4 HISTORIA DE LOS CEMENTOS DENTALES	11
1.5 CEMENTADO ADHESIVO.....	12
1.6 CLASIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS DENTALES SEGÚN SU COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	13
1.6.1 CEMENTO FOSFATO DE ZINC.....	13
1.6.2 CEMENTO DE POLICARBOXILATO DE ZINC	13
1.6.3 CEMENTOS DE IONÓMERO DE VIDRIO.....	14
1.6.4 CEMENTOS DE IONÓMERO DE VIDRIO MODIFICADOS CON RESINA	17
1.6.5 CEMENTOS DE RESINA	19
1.7 CERÁMICAS DENTALES.....	24
1.7.1 CLASIFICACIÓN POR SU COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	24
1.7.2 CLASIFICACIÓN POR RESISTENCIA A LA FRACTURA.....	26
1.7.3 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL	27
1.8 CERÁMICAS ZIRCONIOSAS	28

*Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con
Diferentes Tipos de Cementos Dentales*

1.8.1 HISTORIA DE LA ZIRCONIA	28
1.8.2 DIFERENTES FORMAS DE LA ZIRCONIA	29
1.9 CEMENTACIÓN EN ZIRCONIA.....	29
1.10 ÍNDICE ADHESIVO REMANENTE	31
1.11 ANTECEDENTES	32
CAPÍTULO 2	34
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	34
2.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	35
2.3 JUSTIFICACIÓN	35
2.4 OBJETIVO GENERAL:	36
2.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	36
2.6 HIPÓTESIS	37
2.6.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO	37
2.6.2 HIPÓTESIS NULA	37
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO.....	38
3.1 TIPO DE ESTUDIO.....	38
3.2 DISEÑO DE ESTUDIO	39
3.3 UNIVERSO	40
3.4 MUESTRA	40
3.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN	40
3.5.1 Criterios de inclusión:.....	40
3.5.2 Criterios de exclusión:.....	40
3.5.3 Criterios de eliminación.....	41
3.6 VARIABLES	41
3.6.1 Independientes	41
3.6.2 Dependientes.....	42
3.7 GRUPO SELECTIVO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA	43
3.8 MATERIALES Y MÉTODOS	44
3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	56
CAPÍTULO 4	57
4.1 RESULTADOS.....	57
4.1.1 DESCRIPTIVOS	57

*Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con
Diferentes Tipos de Cementos Dentales*

4.1.2 PRUEBA DE NORMALIDAD	59
4.1.5 ÍNDICE ADHESIVO REMANENTE	61
4.2 DISCUSIÓN	62
4.3 LIMITANTES	64
4.4 PERSPECTIVAS A FUTURO	64
4.5 CONCLUSIONES	65
4.6 RELEVANCIA CLÍNICA	65
4.7 REFERENCIAS.....	66
4.8 ANEXOS	70

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

RESUMEN

Introducción: Cuando los dientes pierden su integridad estructural, funcional o estética, pueden restaurarse insertando materiales como resinas, cerámicos o metálicos, estas restauraciones se unen a la estructura dental mediante agentes de cementación ya sean a base de resina o ionómero de vidrio, para evitar que se desprendan y proporcionen un sellado marginal adecuado, asegurando su permanencia en la cavidad oral. Los agentes cementantes rellenan la interfase entre el diente preparado y la restauración, evitando que ésta se llene de bacterias y la lleve a la degradación del soporte. **Objetivo:** El objetivo de la presente investigación fue comparar la resistencia al descementado de cementos a base de ionómero de vidrio y de resina para restauraciones de zirconia previamente tratados con arenado (Al_2O_3 50 μm) e identificar el índice adhesivo remanente (IRA). **Método:** Se prepararon 90 bloques de zirconia de 12.5x12.5x5 mm, arenados con partículas (Al_2O_3 50 μm) y se confeccionaron un total de 120 bloques de 3 diferentes tipos de cementos, con ayuda de un molde metálico con diámetro de 4x4x1 mm. Quedando 3 grupos con 40 bloques cada uno: G1: Ketac Cem (Ionómero de vidrio). G2: Multilink Speed (Cemento de resina) y G3: Maxcem Elite (Cemento de resina). Posteriormente los bloques de cemento fueron adheridos a la superficie de zirconia. Las muestras se prepararon y almacenaron en agua desionizada a 37°C en incubadora durante 24 horas, antes de ser sometidos a la prueba de resistencia al descementado. La prueba se llevó a cabo en una máquina de ensayos universales, a una velocidad de 1 mm/min. Se registró la carga que produjo la fractura en MPa. Los datos fueron sometidos a pruebas de normalidad de Shapiro-Wilks. **Resultados:** Los cementos de resina mostraron mayores valores adhesivos comparados al grupo de cemento de ionómero de vidrio. El grupo de cemento Multilink Speed, presentó mayor resistencia al descementado comparado con los demás grupos. **Conclusiones:** Los cementos a base de resina muestran niveles de resistencia al descementado superiores a los cementos a base de ionómero de vidrio al ser adheridos a bloques de zirconia. El cemento de resina Multilink Speed, obtuvo un promedio de resistencia al descementado de 12.10 MPa, superando al cemento Maxcem Elite, con un promedio de 9.3 MPa. Se puede concluir que el grupo de Multilink Speed, fue el cemento que tuvo mayores valores adhesivos en zirconia.

PALABRAS CLAVE:

Cementos dentales, Zirconia, Adhesión, Resistencia al descementado.

ABSTRACT

Introduction: When the teeth lose their structural, functional or aesthetic integrity, they can be restored by inserting materials such as resins, ceramics or metal, these restorations are attached to the dental structure by means using cementing agents either based on resin or glass ionomer, to avoid that detach and provide an adequate marginal seal, ensuring their permanence in the oral cavity. Cementing agents fill the interface between the prepared tooth and the restoration, preventing it from filling with bacteria and leading to degradation of the support. **Objective:** The objective of the present investigation was to compare the share bond strength of cements based on glass ionomer and resin, when they adhering to zirconia restorations previously treated with sandblasting (Al₂O₃ 50 µm) and identify the remaining adhesive index (ARI). **Method:** 90 blocks of 12.5x12.5x5 mm zirconia were prepared, sandblasted with particles (Al₂O₃ 50 µm) and a total of 120 blocks of 3 different types of cements were made, with the help of a metal mold with a diameter of 4x4x1 mm. Remaining 3 groups with 40 blocks each: G1: Ketac Cem. G2: Multilink Speed and G3: Maxcem Elite. Subsequently the cement blocks were adhered to the surface of zirconia. The samples were prepared and stored in deionized water at 37 ° C in an incubator for 24 hours, before being subjected to share bond strength test. The test was carried out in a universal testing machine, at a speed 1mm / min or a load of 50 ± 2 N / min. The load that produced the fracture in MPa was recorded. The data were subjected to Shapiro-Wilks normality tests. **Results:** Resin cements showed higher adhesive values compared to the glass ionomer cement group. The Multilink Speed cement group, presented greater share bond strength compared to the other groups. **Conclusions:** Resin-based cements show higher levels of debonding resistance than glass ionomer-based cements when adhered to zirconia blocks. The resin cement Multilink Speed, obtained an average resistance to the decrease of 12.10 MPa, higher than the Maxcem Elite cement, with an average of 9.3 MPa. It can be concluded that the Multilink Speed group was the cement with the highest adhesive values in zirconia.

KEYWORDS:

Dental cements, zirconia, adhesion, drop resistance

INTRODUCCIÓN

Cuando los dientes pierden su integridad estructural, funcional o estética, pueden restaurarse insertando materiales como resinas, cerámicos o metálicos. Estas restauraciones se unen a la estructura dental mediante agentes de cementación ya sean a base de resina o ionómero de vidrio, para evitar que se desprendan y proporcionen un sellado marginal adecuado, asegurando su permanencia en la cavidad oral.¹ Una correcta adhesión proporciona alta retención, mejora la adaptación marginal, previene la microfiltración, y aumenta la resistencia a la fractura tanto del diente, como de la restauración.²

Los agentes cementantes rellenan la interface entre el diente preparado y la restauración, evitando que ésta se llene de bacterias y la lleve a la degradación del soporte.³ Los cementos de resina por sí solos no son adhesivos, deben complementarse con tratamientos tanto de la superficie del diente como de la superficie de la restauración.¹

Los materiales restauradores estéticos indirectos han ido evolucionando y mejorando sus propiedades físico-químicas, estos requieren de diferente medio cementante según su composición, por eso es de suma importancia conocer si se trata de una cerámica ácido resistente y podrá ser cementada convencionalmente, o si hablamos de una cerámica ácido sensible y requerirá del cementado adhesivo.²

La zirconia, el dióxido de zirconio (ZrO_2), fue identificada como tal en 1789 por el químico alemán Martin Heinrich Klaproth en el producto de reacción obtenido después de calentar algunas gemas, y se usó durante mucho tiempo mezclado con óxidos de tierras raras como pigmento para cerámicas. Su uso como material biomédico fue reportado por primera vez en 1969 por Helmer y Driskell.^{4, 5}

Las restauraciones de zirconia se han considerado como las más duraderas y resistentes de las cerámicas dentales.⁴ Aunque una gran desventaja de la zirconia es su naturaleza inerte, que disminuye el potencial para adherirse, ya que presenta una superficie no polar, por eso es importante un correcto tratamiento de esta y la correcta elección del material cementante, entre otros.⁶

El propósito del presente estudio fue comparar la resistencia al descementado de cementos a base de ionómero de vidrio y resina para restauraciones de zirconia previamente tratados con arenado (Al_2O_3 50 μ m) e identificar el índice adhesivo remanente (IRA).

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1 ADHESIÓN

La adhesión se conoce como el conjunto de interacciones físicas y químicas que tienen lugar en la interfase adhesivo/adherente, siendo adhesivo aquella sustancia que aplicada entre las superficies de dos materiales permite una unión resistente a la separación y sustrato o adherente aquel material que pretendemos unir por medio del adhesivo.⁷

Los adhesivos son puentes entre las superficies de los sustratos, tanto si son del mismo material o distinto. El mecanismo de unión depende de:

1. La fuerza de unión del adhesivo al sustrato o adhesión.
2. La fuerza interna del adhesivo o cohesión.⁷

1.1.2 FALLO EN LA ADHESIÓN

El fallo de una unión adhesiva puede ocurrir según tres posibles modos:

1. **Separación por adhesión:** cuando la separación se produce en la interfase sustrato-adhesivo.
2. **Separación por cohesión:** cuando se produce la ruptura del adhesivo.
3. **Ruptura de sustrato:** cuando el propio sustrato rompe antes que la unión adhesiva o que la interfase sustrato-adhesivo.⁷

1.1.3 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

La adhesión es un fenómeno de superficie. El espesor dentro del cual tienen lugar las interacciones entre adhesivo y sustrato (interfase adhesiva) tiene una magnitud del orden de las distancias intermoleculares. Cualquier sustancia intermedia va a interferir en este fenómeno. Cuando se buscan uniones reproducibles con durabilidad se necesitan procesos que aseguren la aptitud de la superficie para adherir, estos procesos se denominan tratamientos superficiales.

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

Los más utilizados son:

1. Limpieza superficial: desengrasado en fase vapor, tratamiento en baño de ultrasonidos, frotado, inmersión o spray.
2. Tratamientos abrasivos.⁷

1.2 DEFINICIÓN DE CEMENTO

El término cemento tiene su origen latino *caementum*, que era un término relacionado con la construcción de muros. Éste fue evolucionando y hacia el siglo XII, el término latino *caementum* pasó al francés *cément* y en 1849 se registra en inglés como *cement* y tuvo dos definiciones: sustancia para unir partes sólidas y material utilizado para las obturaciones de las caries dentales.

La Real Academia Española define cemento al revestimiento de la raíz o cualquier material de unión.⁸

1.3 CEMENTOS DENTALES

Los agentes cementantes son aquellos agentes que rellenan la interface entre el diente preparado y la restauración, evitando que ésta se llene de bacterias y la lleve a la degradación del soporte.³

1.4 HISTORIA DE LOS CEMENTOS DENTALES

En el siglo XVIII, Jacques Guillaume hizo las primeras referencias de los cementos como materiales de restauración, denominándose como rellenos de dientes vacíos. Ya en el año 1796 Friedrich Hirsch utilizó una pasta a base de piedra con el mismo fin.⁸

La odontología adhesiva comenzó con el avance e investigación del Dr. Michael G. Buonocore por la introducción de la técnica del grabado del esmalte a principios de 1950⁹, generando cambios verdaderamente sustanciales en los tratamientos dentales y en la posibilidad de modificar en diferentes aspectos las formas más tradicionales de la terapéutica dental. En 1967 cuando junto con Cueto publicaron

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

el primer artículo sobre la aplicación exitosa de selladores de fosetas y fisuras en el esmalte grabado para la prevención de caries oclusal en dientes posteriores.¹⁰

En 1961 por parte de Raphael Bowen, se logró el desarrollo de la resina de Bis-GMA, que vino a sustituir en muchos aspectos y en forma mucho más exitosa a las resinas acrílicas y epóxicas.¹¹

Los cementos convencionales hicieron su aparición hace más de 90 años, con el cemento de fosfato de zinc, este presentaba alta solubilidad y falta de adherencia, aunque también alta resistencia a la fatiga. Estaba indicado para la cementación de coronas, prótesis parciales fijas, e incrustaciones tipo inlay, onlay.

En la década de los 60 surge el policarboxilato de zinc, el inconveniente de este, es que presentaba baja resistencia a la compresión, discreto sellado marginal y baja rigidez después del fraguado.³

Posteriormente, los cementos convencionales de ionómero de vidrio fueron introducidos en 1971 por Wilson & Kent, con mayor adhesividad química a la estructura dental y capacidad cariostática. A principios de la década de 1980, los productos descritos como híbridos de cementos de ionómero de vidrio y resina compuesta fueron introducidos como "Ionómero de vidrio modificados con resina".³

Los cementos adhesivos hicieron su aparición a comienzos de 1970 en Inglaterra. En Europa se aplicó en 1975 y en Estados Unidos en 1977. En la década del 80 surgieron los híbridos para mejorar sus propiedades mecánicas.¹²

En el año 2002 aparecen los cementos de resina autoadhesivos. En este grupo se encontraría integrado el RelyX Unicem, Maxcem, Multilink Speed.⁸

1.5 CEMENTADO ADHESIVO

El cementado consiste en la unión de tres superficies: diente, cemento y prótesis, este espacio generado entre estas superficies puede estar sometido a cambios de humedad, químicos, mecánicos y térmicos, que pueden comprometer la estabilidad de la prótesis.⁸

El cementado de las restauraciones indirectas en prótesis fija (PF) es uno de los pasos más importantes a la hora de lograr una adecuada retención, resistencia y

sellado de la interfase entre el material restaurador y el diente. La diversidad de materiales restauradores utilizados en la actualidad requiere de cementos y protocolos específicos para lograr unión adhesiva efectiva y duradera.¹³

Cualquier imperfección del sellado permite el ingreso de las bacterias, deformaciones de las restauraciones en los procesos de masticación e inicio de caries en los pilares dentales.⁸

1.6 CLASIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS DENTALES SEGÚN SU COMPOSICIÓN QUÍMICA

1.6.1 CEMENTO FOSFATO DE ZINC

Su uso se reguló en el año 1935. Entre sus componentes tenemos:

- Polvo: Óxido de zinc 90%, óxido de magnesio 10%, fluoruros, óxido de bismuto, sílice
- Líquido: Ácido ortofosfórico 64%, agua 30 – 35%

Tiene una retención de tipo mecánica, y esto depende del grosor del cemento el cual debe ser 25 micras según la especificación N°96 de la ANSI/ADA. Entre sus desventajas tenemos: no son estéticos, reportan los mayores casos de microfiltración, alta solubilidad y falta de adherencia. Sin embargo, son fáciles de manipular, económicos y los excesos del material se retiran con facilidad.^{8,3}

1.6.2 CEMENTO DE POLICARBOXILATO DE ZINC

Fue introducido por Smith en el año 1968. Entre sus componentes tenemos:

- Polvo: Óxido de zinc, óxido de magnesio
- Líquido: Ácido poliacrílico

Tiene una reacción de tipo ácido-base al mezclarse sus componentes. La adhesión al diente es química, y esto sucede cuando los radicales libres del grupo ácido carboxilo se unen al calcio del diente.

No son ideales para cementar, debido a que no soportan el estrés oclusal por su baja resistencia a la compresión y al igual que el cemento fosfato de zinc suelen reportar pobre sellado marginal, y baja rigidez después del fraguado.^{3,8}

1.6.3 CEMENTOS DE IONÓMERO DE VIDRIO

Según la Organización Internacional de Normalización, ISO, el nombre propio de este material es "cemento de polialquenoato de vidrio".⁹

Estos cementos presentan dos principales ventajas: su adhesividad química a la estructura dental, gracias a la afinidad de sus grupos carboxilo por el calcio de la estructura dental; y su capacidad cariostática, por el flúor que contiene. Por otro lado, su principal desventaja es que su tiempo de fraguado supera las 24 horas.³

1.6.3.1 HISTORIA

Fueron introducidos por Wilson y Kent en 1971 en Inglaterra¹⁴, McLean fue el principal introductor de este material, que fue presentado en el mercado con las siglas ASPA (aluminio silicato poliacrílico) en 1974.¹⁵ Estos tenían como objetivo la combinación de las propiedades positivas de los cementos de silicato, resinas compuestas y los cementos de Policarboxilato.¹⁶

El primer ionómero de vidrio restaurador estéticamente aceptado fue el Fuji II®, el cual presentó mejores propiedades físicas que los materiales anteriores. Desde entonces la composición básica de estos materiales ha cambiado, por ejemplo: se ha añadido polvo de aleación para amalgama al vidrio, para formar un material llamado "Mezcla Milagrosa" y otros han añadido partículas de plata. En estos productos se logró mejorar tanto la resistencia a la compresión como la resistencia al desgaste.¹⁶

Posteriormente se sumaron componentes que experimentaron su polimerización mediante la luz. De estos el primer producto en aparecer en el mercado fue el Vitrebond® de la casa dental 3M.¹⁶ Mitra, en 1991 describe la reacción de los cementos de curado por luz, en cuatro etapas: tres de ellas incluye la reacción ácido-básica tradicional y el cuarto paso la reacción de curado por la luz, que involucra la polimerización de los grupos metacrilato que origina el que se desarrolle un material firmemente estructurado de superficie dura.¹⁷

La modificación más importante de los cementos de ionómero de vidrio, ha sido la incorporación de componentes resinosos, dando paso así a los nuevos ionómeros de vidrio modificados con resina los cuales fueron introducidos en el mercado entre los años 1993 y 1994, pudiendo ser utilizados como materiales de restauración definitiva.¹⁸

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

1.6.3.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA

Son conocidos con el nombre de cementos de poliacrilato de vidrio, y su base es agua, se desarrollaron a partir de una modificación de la composición del polvo empleado en los silicatos. Consisten en un vidrio de aluminio y sílice con un alto contenido en fluoruro que interactúa con el ácido polialquenoico (Tabla 1). Por tanto, combinan las propiedades de los silicatos (fuerza, dureza, desprendimiento de flúor), con las propiedades del ácido poliacrílico (adhesión y biocompatibilidad).^{15, 12}

Tabla 1: Composición química de ionómero de Vidrio (Cabrera Y., Álvarez M., Gómez M., Casanova Y. En busca del cemento adhesivo ideal: los ionómeros de vidrio. AMC. 2010; 14.

POLVO		LIQUIDO	PRIMER
Sílice, Fluoruros	Alúmina,	Ácido poliacrílico, ácido itacónico, ácido tartárico, agua	Ácido poliacrílico 10–25 %, resina hidrófila, cloruro férrico

1.6.3.3 NORMA ISO

La norma ISO actual para los ionómeros de vidrio proporciona valores mínimos para ciertas propiedades físicas.⁹

Tabla 2: Norma ISO ionómeros de vidrio (Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res. 1955; 34 (6): 849-853.)

Propiedades	Ionómero cementante	Ionómero restaurador
Tiempo de fraguado	2.5-8min	2-6min
Resistencia a la compresión	70 MPa	100 MPa
Ácido erosión (máximo) / mmh⁻¹	-	0.05
Opacidad	-	0.35-0.90
Ácido-soluble As/mg kg⁻¹	2	2
Ácido-soluble Pb/mg kg⁻¹	100	100

1.6.3.4 PROPIEDADES

- Compatibilidad biológica: Inicialmente el pH es ácido y en pocos minutos se acerca a la neutralidad. Son inocuos para la pulpa.¹²
- Capacidad de liberar flúor.¹⁵
- Gran capacidad de adhesión al esmalte, dentina y cemento.¹²
- Coeficiente de expansión térmica parecido a la dentina.¹⁵
- Estabilidad química y dimensional, los valores de solubilidad y desintegración son los más bajos de todos los cementos.
- Gran capacidad óptica y de fácil manipulación.
- Acción bacteriostática.¹⁵
- Ausencia de contracción de polimerización.¹⁵
- Resistencia a la compresión: al cabo de 24 horas, no menor a 65 MPa para los cementos tipo 1, y de 125 para los cementos tipo II.¹⁵
- Resistencia a la tracción diametral al cabo de 24 horas no inferior a 6 MPa para los cementos de tipo 1, y de 10 MPa para los de tipo II.¹⁵

1.6.3.5 REACCIÓN DE ENDURECIMIENTO

Reacción ácido–base y la formación de una sal de estructura nucleada. Los ionómeros de vidrio modificados con resina (VIR) fotopolimerizables endurecen a los 20–30 seg y los autopolimerizables tardan 2–3min. En cambio, los convencionales demoran 4–7 min.¹²

1.6.3.6 CLASIFICACIÓN DE WILSON Y MCLEAN:

Tipo I: cementos de fijación o selladores

Usados para la cementación de coronas, puentes, incrustaciones, postes, etc. Son cementos de baja viscosidad, fraguado rápido, técnica de dosificación y mezcla sencilla (relación polvo/líquido aproximadamente de 1.5:1), espesor final de película de 2.5 μm o menos y son radio-opacos.

Tipo II: materiales restaurativos

Ia: Estética restauradora: Son materiales usados para aplicaciones que requieran una restauración estética pero no deben recibir una carga oclusal excesiva. Se usan sobre todo en clases V y erosiones cervicales.

Iib: Restaurador reforzado: Que incluyen a su vez dos tipos:

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

1. **Mixturas:** Son cementos que se mezclan con metales, como la plata, aleación para amalgama de plata, oro o platino; las partículas metálicas están atrapadas en la red de poliacrilato sin estar unidas a ningún componente.
2. **Cermet:** Son cementos que incorporan partículas de metal, generalmente plata (también en ocasiones se ha probado la incorporación de oro), para aumentar su resistencia, lo que les proporciona mayor resistencia a la compresión y a la tensión. El metal se fusiona, mediante el proceso de sinterización, al polvo; unión ceramometálica.¹⁹

Tipo III: cementos protectores (ionómeros de resina)

Se usan como bases o fondos de cavidades. Son fotopolimerizables. Sus principales ventajas son rapidez de fraguado (comparable a las resinas), unión a dentina, desprendimiento de flúor, unión a adhesivos dentinarios y a resinas (gracias a los radicales libres del metacrilato).¹⁵

Tipo IV: Misceláneas: Existen productos para distintos usos, por ejemplo: adhesivos, que son un excelente grupo de materiales para eliminar los socavados o zonas retentivas de las preparaciones protésicas, pero no se deben usar para aumentar la altura o grosor de la preparación. Es posible su uso inmediato, aunque es recomendable dejar fraguar el material 24 horas antes de tallarlo, los selladores de fisuras y obturación de conductos.¹⁵

1.6.4 CEMENTOS DE IONÓMERO DE VIDRIO MODIFICADOS CON RESINA

Las primeras referencias sobre los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina aparecen a partir de 1988 cuando fue introducido en el mercado el Vitrebond®, de la Casa Dental 3M constituyendo, junto a otros materiales los cementos de primera generación.

Son predominantemente vidrios ionoméricos en un 80% con un 20% de resina fotocurada: endurecen mediante una reacción ácido-básica entre el ión filtrable del polvo del vidrio y el ácido poliacrílico, resultando en una transformación sol-gel.

En los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina más recientes, el componente de agua es sustituido con una resina tal como el hidroxietilmetacrilato (HEMA) o BIS-GMA, la reacción inicial parece ser una interacción ácido-base, seguida por la polimerización fotoquímica de la matriz cuando es sometida al fotocurado.

Estos materiales resolvieron las desventajas de los cementos de ionómero de vidrio convencionales tales como el corto tiempo de trabajo, el largo tiempo de fraguado y

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

la sensibilidad a la humedad durante las etapas de endurecimiento; preservando a su vez las ventajas clínicas tales como la estética, la adhesión a los tejidos dentarios, la liberación de flúor y el aislamiento térmico. Ellos pueden terminarse inmediatamente después de curados teniendo un acabado superior a los ionómeros tradicionales, presentan menor sensibilidad a la humedad y tienen mejores propiedades mecánicas. La adhesión a la dentina ha sido mejorada, así como también se ha reducido la microfiltración marginal, preservando muchas de sus propiedades ventajosas tales como la unión al esmalte y a la dentina, así como la liberación de iones de flúor.¹⁶

1.6.4.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA

Contienen los mismos componentes esenciales que los ionómeros de vidrio convencionales (polvo de vidrio básico, agua, poliácido), pero también incluyen un componente monomérico y un sistema iniciador asociado.⁹

Autopolimerizables:

Polvo: Sílice, alúmina, fluoruros, catalizador, activador

Líquido: Ácido poliacrílico, copolímeros carboxilos, monómero hidrófilo soluble, agua

Fotopolimerizables:

Polvo: Sílice, alúmina, fluoruros, foto iniciador, liquido

Líquido: Ácido poliacrílico, copolímeros carboxílicos, monómero hidrófilo soluble, agua, radicales metacrílico.¹²

1.6.4.2 MARCAS COMERCIALES DE CEMENTOS DE IONÓMERO DE VIDRIO

Tabla 3: Marcas comerciales de cementos de ionómero de vidrio (Rodríguez L., Jeanette K. Evaluación "in vitro" de la discrepancia marginal y microfiltración de cuatro cementos de resina usados en cementado de coronas de óxido de circonio [Trabajo Fin de Máster]. Universidad Complutense, Madrid. 2014).

Ionómero de vidrio		
	Ketac Cem	3M ESPE
	Ketac Fill	3M ESPE
	Ketac Molar	3M ESPE
	GC Fuji Temp LT	GC Europe
	Aqua Ionofil Plus	VOCO Gmbh
	Ionofil Plus, Plus Ac	VOCO Gmbh
	Ionofil molar	VOCO Gmbh
	Ionobond	VOCO Gmbh

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

	Meron	VOCO Gmbh
	Ionoscell	Septodont
	Ionotite	Tokuyama
	Viva Glass Cem PL	Ivoclar Vivadent
	Ionocem Glass	Itama
	Riva Luting	SDI
Ionómero de vidrio fotopolimerizable	Photac Fil Quick Aplicap	3M ESPE
	Vitremer	3M ESPE
	GC Fuji IX GP	GC Europe
	GC Fuji ORTHO	GC Europe
	Ionolux	VOCO Gmbh
	Ionoseal	VOCO Gmbh
	Viva glass liner	Ivoclar Vivadent
	Vitrebond	3M ESPE
Ionómero de vidrio reforzado con resina	Ketac Cem Plus	3M ESPE
	GC Fuji Plus EWT	GC Europe
	GC Fuji Cem	GC Europe
	GC Fuji ORTHO	GC Europe
	Meron Plus, Plus Ac	VOCO Gmbh
	Riva Luting Plus	SDI
Ionómero de vidrio reforzado con plata	Ketac Silver	3M ESPE
	Argion	VOCO Gmbh
	Argion Molar	VOCO Gmbh
Compomeros	Dyract	Dentsply
Ionómeros de vidrio con liberación de flúor	GC Fuji Triage	GC Europe

1.6.5 CEMENTOS DE RESINA

Aportan una adhesión por mecanismo de retención micromecánica en esmalte y por hibridación en dentina. Es el sistema de adhesión dentinaria más fuerte y eficaz.¹²

Los cementos resinosos son materiales utilizados para la cementación y que poseen composición semejante a la de las resinas compuestas restauradoras poseyendo, así, una matriz orgánica formada por Bis-GMA (bisfenol A glicidil metacrilato) o UEDMA (uretano dimetacrilato) y monómeros de bajo peso molecular, como el TEGDMA (trietilenoglicol dimetacrilato), poseen también agrupamientos funcionales hidrofílicos para promover la adhesión a la dentina como el HEMA (hidroxietil metacrilato), el 4-META (4metacriloxietil trimelitano anidro) y el MDP (10-metacriloxidecil dihidrógeno fosfato).²⁰

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

1.6.5.1 FASES

Tabla 4: Fases cementos de resina (Composición química de ionómero de Vidrio (Cabrera Y., Álvarez M., Gómez M., Casanova Y. En busca del cemento adhesivo ideal: los ionómeros de vidrio. AMC. 2010; 14(1)).

Matriz Fase líquida	Aporta las propiedades adhesivas. Forma el entramado polimérico cuando polimeriza el material.
Relleno Fase sólida	Aporta propiedades ópticas y mecánicas. El tipo y cantidad de relleno determinan, entre otras cosas, la densidad del cemento y el grosor de capa. ¹²

1.6.5.2 PROPIEDADES

Tabla 5: Propiedades de los cementos a base de resina (Rodríguez L., Jeanette K. Evaluación "in vitro" de la discrepancia marginal y microfiltración de cuatro cementos de resina usados en cementado de coronas de óxido de circonio [Trabajo Fin de Máster]. Universidad Complutense, Madrid. 2014).

Tiempo de Fraguado a 37°C	2-4 minutos
Espesor de película	25 micras
Fuerza de adhesión a la dentina	18-30 MPa
Resistencia a la compresión	70-172 MPa
Resistencia a la tracción	34 a 37 MPa
Solubilidad al agua	0.01%
Modulo elástico	2.1-3.1 GPa

1.6.5.3 CLASIFICACIÓN POR TIPO DE POLIMERIZACIÓN

Tabla 6: Clasificación por tipo de polimerización de los cementos a base de resina (Sosa B., Webb J. Cementos resinosos (tesis de pregrado). Lima, Perú. Universidad Peruana Cayetano Heredia. 2010).

Cemento	Forma de activación	Indicaciones	Propiedades
Fotopolimerizable	Fotoactivado, foto iniciadores como Alcanforquinona	Carillas cerámicas, coronas,	Mejor control de tiempo de trabajo

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

		incrustaciones cerámicas. ³	Estabilidad de color Disponibles en diversos colores y opacidades. ³
Autopolimerizable	Química, reacción Peróxido-amina	Postes adhesivos no metálicos y las restauraciones o piezas protésicas metálicas. ³	Menor estabilidad del color por degradación de las aminas que no reaccionan.
Dual	Las dos anteriores	Restauraciones con un espesor de 2mm. ¹² Cementación definitiva de las restauraciones indirectas totalmente cerámicas, así como las de composite y a base de metal. ³	

1.6.5.4 CLASIFICACIÓN POR EL TAMAÑO DE PARTÍCULA

1. Microparticulados: Sus partículas inorgánicas de relleno presentan un tamaño promedio de 0.04 micras y su porcentaje de aproximadamente 50% en volumen.^{20,12}

2. Microhíbridos: Constituyen la mayoría de los cementos resinosos que se encuentran en el mercado odontológico. El tamaño promedio de sus partículas inorgánicas de relleno es de alrededor de 0.04 micras a 15 micras, las cuales están incorporadas en un porcentaje de aproximadamente 60 a 80% en volumen.

Según los datos de la literatura, los mejores resultados se logran con los cementos que presentan en su composición partículas microhíbridas, debido a que su contracción de polimerización es más baja y presentan una viscosidad media, lo cual permite un adecuado asentamiento de la restauración.³

1.6.5.5 CLASIFICACIÓN POR EL SISTEMA ADHESIVO QUE REQUIEREN

Cementos resinosos con adhesivos

Requieren que se les aplique un sistema adhesivo que puede ser de acondicionado ácido o de auto acondicionador para unirse a la superficie del diente.

Los cementos resinosos que necesitan un sistema de acondicionamiento ácido, se adhieren a la estructura dental por medio de retenciones micromecánicas que se obtienen por medio de un acondicionamiento con ácido fosfórico al esmalte y dentina, complementado posteriormente con la aplicación de un primer y un agente adhesivo, para lograr la capa híbrida en dentina.

Cementos resinosos autoadhesivos

Los cementos resinosos autoacondicionantes reciben ese nombre porque prescinden de un acondicionamiento con ácido fosfórico previo ya que utilizan un primer ácido.³

Fueron introducidos en el 2002, el primero de este tipo en aparecer en el mercado fue el RelyX Unicem de la casa 3M, no requieren ningún pretratamiento de la superficie del diente. Una vez que el cemento es mezclado, el procedimiento de aplicación es bastante simple.²¹

El proceso de aplicación es de un solo paso clínico, similar al procedimiento de aplicación del fosfato de zinc y el policarboxilato, se dice que estos cementos son resistentes a la humedad y que liberan flúor como los cementos de ionómero de vidrio.

Ofrecen óptimas propiedades mecánicas, estabilidad dimensional y adhesión micromecánica. Al mismo tiempo estos cementos responden a las demandas de los clínicos por una simplificación de la técnica, esta técnica de aplicación no deja espacios para errores inducidos por la sensibilidad de la técnica.

Hoy en día existen muchas marcas en el mercado, y todas son materiales radiopacos de curado dual que virtualmente pueden emplearse para cualquier restauración indirecta. El único procedimiento en el cual los cementos autoadhesivos están contraindicados es para la cementación de carillas.³

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

1.6.5.6 MARCAS COMERCIALES

Tabla 7: Marcas Comerciales de cementos de resina (Rodríguez L., Jeanette K. Evaluación "in vitro" de la discrepancia marginal y microfiltración de cuatro cementos de resina usados en cementado de coronas de óxido de circonio [Trabajo Fin de Máster]. Universidad Complutense, Madrid. 2014).

Cemento de resina	Panavia 21, F 2.0	Kuraray Dental
	Bistite II DC	Tokuyama Dental
	NX3 XTR 3era generación	Kerr
	Dentocem	Itena
	Clearfil Esthetic	Kuraray Dental
	Variolink N	Ivoclar Vivadent
	Multilink Speed	Ivoclar Vivadent
	eCement	Bisco INC
	Duo Link Universal	Bisco INC
	Resilute	Pulp dent corporation
Cemento de resina autoadhesivo	Relyx Unicem 2 Automix	3M ESPE
	Maxcem elite	Kerr
	BisCem	Bisco INC
	GC G-Cem Automix	GC Europe
	Embrace WetBond	Pulp dent corporation
	Bifix QM, Bifix SE	Voco
	Icem	Heraeuz Kulzer
	Speed cem	Ivoclar Vivadent
	Smart cem 2	Dentsply
	Total Cem	Itena
	Set & Set PP	SDI Dental
	Panavia SA	Kuraray

1.7 CERÁMICAS DENTALES

El término cerámica viene del griego *keramos* y significa tierra quemada, hecho de tierra, material quemado.²² Los materiales cerámicos son aquellos productos de naturaleza inorgánica, formados mayoritariamente por elementos no metálicos, que se obtienen por la acción del calor y cuya estructura final es parcial o totalmente cristalina.²³

Las cerámicas dentales, tienen una estructura mixta, son materiales compuestos formados por una matriz vítrea, cuyos átomos están desordenados, en la que se encuentran inmersas partículas más o menos grandes de minerales cristalizados, cuyos átomos están dispuestos uniformemente. La fase vítrea es la responsable de la estética, mientras que la fase cristalina es la responsable de la resistencia.²³

Todas las cerámicas, están constituidas fundamentalmente por los mismos materiales siendo la diferencia entre unas y otras la proporción de componentes primarios o básicos y el proceso de cocción empleado.²²

1.7.1 CLASIFICACIÓN POR SU COMPOSICIÓN QUÍMICA

Cerámicas feldespáticas

Su composición consta de un magma de feldespato en el que están dispersas partículas de cuarzo y, en mucha menor medida, caolín. El feldespato, al descomponerse en vidrio, es el responsable de la translucidez de la porcelana. El cuarzo constituye la fase cristalina. El caolín confiere plasticidad y facilita el manejo de la cerámica.

Al tratarse básicamente de vidrios poseen unas excelentes propiedades ópticas que nos permiten conseguir unos buenos resultados estéticos; pero al mismo tiempo son frágiles.²³

Tabla 8: Clasificación de las cerámicas feldespáticas (Álvarez M., Peña J., González I., Olay M. Características generales y propiedades de las cerámicas sin metal. RCOE. 2003; 8(5): 525-546; Martínez F., Pradies R., Suárez M., Rivera B. Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. RCOE. 2007; 12(4): 253-263).

Tipo	Composición	Resistencia a la flexión	Propiedades	Indicaciones
Convencionales. ^{23, 22, 24}	75-85% Feldespato	80-90 MPa	Cerámicas de baja resistencia	Cerámicas de recubrimiento de subestructuras

*Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con
Diferentes Tipos de Cementos Dentales*

	46-66% Cuarzo 5-25% Leucita 11-17% Alúmina 35% Caolín 1% Pigmentos			metálicas o cerámicas (de óxido de alúmina o de óxido de zirconio)
Aluminosas	Partículas de óxido de alúmina 50%. 30-40% Feldespató 15-17% Cuarzo Leucita	180 MPa	Cerámicas de mediana resistencia, baja translucidez, mayor opacidad.	Restauraciones monolíticas en el sector anterior como carillas estéticas o en el sector posterior como inlays y onlays. Núcleo de carillas o corona en dientes anteriores.
Reforzadas con leucita	40-63% Cuarzo 40-55% Leucita 18-20% Alúmina	160 a 300 MPa	Mayor resistencia sin afectar considerablem ente la traslucidez	Subestructuras de carillas, coronas y prótesis fija plural de 3 piezas anteriores Restauraciones monolíticas “maquilladas”
Reforzadas con Disilicato de litio	57-80% Cuarzo 11-19% Disilicato de litio 0-5% Alúmina	320-450 MPa	Presenta entre 6 a 9 distintos grados de traslucidez. Alcanzan un excelente rendimiento estético al tener la posibilidad de ser “maquilladas” o mediante la técnica “cut- back”	Subestructuras de carillas, coronas y prótesis fija plural de tres piezas hasta nivel de premolares. Restauraciones monolíticas

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

Cerámicas de óxidos

Son materiales policristalinos con escasa o nula fase vítrea, por lo que tienen una alta opacidad, lo que determina que fundamentalmente se utilicen para fabricar subestructuras. Pueden contener óxidos simples como óxido de alúmina, dióxido de zirconio o dióxido de titanio, así como óxidos más complejos como espinelas, ferritas, etc.²⁴

Tabla 9: Clasificación de las cerámicas de óxidos (Saavedra R., Iriarte R., Oliveira O., Moncada G. Clasificación y significado clínico de las diferentes formulaciones de las cerámicas para restauraciones dentales. Acta Odont. Venez. 2014; 52(2).)

Tipo	Composición	Resistencia a la flexión	Marcas comerciales
De óxido de alúmina	85% de partículas de óxido de aluminio de 2-5 nm de diámetro	500 MPa	VITA In-Ceram Alúmina VITA InCeram Spinell In-Ceram Zirconio All-Ceram
De óxido de zirconio	La composición típica es de un 95% de óxido de zirconio y un 5% de óxido de itrio.	900 MPa Alta dureza de 1200 HV	Procera Zirconio, Lava System, Kavo Everest, Zirkozahn, IPS e max ZirCAD, Denzir

Vitrocerámicas

Estas porcelanas se fabrican en estado vítreo, no cristalino y se convierten posteriormente al estado cristalino mediante tratamiento calórico. Se denominan vitrocerámicas porque su dureza y rigidez es similar al vidrio.

Su variedad es enorme y su composición muy heterogénea con mezclas muy complejas de diversos materiales, pero todas o casi todas presentan en distintas proporciones sílice, alúmina, y partículas cristalizadas. Una de sus mayores ventajas es su alta estética, propiedades ópticas y su alta translucidez.²²

1.7.2 CLASIFICACIÓN POR RESISTENCIA A LA FRACTURA

Todos los sistemas actuales poseen una adecuada resistencia a la fractura porque todos superan el valor límite de 100 MPa, establecido por la norma ISO 6872.

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

- **Baja resistencia** (100-300 MPa): Porcelanas feldespáticas.
- **Resistencia moderada** (300-700 MPa): cerámicas aluminosas, IPS Empress II e IPS e.max Press/CAD (Ivoclar).
- **Alta resistencia** (por encima de 700 MPa): cerámicas zirconiosas.²³

1.7.3 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL

Cerámicas ácido sensibles

Tienen un mejor desempeño desde el punto de vista mecánico, alcanzan mejores propiedades ópticas con buena estética y biocompatibilidad. Ejemplos de estas son las vitrocerámicas y las feldespáticas. El enlace resina-cerámica contribuye en la longevidad de la restauración mediante la unión micromecánica y química.

Para el tratamiento de la superficie cerámica se debe aplicar ácido fluorhídrico (en concentración de 5%) que al reaccionar con la matriz de vidrio de la cerámica (que contiene sílice) formará hidrofluorosilicatos, lo que resultará en una superficie con aspecto microscópico de panal de abejas. La estructura selectivamente retirada deja expuesta una estructura cristalina que aumenta el área superficial de unión,

crea retenciones y aumenta la energía superficial antes de colocar el silano y el sistema adhesivo.

Otro tratamiento recomendado para las superficies cerámicas se trata del arenado con partículas de 50µm de óxido de aluminio (Al_2O_3), 10mm de distancia, 90°, 30 seg/cm² a 1 bar de presión, con el fin de crear retención mecánica. Por su parte los silanos favorecen la humectabilidad y unión a las cerámicas mediante el depósito de grupos metacrilatos que se unirán a los de la resina favoreciendo de esta manera la unión entre lo orgánico del cemento de resina y lo inorgánico de la cerámica.²⁵

Cerámicas ácido resistentes

Son cerámicas policristalinas de alta densidad, alta resistencia a la fractura, al desgaste, alta dureza y resistencia química, sin vidrio de sílice amorfo en su composición. Sus matrices están formadas de óxido de aluminio o de zirconio, que no reaccionan ante los protocolos de grabado con ácido fluorhídrico.

Se utilizan principalmente para la fabricación de estructuras de alta resistencia, aprovechando la gama de posibilidades y la exactitud de los sistemas CAD-CAM. Sin embargo, poseen un compromiso estético por lo que generalmente son recubiertos anatómicamente con cerámicas feldespáticas o vítreas para mejorar su aspecto.²⁵

1.8 CERÁMICAS ZIRCONIOSAS

Están compuestas por óxido de zirconio altamente sinterizado (95%), estabilizado parcialmente con óxido de itrio (5%), se conoce químicamente con el nombre de zirconia, su microestructura es totalmente cristalina por lo que presenta una elevada tenacidad.

Se le considera el acero cerámico, ya que presenta una resistencia a la flexión entre 1000 y 1500 MPa, superando con un amplio margen al resto de porcelanas. Estas cerámicas son muy opacas, ya que no tienen fase vítrea, se emplean para la fabricación del núcleo de las restauraciones y son las candidatas idóneas para elaborar prótesis cerámicas en zonas de alto compromiso mecánico.²³

1.8.1 Transformación resistente

Este fenómeno fue descubierto por Garvie & cols. en 1975. La zirconia parcialmente estabilizada ante una zona de alto estrés mecánico, sufre una transformación de fase cristalina, pasa de forma tetragonal a monoclinica, adquiriendo un volumen mayor, de este modo se aumenta localmente la resistencia y se evita la propagación de la fractura. Esta propiedad les confiere a estas cerámicas una resistencia a la flexión entre 1000 y 1500 MPa, superando con un amplio margen al resto de porcelanas.²³

1.8.1 HISTORIA DE LA ZIRCONIA

Ha sido conocida como una joya desde la antigüedad, su nombre proviene del Zargón árabe (de color dorado) que a su vez proviene de las dos palabras persas Zar (Oro) y gun (Color).

La zirconia, el dióxido metálico (ZrO_2), fue identificada como tal en 1789 por el químico alemán Martin Heinrich Klaproth en el producto de reacción obtenido después de calentar algunas gemas, y se usó durante mucho tiempo mezclado con óxidos de tierras raras como pigmento para cerámicas.

El primer artículo sobre la aplicación biomédica de la zirconia fue publicado en 1969 por Helmer y Driskell,²⁶ mientras que el primer artículo sobre el uso de la zirconia para fabricar cabezas de bola para reemplazos totales de cadera (THR), que es la principal aplicación actual de esta cerámica.⁵

1.8.2 DIFERENTES FORMAS DE LA ZIRCONIA

La zirconia, es un material polimórfico que presenta tres formas dependientes de la temperatura que son:

- Monoclínica: De temperatura ambiente a 1.170 °C, con un comportamiento mecánico reducido que contribuye a una disminuida cohesión de las partículas cerámicas y por lo tanto de la densidad.
- Tetragonal: De 1.170-2.370 °C, que permite una cerámica con propiedades mecánicas mejoradas
- Cúbica: De 2.370° C al punto de fusión, con propiedades mecánicas moderadas.²⁷

De los tres tipos de cerámicas con base en zirconia de uso odontológico a la fecha (cerámicas de alúmina reforzadas con zirconia, zirconia parcialmente estabilizada con magnesio y zirconia policristalina tetragonal con 3% mol contenido de itrio (Y-TZP), el Y-TZP es la forma más utilizada en odontología por su alta resistencia flexural reportada en un rango de 900 a 1.200 MPa.²⁷

1.9 CEMENTACIÓN EN ZIRCONIA

Los materiales cerámicos de alta resistencia como la alúmina y la zirconia, son primariamente cristalinos, son químicamente más estables y no son fácilmente hidrolizadas, por lo tanto, no son vulnerables al protocolo de grabado con ácido fluorhídrico y silanización para generar rugosidad y activación química de la superficie, como se hace normalmente en las cerámicas a base de sílice.

Por esto las restauraciones con estructuras en zirconia son cementadas generalmente de forma convencional.²⁷

Hurtado en el artículo “Efectividad de diferentes tratamientos en la adhesión sobre cerámica de zirconio”, propone recurrir a las propiedades químicas propias del dióxido de zirconio. Por esto bajo la premisa de que el zirconio es soluble en ácido nítrico, y también en ácido clorhídrico, fluorhídrico y sulfúrico si se introduce calor a la reacción, se plantea la posibilidad de utilizar grabado ácido y otros tratamientos con tal de mejorar la adhesión mecánica en este tipo de restauraciones. Según Hurtado y los resultados de sus experimentos el grabado con ácido nítrico 0.5 por 5 minutos produce tan buenos resultados como los obtenidos al realizar el tratamiento con ácido fluorhídrico, por lo que lo recomienda como una buena alternativa para uso en la clínica dental.²⁵

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

Se han utilizado otros métodos para producir retención micromecánica, incluidos los sistemas de abrasión por partículas en el aire (APA), a menudo llamados chorro de arena e instrumentos rotatorios de diamante grueso.²⁸

Hurtado menciona que el uso de un sistema de arenado con partícula de óxido de aluminio de 50 micrones otorga muy buenos resultados adhesivos, sin embargo, existen autores que sugieren que el arenado podría ser dañino por la creación de microfracturas en la cerámica de zirconio que reducen su resistencia (hasta un 20 a 30%). En un estudio realizado por Kern, disminuyó la presión del arenado 0.05 – 0.25 Mpa y lo combinó con el uso de primers obteniendo valores considerablemente mayores comparados con los no arenados.²⁹

Otro método para aumentar las fuerzas de unión es el tratamiento con silano, que mejora la vinculación de los agentes de acoplamiento. Aunque, en un estudio realizado por Hurtado y col. se analizaron muestras de zirconio, al examinar los valores promedio del zirconio sin tratamiento de silano con los del zirconio tratado con silano, no se observan diferencias significativas entre los grupos. Esto comprueba que no hay interacción química ni de los silanos usados (Monobond Plus –Ivoclar, Relyx Primer-3M), ni del nuevo primer para zirconio de Ivoclar (Metal/Zirconia Primer), asegurando que la cerámica de zirconio no responde a los procedimientos de silanización, y aunque este no afectó negativamente la adhesión, la investigación condujo a asumir que el silano no fue efectivo.²⁵

Bielen et al en un estudio realizado en 2015, hicieron pruebas en ZirCAD (Ivoclar Vivadent), asignando aleatoriamente 4 grupos: (1) Mantenido en estado sinterizado (control), (2) Arenado con sílica triboquímica, (3) CoJet (3M ESPE) y (4) SilJet (Danville). Se unieron dos bloques de zirconia tratados previamente de forma idéntica con ayuda del cemento RelyX Ultimate, estos fueron pretratados químicamente con 10-MDP (Clearfil Ceramic Primer, Kuraray Noritake). Los especímenes se recortaron en la interfase a una forma de reloj de arena cilíndrica y se almacenaron en disolventes destilados (7 días, 37 ° C) y se sometieron a un envejecimiento mecánico (10 N, 10 Hz, 10.000 ciclos). El análisis Weibull dió como resultado la durabilidad de unión más favorable a las superficies pretratadas con arenado de sílice triboquímico (CoJet, SilJet).³⁰

10-MDP

Los *primers* metálicos son fáciles de aplicar y parecen dar resultados positivos después del arenado, y una adhesión bastante confiable con los cementos de resina. La presencia de monómeros adhesivos (MDP) en los cementos de resina, produce un vínculo más fuerte que otros cementos de resina y cementos convencionales, o al menos una resistencia de unión equivalente. Entre los cementos de resina a base de MDP, el papel de los compuestos inorgánicos es

importante para crear una resistencia a la hidrólisis. El potencial adhesivo al zirconio puede estar determinado por otros factores como el tamaño de partícula del relleno y la viscosidad.

Estos monómeros de fosfato (10-metacriloxidelfosafato dihidrogenado) contienen grupos funcionales capaces de polimerizar con otras matrices basadas en metacrilatos como las de los adhesivos o las resinas, estudios han demostrado que existe la formación de un enlace covalente entre el oxígeno, el fósforo y la zirconia mejorando la adhesión.

Se presumen que el 10- MDP presenta la capacidad de establecer fuertes uniones iónicas con la hidroxiapatita, mejora la integración con la dentina y resulta a favor de obtener mayor longevidad y menor sensibilidad postoperatoria de las restauraciones adhesivas.^{31,32}

1.10 ÍNDICE ADHESIVO REMANENTE

Es una técnica clínica que nos va ayudar a evaluar la cantidad residual del agente cementante sobre la superficie del material restaurador tras el descementado.

Grado 0: no queda agente cementante en la superficie del material restaurador

Grado 1: menos de la mitad del agente cementante

Grado 2: más de la mitad del agente cementante

Grado 3: permanece todo el agente cementante.³³

1.11 ANTECEDENTES

En 2005 Ernst hizo pruebas de fuerza de retención *in vitro* para cuatro sistemas de cementos resinosos, un compómero cementante, ionómero de vidrio convencional, un ionómero modificado con resina, y un cemento resinoso autoadhesivo, para coronas con cofias en óxido de zirconio, en este estudio se llegó a la conclusión que solo unos pocos agentes cementantes resinosos mostraron una mediana de fuerza de resistencia significativamente mayor a los ionómeros de vidrio convencional, e ionómero de vidrio modificado con resina.³⁴

Molin, en 2008, reporta que los pilares cementados con fosfato de zinc mostraron una incrementada brecha del margen protésico en 3 años de seguimiento, al igual que Roediger, en su estudio mostró alta tasa de descementación de prótesis parciales fijas en zirconia cementadas convencionalmente con fosfato de zinc.²⁷

Palacios en 2006, evaluó la capacidad de retención de coronas a base de óxido de zirconio, con 3 agentes diferentes de cementación (ionómero de vidrio modificado con resina, cemento de resina autoadhesivo y un cemento de resina convencional), en este estudio se concluye que estos tres tipos de cemento, presentan capacidades similares de retención, haciendo un arenado a la superficie de zirconia, con partículas de óxido de aluminio de 50 μm .³⁵

Shahin, en 2010, evaluó la influencia del tipo de cementante y del arenado sobre la retención de coronas a base de zirconia y encontró que además de que el cemento de resina con contenido de MDP produjo una retención más alta estadísticamente significativa con respecto a los cementos convencionales, demuestra que el arenado con partículas de óxido de aluminio de 50 μs a 0,25 MPa por 15s incrementa la retención de la corona a pesar del cemento usado.^{27,36}

José Pedro Corts en el artículo "Protocolos de Cementado en Restauraciones Cerámicas", sugiere que en zirconia, no está indicado ningún sistema adhesivo por lo que se puede optar indistintamente por cementos de ionómero de vidrio, fosfato de zinc e inclusive los resinosos los compara entre sí sin otorgarles diferenciación alguna en términos de resultados. No obstante, menciona que la clave para una óptima retención deberá ser planificada desde la preparación.³⁷

Bömicke et al en 2016, utilizaron muestras de ensayo estandarizadas, cilindros de resina compuesta cementadas con Y-TZP (zirconio estabilizado con itria). Se asignaron 24 grupos (n=20 por grupo) la superficie de los discos se acondicionó con adhesivo (cemento+primer específico del fabricante). Los métodos de acondicionamiento fueron: ninguno (control), partículas de abrasión (50-pm Al₂O₃ en 0,05, 0,10, o 0,25 MPa), o revestimiento de sílice triboquímico (Rocatec o CoJet). Se utilizaron los cementos: Panavia 21, Multilink Automix, BiFix QM y RelyX Ultimate para la cementación. Los especímenes se almacenaron en agua a 37°C durante 3

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

días o durante 150 días en conjunción con 37.500 termociclos antes de someterse a un ensayo de tracción (1 mm / min).

Según los resultados obtenidos el acondicionamiento, el cemento, el envejecimiento y todas sus interacciones afectan significativamente la fuerza de unión. Después del almacenamiento en agua durante 3 días, las resistencias de unión oscilaron entre 4 y 45 MPa, siendo más bajos para el grupo de BiFix QM. Después del envejecimiento a largo plazo, se obtuvieron los mejores resultados para muestras de zirconia recubiertas con sílice, zirconia simple cementada con Panavia 21; este fue el único grupo para el cual las fuerzas de enlace eran > 10 MPa.³⁸

Özcan & Bernascon, dentro de una revisión sistemática con respecto a la adhesión a la zirconia, destacaron que la adherencia de los cementos está significativamente

influenciada por el acondicionamiento superficial, el tipo de cemento, el método de prueba y la condición de envejecimiento. Con base en los resultados los cementos de resina a base de MDP tienden a presentar resultados más altos que los de otros tipos de cemento cuando se ensayan mediante pruebas de macro y microtensión.³⁹

CAPÍTULO 2

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La caries dental es una enfermedad de alta prevalencia y severidad, en un estudio realizado en México por la SIVEPAB (Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucles) en el año 2015, en el total de la población examinada la prevalencia de caries dental fue 93.2%. Así mismo se estudió la prevalencia de caries en relación con la edad, encontrándose que en todos los grupos de edad ésta fue elevada, superior a 85%, sin embargo, en la población mayor a 40 años la prevalencia fue superior a 95% en las poblaciones de diversos países.⁴⁰

En los países industrializados afecta a más de la mitad de la población, y por ser un proceso acumulativo, la severidad del daño se incrementa a medida que aumenta la edad, es una de las principales causas de la pérdida de la integridad dental, cuando se encuentra en un estado avanzado surge la necesidad de recurrir a un tratamiento restaurador protésico.⁴¹

Por otro lado, la zirconia como biomaterial de restauración cerámica en odontología ofrece estética, biocompatibilidad y alta resistencia a las cargas masticatorias, sin embargo su naturaleza inerte le confiere la limitante de no poderse adherir de manera adecuada a los cementos de resina, limitando las ventajas de una cementación adhesiva, retención, prevención de microfiltración, e incremento de la resistencia a la fractura y fatiga de la restauración, de ahí la importancia de un tratamiento previo de su superficie.²⁷

Existen diversos tipos de cementos adhesivos en el mercado, ya sean a base de ionómero de vidrio o de resina su selección va depender del material cerámico y el tipo de restauración, siempre buscando la duración a largo plazo de la restauración protésica en boca.

El profesional de la odontología actual debe conocer a las características y propiedades de cada material, identificar sus ventajas, desventajas, indicaciones, contraindicaciones, y protocolos de manejo para optimizar el pronóstico clínico, conocer sobre los protocolos de cementado, el tratamiento de las superficies y los cementos a utilizar de acuerdo al caso.²

2.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué tipo de cemento dental de acuerdo a su composición química presenta mayor resistencia al descementado al ser adherido a bloques de zirconia con superficie previamente arenada?

2.3 JUSTIFICACIÓN

Cualquier tratamiento protésico fijo definitivo, necesita de una técnica y material adecuado para lograr un acercamiento íntimo entre la estructura dentaria y la restauración. Esto ha dado lugar a búsquedas del cemento ideal, pues el 50% del éxito en la longevidad de las restauraciones estéticas definitivas se le atribuye a la cementación.¹²

El cementado de las restauraciones indirectas en prótesis fija, es uno de los pasos más importantes a la hora de lograr una adecuada retención, resistencia y sellado de la interfase del material restaurador y el diente, de ello depende la duración a largo plazo de la restauración en boca.

Los materiales cerámicos cada vez adquieren un mayor protagonismo en la odontología restauradora y es necesario emplear una sistemática de cementado específica. Los distintos protocolos adhesivos de los sistemas de cementación o adhesión deben ser comprendidos con el fin de seleccionar el más adecuado para cada material cerámico y cada tipo de restauración.

2.4 OBJETIVO GENERAL:

Comparar la resistencia al descementado de cementos a base de ionómero de vidrio y resina para restauraciones de zirconia previamente tratados con arenado (Al_2O_3 50 μm) e identificar el índice adhesivo remanente (IRA).

2.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar la resistencia al descementado entre tres tipos de agentes cementantes: Ionómero de vidrio convencional y dos cementos resinosos autograbantes en bloques de zirconia tratados con arenado (Al_2O_3 50 μm).
- Identificar el índice adhesivo remanente (IRA) entre los diferentes agentes cementantes al ser desprendidos los bloques de zirconia, observando los especímenes en microscopio estereoscópico (Leica DM5000B) a una magnificación x40.

2.6 HIPÓTESIS

2.6.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Existe diferencia significativa en la resistencia al descementado de tres diferentes agentes cementantes, al ser adheridos a bloques de zirconia con superficie previamente tratada con arenado (Al_2O_3 50 μm). Los cementos a base de resina presentan mejores valores adhesivos en zirconia comparándolos con los cementos a base de ionómero de vidrio.

2.6.2 HIPÓTESIS NULA

No existe diferencia significativa en la resistencia al descementado entre tres diferentes agentes cementantes, al ser adheridos a bloques de zirconia con superficie previamente tratada con arenado (Al_2O_3 50 μm). No hay diferencia en la resistencia al descementado entre cementos a base de resina y cementos a base de ionómero de vidrio.

CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO

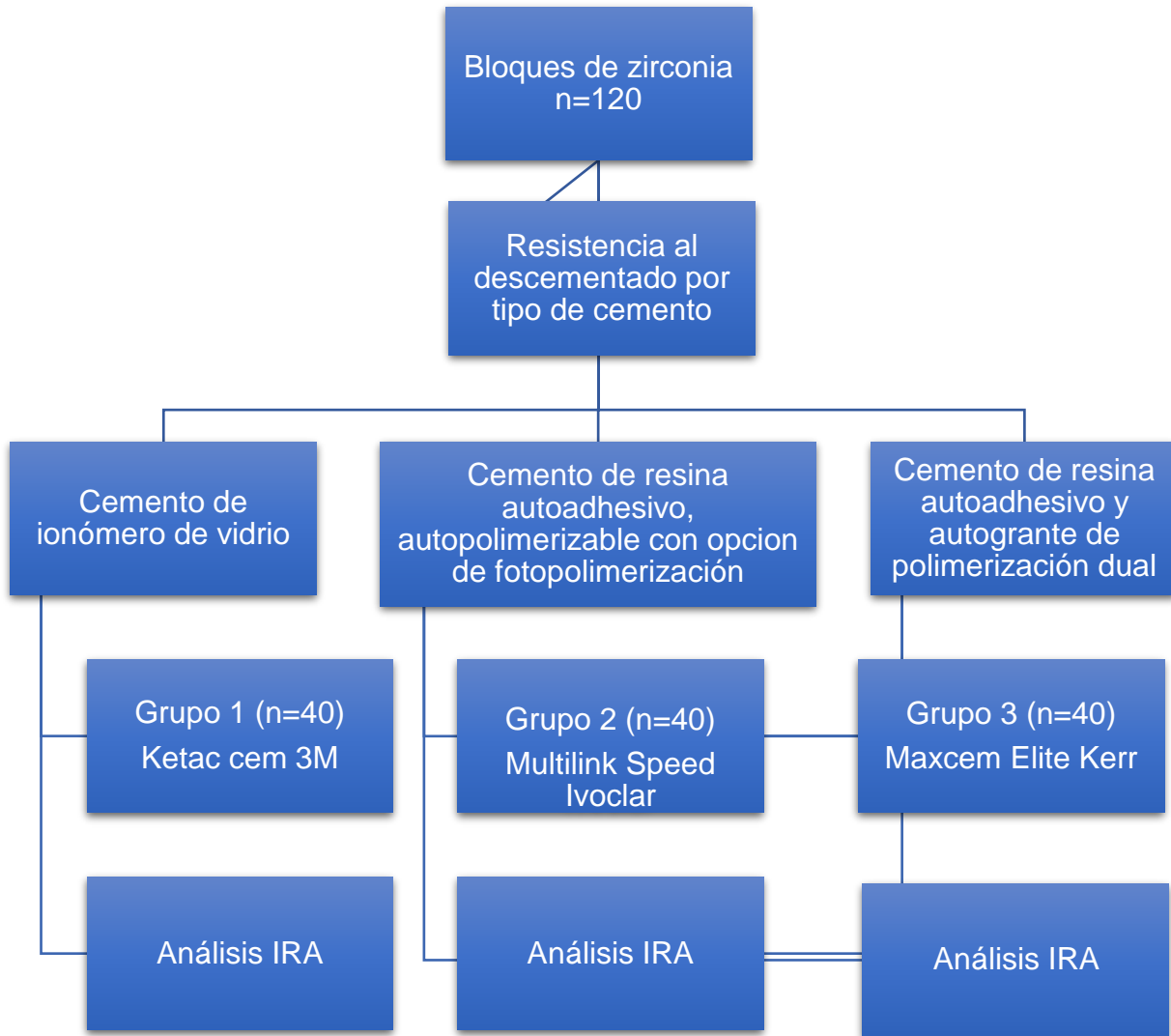
3.1 TIPO DE ESTUDIO

EXPERIMENTAL *IN VITRO*: Se evaluaron tres sistemas de cementos dentales diferentes y se observó su capacidad de adhesión sobre bloques de zirconia. en una máquina de ensayos universales

COMPARATIVO: Se evaluó y comparó la resistencia al descementado entre diferentes sistemas de cementos dentales, sobre bloques de zirconia previamente tratados.

3.2 DISEÑO DE ESTUDIO

Figura 1: Diseño de estudio (Fuente propia)



3.3 UNIVERSO

- Bloques de zirconia con superficie previamente tratada con arenado (Al_2O_3 50 μm)
- Ketac Cem Easymix (3M)
- Multilink Speed (Ivoclar)
- Maxcem Elite (Kerr)

3.4 MUESTRA

Tipo de muestreo: No probabilístico por cuotas, 40 muestras por grupo.

3.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN

3.5.1 Criterios de inclusión:

Bloques de zirconia de 10x10x4 mm

- Íntegros
- Sinterizados
- Mismo fabricante
- Mismo lote
- Con superficies planas
- Superficie previamente tratada con arenado (Al_2O_3 50 μm)

Bloques de cementos de 4x4x1 mm

- Íntegros

3.5.2 Criterios de exclusión:

- Bloques que se fracturen
- Bloques que no se logren maquinar adecuadamente
- Bloques que no tengan un registro exacto de la técnica aplicada
- Bloques que se descementen durante la manipulación inmediata a la cementación

3.5.3 Criterios de eliminación

- Bloques de cemento que se fracturen al momento de ser confeccionados

Imagen 1: Bloques de cemento fracturados (fuente propia)



3.6 VARIABLES

3.6.1 Independientes

Tabla 10: Variables independientes (fuente propia)

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Tipo de cemento	Los agentes cementantes son aquellos agentes que rellenan la interface entre el diente preparado y la restauración, evitando que ésta se llene de bacterias y la lleve a la degradación del soporte. ³	Se seleccionaron tres agentes cementantes en base a sus propiedades químicas, dos a base de resina y uno a base de ionómero de vidrio, para la fabricación de bloques que posteriormente, fueron adheridos a bloques de zirconia.	Cualitativa Politómica	Nominal Grupo1: Ketac Cem Easymix (3M) Grupo2: Multilink Speed (Ivoclar) Grupo3: Maxcem Elite (Kerr)

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

3.6.2 Dependientes

Tabla 11: Variables dependientes (fuente propia)

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Resistencia al descementado	Fuerza aplicada necesaria para desprender un agente cementante de la superficie de una cerámica.	Se realizó una prueba de resistencia a la fractura con diferentes agentes cementantes, sobre bloques de zirconia, en una máquina de ensayos universales, a una velocidad de 1 mm/min. Se registró la carga que produjo la fractura en MPa.	Cuantitativa Continua	Razón 0-n MPa
IRA	Es una técnica clínica que nos va ayudar a evaluar la cantidad residual del agente cementante sobre la superficie del material restaurador tras el descementado. ³³	Se va evaluar la cantidad residual de tres agentes cementantes, al ser sometidos a prueba de resistencia al descementado, con una máquina de ensayos universal a una velocidad de 1 mm/min, sobre bloques de zirconia.	Cualitativa Politémica	Nominal 0=Ningún adhesivo remanente sobre la superficie de zirconia 1=Menos de la mitad del adhesivo remanente sobre la superficie de zirconia 2=Más de la mitad del

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

				adhesivo remanente sobre la superficie de zirconia 3=La totalidad del adhesivo sobre la superficie de zirconia
--	--	--	--	--

3.7 GRUPO SELECTIVO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

Tres tipos de cementos dentales fueron seleccionados de acuerdo a su composición química, (Ketac Cem 3M), (Maxcem Elite, Kerr), (Multilink Speed, Ivoclar). Para uso de este estudio debido a sus propiedades

Tabla 12: Grupo selectivo y tamaño de la muestra (fuente propia)

Nombre	Marca	País de elaboración	Indicaciones	Tipo de cemento
Ketac Cem Easymix. ⁴²	3M	Estados Unidos	Cementación permanente de inlays, onlays, coronas y puentes de metal o metal-porcelana, sistemas de alúmina o zirconia y cementación permanente de postes endodónticos o como base cavitaria	Cemento de ionómero de vidrio
Multilink Speed. ⁴³	Ivoclar	Liechtenstein	Cementación permanente sobre	Cemento autoadhesivo,

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

			diente de restauraciones realizadas en: Metal y cerámica sobre metal (inlays, onlays, coronas, puentes, postes endodónticos), cerámica sin metal de alta resistencia: oxido de circonio, disilicato de litio y cerámicas de óxido de aluminio, composite reforzado con vidrio.	autograbante, autopolimerizable con opción de fotopolimerización
Maxcem Elite. ⁴⁴	Kerr		Cementación permanente sobre cerámicas anteriores o posteriores, restauraciones metálicas y PFM y materiales CAD/CAM.	Cemento resinoso dual, auto-grabador y autoadhesivo

3.8 MATERIALES Y MÉTODOS

3.8.1 Bloques de zirconia

Se prepararon 90 bloques de zirconia (Zenostar MT, Wieland Dental + Technike GmbH & Co. KG Pforzheim, Alemania) de 12.5x12.5x5 mm, en sistema CAD-CAM (Zenotec Mini, Wieland, Dental +Technike GmbH & Co. KF Pforzheim, Alemania) en seco con fresas de carburo para CAD/CAM No. 1.0 mm, una vez fresadas, se separaron del disco a través de fresas de carburo de baja velocidad y fueron sinterizadas a 1500°C, en el programa estándar Zenostar MT, del horno sinterizado Zenotec Fire Cube (Wieland Dental + Technike GmbH & Co. KG Pforzheim, Alemania) durante 8 horas que consiste en una temperatura inicial de 20°C, con una fase de enfriamiento de 900°C, de acuerdo con las instrucciones del fabricante, como se describió previamente en el estudio realizado por la Dra. Flores.⁶

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

3.8.2 Montaje de las muestras sobre resina

Las muestras de zirconia fueron montadas en resina acrílica autopolimerizable (Nic Tone MDC Dental, Guadalajara México) en moldes cúbicos de 2x2x1cm. Los moldes fueron inmersos en agua fría durante la polimerización para evitar sobrecalentamiento de los especímenes. Se pulió la superficie con lija de óxido de aluminio para remover cualquier excedente de acrílico que pudiera interferir en el montaje de la máquina de ensayos universal.⁶

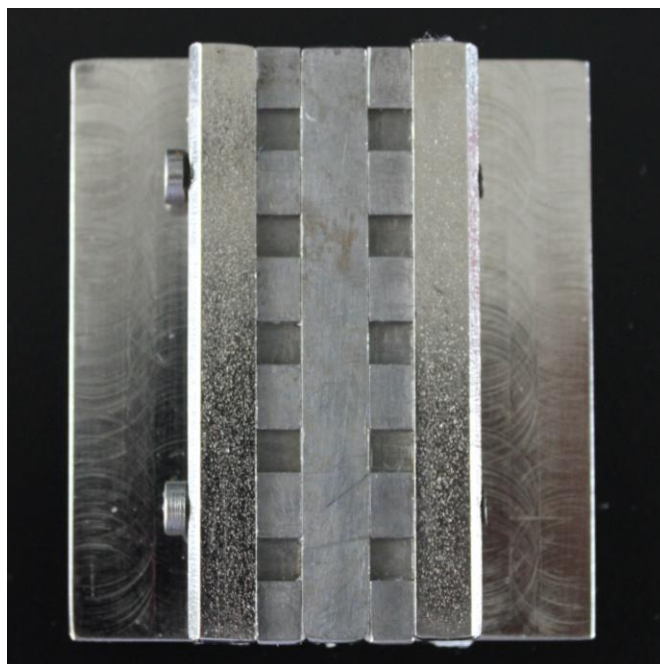
3.8.3 Tratamiento de la superficie de zirconia

Se llevó a cabo el arenado con partículas de óxido de aluminio (Al_2O_3 50 μm), (Zeta Sand, Zhermack, RO, Italia) a 10mm de distancia, 90°, 30 seg/cm² a 1 bar de presión en arenadora (Eco Basic Renfer, GmbH, Hilzingen Alemania) se lavó el espécimen en limpiador ultrasónico con solución de etanol al 96% durante 2 minutos y fue secado con aire libre de aceite.⁶

3.8.4 Bloques de cemento

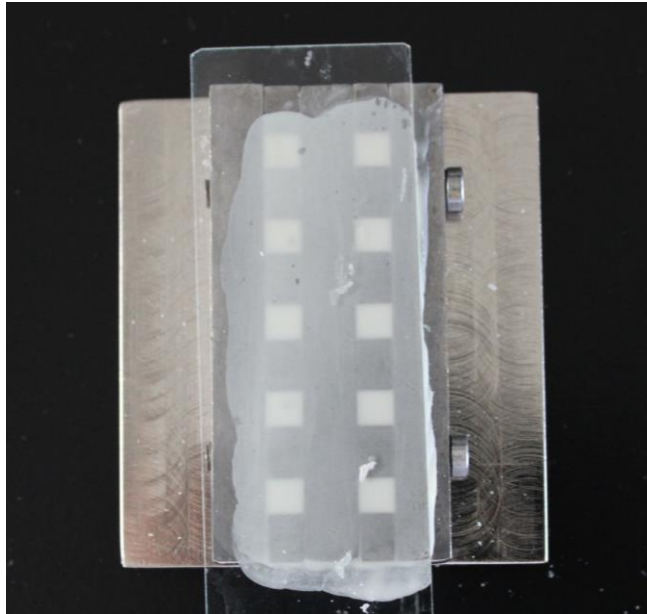
Se fabricaron bloques de cemento de (4x4x1 mm) con ayuda de una tablilla metálica, que constaba de un aditamento metálico desmontable, con 10 compartimentos. Se utilizaron 3 agentes cementantes y con cada uno de ellos se realizaron 40 bloques por grupo, obteniendo un total de 120 bloques.

Imagen 2: Tablilla metálica (fuente propia)



Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

Imagen 3: Fabricación de bloques de cemento (fuente propia)



G1(n=40): Ketac Cem Easymix (3M), se mezcló en proporción 1:2 (1 cucharada de polvo, 2 gotas de líquido), de acuerdo a las indicaciones del fabricante, en loseta de papel encerado y con ayuda de una espátula metálica, se colocó la mezcla en los compartimentos de la tablilla, colocando un portaobjetos encima para eliminar los excedentes de cada muestra, esperando 7 minutos según el fabricante, para poder extraer los bloques.

Imagen 4: Ketac Cem (fuente propia)



Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

Imagen 5: Proporción de Ketac Cem (fuente propia)



G2(n=40): Multilink Speed (Ivoclar), con ayuda de una punta de automezcla se colocó el agente en los compartimentos de la tablilla, colocando un portaobjetos encima y dejando reposar por 5 minutos, posteriormente se fotopolimerizó por 30 segundos con lámpara de luz 800 mW/cm² (Bluephase MC N). y se extrajeron los bloques.

Imagen 6: Multilink Speed (fuente propia)



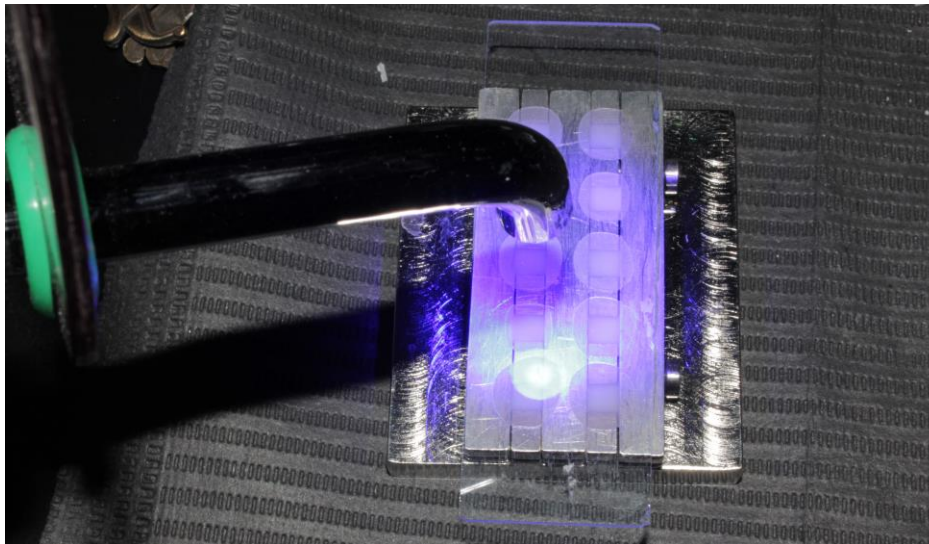
Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

G3(n=40): Maxcem Elite (Kerr), con ayuda de una punta de automezcla se colocó el agente cementante en los compartimentos de la tablilla, colocando un portaobjetos encima, se fotopolimerizó por 30 segundos con lámpara de luz $800\text{mW}/\text{cm}^2$ (Bluephase MC N). Para posteriormente extraer los bloques.

Imagen 7: Maxcem Elite (fuente propia)



Imagen 8: Polimerización de bloques de cemento (fuente propia)



3.8.5 Procedimiento de adhesión

G1: En proporción 1:2 (1 cucharada de polvo, 2 gotas de líquido) se mezcló el agente cementante con ayuda de una loseta de papel y una espátula metálica, hasta obtener una mezcla homogénea. Se colocaron los bloques de cemento previamente conformados de 4x4x1 mm de diámetro, sobre la superficie limpia de zirconia, mediante el uso de pinzas de algodón, aplicando una ligera presión durante 7 minutos.

G2: Sobre la superficie limpia de zirconia se aplicó una capa delgada de Monobond-N (Ivoclar), con ayuda de un microbrush, dejando reaccionar durante 60 segundos. Se mezcló el agente cementante con ayuda de la punta de automezcla, se colocaron los bloques de cemento previamente conformados, mediante el uso de pinzas de algodón, aplicando una ligera presión durante 10 segundos. Por último, se fotopolimerizaron por 20 seg.

G3: Se mezcló el agente cementante con la punta de automezcla, se colocaron los bloques de cemento previamente conformados, mediante el uso de pinzas de algodón, aplicando una ligera presión durante 10 segundos. Por último, se fotopolimerizaron por 20 seg.

Imagen 9: Monobond Plus (fuente propia)



Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

Imagen 10: Lámpara de fotocurado, BluephaseN MC (fuente propia)



3.8.6 Almacenamiento de las muestras

Las muestras se prepararon en un ambiente de $(23\pm 2^{\circ}\text{C})$ y almacenaron en agua desionizada a $(37\pm 2^{\circ}\text{C})$ en incubadora RKJ (Binder) durante 24 horas, antes de ser sometidas a la prueba de resistencia al descementado. Las muestras fueron probadas inmediatamente después de removerse del agua.

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

3.8.7 Prueba de resistencia al descementado

La prueba se llevó a cabo de acuerdo a la norma ISO 11405, en una máquina de ensayos universales (Autograph AGS-X, Shimadzu Corp., Kioto Japón) en un ambiente de $(23\pm 2^{\circ}\text{C})$ y $(50\pm 10\%)$ de humedad relativa, a una velocidad de $1\text{mm}/\text{min}$ o a una carga de $50\pm 2\text{ N}/\text{min}$. Se registro la carga que produjo la fractura en MPa.

Imagen 11: Máquina de ensayos universales (Autograph AGS-X, Shimadzu Corp., Kioto Japón)
(fuente propia)



Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

Imagen 12: Máquina de ensayos universales (fuente propia)



Imagen 13: Prueba de resistencia al descementado (fuente propia)



Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

Imagen 14: Prueba de resistencia al descementado (fuente propia)

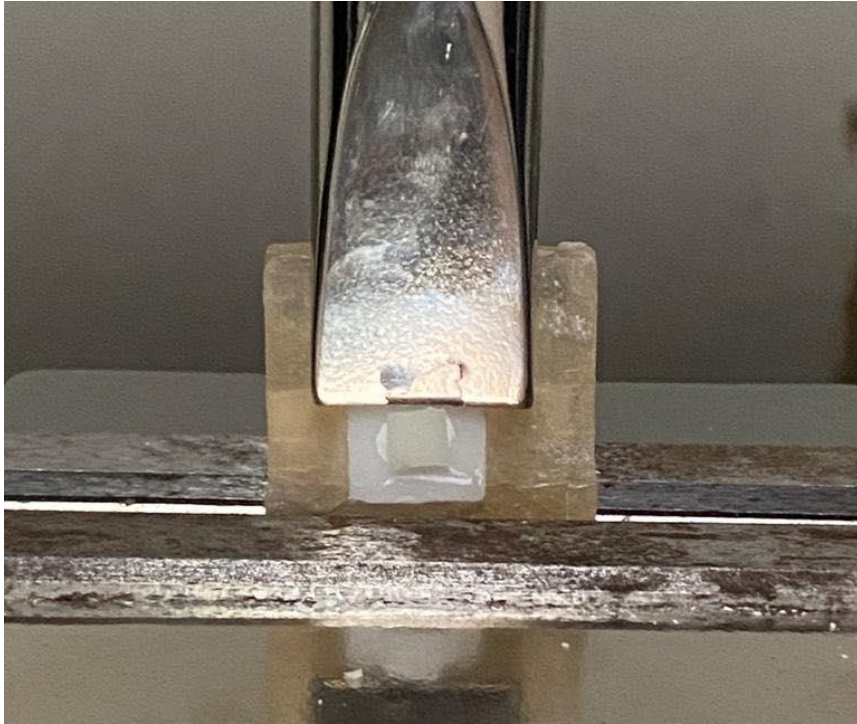
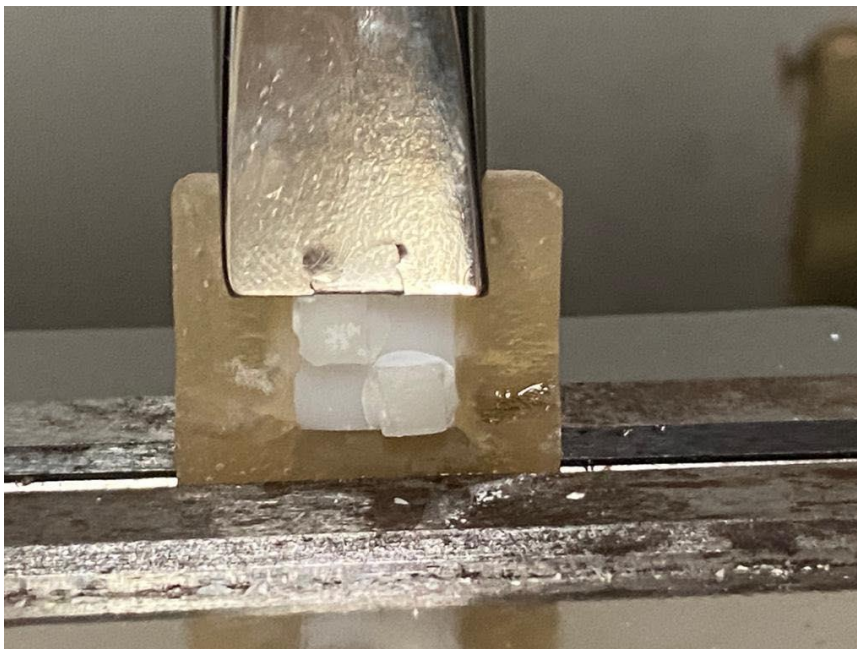


Imagen 15: Prueba de resistencia al descementado (fuente propia)



Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

3.8.8 Determinación del tipo de fractura

Una vez realizada la prueba de fractura, se observaron los especímenes en microscopio estereoscópico (Leica DM5000B) a una magnificación x40 para clasificar el tipo de fractura al momento del descementado de acuerdo con el índice adhesivo remanente (IRA).

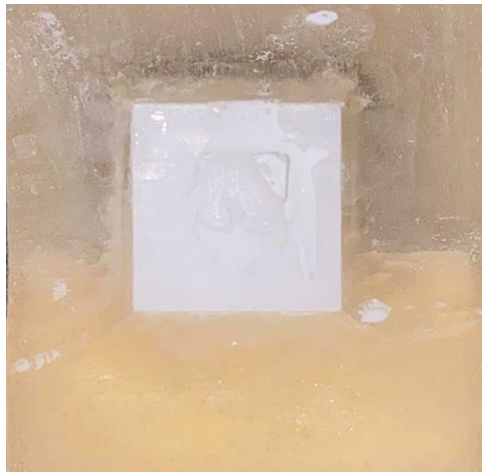
TIPO 0: Ningún adhesivo remanente sobre la superficie de zirconia

Imagen 16: Tipo 0 (fuente propia)



TIPO 1: Menos de la mitad del adhesivo remanente sobre la superficie de zirconia

Imagen 17: Tipo 1 (fuente propia)



Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

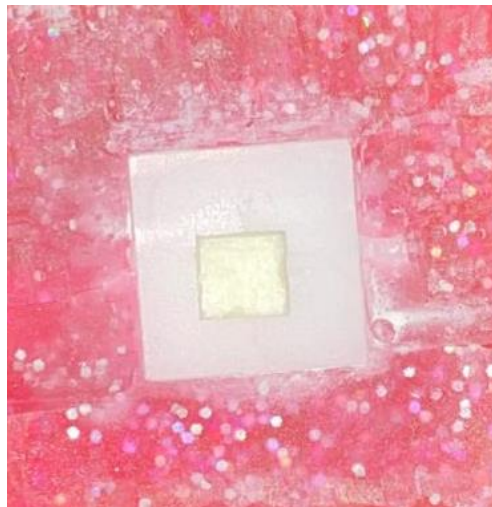
TIPO 2: Más de la mitad del adhesivo remanente sobre la superficie de zirconia

Imagen 18: Tipo 2 (fuente propia)



TIPO 3: La totalidad del adhesivo sobre la superficie de zirconia

Imagen 19: Tipo 3 (fuente propia)

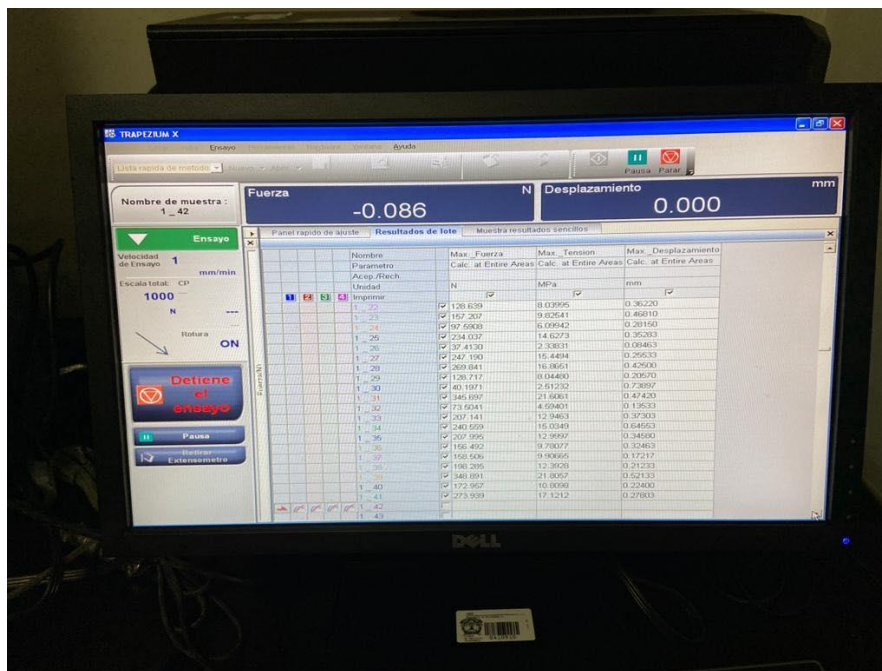


Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó estadística descriptiva obteniendo el promedio, desviación estándar. Los datos se sometieron a pruebas de normalidad de Shapiro-Wilks. La significancia estadística fue fijada con un valor $p < 0.05$ y un coeficiente de confiabilidad del 95%.

Imagen 20: Análisis Estadístico (fuente propia)



CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS

4.1.1 DESCRIPTIVOS

Los datos obtenidos de la prueba de resistencia al descementado de los diferentes grupos de bloques de cementos dentales fueron resumidos en las Tablas 13, 14 y 15. Se obtuvo la media, intervalo de confianza, desviación estándar y rango por cada grupo.

Tabla 13: Resultados descriptivos, grupo Ketac cem (Fuente propia).

<i>G1: Ketac Cem</i>	Statistic	Std. Error
Media	6,3933	4,28838
95% Intervalo de confianza para la media		
Límite inferior	-12,0581	
Límite superior	24,8447	
<i>5% Trimmed Mean</i>		
<i>Median</i>	2,1400	
<i>Variance</i>	55,171	
Desviación estándar	7,42769	
Mínimo	2,07	
Máximo	14,97	
Rango	12,90	
<i>Interquartile Range</i>	.	
<i>Skewness</i>	1,732	1,225
<i>Kurtosis</i>		

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

Tabla 14: Resultados descriptivos, grupo Multilink Speed (Fuente propia).

<i>G2: Multilink Speed</i>	Statistic	Std. Error
Media	15,81	1,823
95% Intervalo de confianza		
Límite inferior	7,96	
Límite superior	23,65	
5% Trimmed Mean	.	
Median	15,21	
Variance	9,970	
Desviación estándar	3,158	
Mínimo	13	
Máximo	19	
Rango	6	
Interquartile Range	.	
Skewness	,820	1,225
Kurtosis	.	

Tabla 15: Resultados descriptivas, grupo Maxcem Elite (Fuente propia).

<i>G3: Maxcem Elite</i>	Statistic	Std. Error
Media	10,0233	2,11597
95% Intervalo de confianza		
Límite inferior	,9190	
Límite superior	19,1276	
5% Trimmed Mean	.	
Median	9,2300	
Variance	13,432	
Desviación estándar	3,66497	
Mínimo	6,82	
Máximo	14,02	
Rango	7,20	
Interquartile Range	.	
Skewness	,928	1,225
Kurtosis		

4.1.2 PRUEBA DE NORMALIDAD

Los resultados obtenidos en la prueba de normalidad (tabla 16), indican si los datos provienen de una población distribuida normalmente. Según la significancia obtenida en los diferentes grupos: G1 (.009); G2 (.686); G3 (.640), podemos concluir que el G1 (Ketac Cem), no tuvo una distribución normal de sus datos, por lo tanto, se decidió eliminar este grupo.

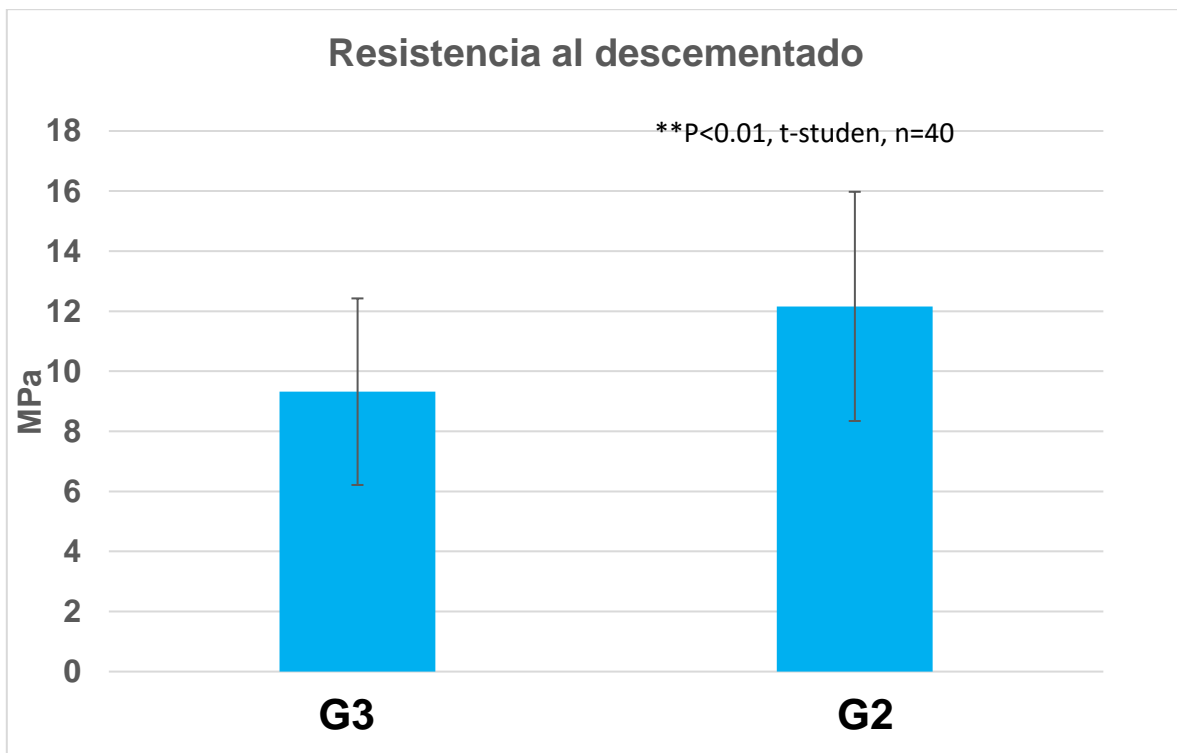
Tabla 16: Prueba de normalidad (Fuente propia).

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.
G1	,754	3	,009
G2	,973	3	,686
G3	,965	3	,640

4.1.4 GRÁFICO

En la gráfica (figura 2), se resumen los datos obtenidos en nuestro análisis estadístico, muestra el promedio de la resistencia al descementado de los grupos de cementos a base de resina. El grupo con el mayor promedio de resistencia al descementado fue el Multilink Speed (12.10 ± 3.8 MPa), seguido por Maxcem Elite (9.31 ± 3.1 MPa).

Figura 2: Resistencia al descementado (Fuente propia).



4.1.5 ÍNDICE ADHESIVO REMANENTE

Se analizó el tipo de fractura presente en cada grupo de bloques de cementos y se agruparon de acuerdo al índice adhesivo remanente en 4 grupos. En la tabla, podemos observar que el tipo 1 de fractura fue el más recurrente en todos los grupos de cementos, seguido por el tipo 0, tipo 2 y ningún grupo presentó fractura tipo 3.

Tabla 18: Índice adhesivo remanente (fuente propia)

Grupo	Índice adhesivo Remanente			
	0	1	2	3
G1: Ketac Cem	18(45%)	22(55%)	0(0%)	0(0%)
G2: Multilink Speed	3(7.5%)	36(90%)	1(2.5%)	0(0%)
G3: Maxcem Elite	5(12.5%)	31(77.5%)	4(10%)	0(0%)

Imagen 21: Microscopio Leica DM5000B (fuente propia)



4.2 DISCUSIÓN

En el presente estudio se evaluó la resistencia al descementado de tres diferentes tipos de cementos dentales al ser adheridos a bloques de zirconia, con el objetivo de conocer cual presenta mejores propiedades adhesivas. Los resultados de la presente investigación, rechazan la hipótesis nula, encontrándose diferencias significativas entre grupos.

La zirconia es una cerámica de alta resistencia y no puede pasar por un proceso de grabado ácido ni ser adherida fácilmente, Raigrodski, afirma que esta situación no se presenta como una desventaja absoluta, pues contando con una buena preparación dental que genere la adecuada resistencia mecánica y forma de retención, son susceptibles de ser cementadas por métodos convencionales.³

La zirconia es una cerámica policristalina de muy alta densidad y que no contiene vidrio de sílice amorfo en su composición. Sus matrices son básicamente de óxido de aluminio u óxido de zirconio, se utiliza principalmente para la fabricación de estructuras de alta resistencia, y se ha popularizado más hoy día, por la amplitud de posibilidades y exactitud que brindan los sistemas CAD-CAM. Según Conrad en 2007, reporta que las restauraciones de base óxido de zirconio y óxido de aluminio no tienen indicación de ser cementadas adhesivamente por razones de resistencia, y sugiere el uso de cementos de oxifosfato de zinc, ionómero de vidrio convencional o modificado con resina, aunque también pueden ser utilizados cementos resinosos, siempre y cuando los diseños de las preparaciones dentarias tengan formas de retención y resistencia propias.³

El tratamiento previo en la superficie de zirconia es una variante clave en la adhesión, En un estudio realizado en 2018 se compraron tres diferentes técnicas de tratamiento de superficie; arenado (Al_2O_3 50 μ m), arenado más ácido fluorhídrico (HF 9%) y arenado más hidróxido de sodio (NaOH), obteniendo mejores valores adhesivos con la primera técnica mencionada.⁶

Según Lehmann y Kern en 2009, una posibilidad de tratamiento de la superficie de zirconia o metal, es el uso de primers basados en monómeros fosfatados (MDP- metacriloxidecil dihidrógeno fosfatado), que contienen un terminal fosfato hidrofóbico que se va a adherir químicamente a la zirconia, y otro metacrilato polimerizable que se va a unir a la resina, para mejorar los valores de adhesión.³ Monobond plus, es un agente adhesivo Universal, que combina tres diferentes tipos de metacrilatos: Metacrilato de silano, metacrilato fosfórico y sulfuro, y puede ser utilizado con cualquier marca de cemento de resina.⁴⁵ El cemento que demostró mejores valores adhesivos en este estudio fue el Multilink Speed, lo cual podemos atribuir al uso de este agente.

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

Özcan & Bernascon, destacaron que la adherencia de los cementos en zirconia, está significativamente influenciada por el acondicionamiento superficial, el tipo de cemento, el método de prueba y la condición de envejecimiento, concluyen que los cementos de resina a base de MDP tienen mayor resistencia en pruebas de macro y microtensión.³⁹ Los cementos a base de ionómero de vidrio, son llamados cementos de retención química. En diversos estudios presentan valores altos de adhesión en esmalte y dentina, pero una de las problemáticas al usar este tipo de cementos es su alta solubilidad y su técnica de preparación sensible.^{15,19} En nuestro estudio las muestras fueron almacenadas en agua desionizada, en incubadora durante 24 horas, debido a la alta solubilidad de este material, algunas muestras no resistieron la incubación y el grupo no pudo ser analizado, no se pueden dar resultados concluyentes del uso de cementos de ionómero de vidrio en la cementación de zirconia.

Según un estudio realizado por Lüthy en 2006, se sugirió un rango de 10-13 MPa como el rango mínimo para una adhesión clínica aceptable en zirconio.⁴⁶ Por lo tanto, los resultados de este estudio indicaron claramente que el grupo de cemento dental Multilink se encuentra dentro de este rango, con un promedio de resistencia al descementado de 12.1MPa, por lo tanto, garantizaría una unión clínica aceptable, mientras que el grupo de Maxcem se encuentra ligeramente por debajo con 9.3MPa.

En un estudio realizado en 2017 por Szalay, se comparó la resistencia al descementado en bloques de zirconia arenados con óxido de aluminio de 50 micras, con cuatro agentes cementantes. De acuerdo a los resultados obtenidos, los cementos del estudio Multilink, RelyX y PANA VIA, reportaron valores promedios de la fuerza de retención de 7.223 MPa, 11.024 MPa y 12.256 MPa respectivamente.⁴⁷ El promedio de resistencia al descementado del grupo Multilink se encuentra por debajo, comparado con los datos obtenidos en nuestro estudio, teniendo un valor casi igual al cemento PANA VIA.

Para la evaluación IRA, encontramos que los tres grupos de cementos dentales tuvieron mayormente una fractura tipo 1, con porcentajes de 55%(G1), 77.5%(G3) y 90%(G2), lo que significa que hay una falla cohesiva en algún segmento del material cementante, lo que sugiere que la fuerza de resistencia al descementado es mayor entre el cemento y la zirconia, que el material en sí. También se presentó entre los grupos, fractura tipo 0, lo que significa que no hay una adhesión química entre la zirconia y el agente de fijación. En un estudio previo, se encontró fractura tipo 1 en el 63.3% de las muestras, y de igual manera, un porcentaje alto de estas, tuvieron fractura tipo 0.⁶

Nuestro estudio estuvo influenciado por variables como el tipo de cemento utilizado, el tratamiento previo que se le dio a los bloques de zirconia, la limpieza de los mismos, si hubo un control correcto de los tiempos operatorios, la manipulación

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

correcta de los bloques de cemento y su correcta adhesión y fotocurado. Con base en nuestros resultados, los cementos de resina superaron en fuerza de adhesión a nuestro grupo de cemento de ionómero de vidrio. Si lo llevamos a un escenario clínico, habría otras variables que podrían interferir con estos resultados, como la preparación dental, el ajuste de la restauración y el tratamiento que se le dé a la superficie dental.

4.3 LIMITANTES

Dentro de las limitantes de este estudio está la cantidad de grupos estudiados, solo se analizaron tres grupos diferentes de cementos y uno de ellos fue descartado.

La alta solubilidad que presenta el ionómero de vidrio, no apto para el protocolo de incubación, al descementarse una cantidad importante de muestras antes de poder realizarse la prueba de resistencia al descementado. Al igual que la sensibilidad de la técnica de mezcla y dosificación de este material.

La naturaleza inerte de la zirconia, que no puede ser adherida fácilmente y que no existe un protocolo estandarizado de cementación en esta cerámica.

4.4 PERSPECTIVAS A FUTURO

Los estudios posteriores deberán centrarse en comparar más grupos de cementos a base de resina, e incluir aquellos que contienen monómeros MDP en su fórmula, analizar cual obtiene mejores resultados adhesivos al ser adheridos en zirconia. Así como evaluar la influencia que ejerce el uso de silanos o primers, y que tanto estos mejoran los valores adhesivos o pueden interferir en la adhesión. Además alargar el tiempo de incubación o pruebas de envejecimiento para evaluar la variación en la resistencia al descementado.

Buscar un protocolo de incubación que se adapte a las propiedades del ionómero de vidrio, para poder analizar mejor este tipo de cementos.

4.5 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y el análisis estadístico realizado en el presente estudio podemos concluir que los cementos a base de resina muestran niveles de resistencia al descementado superiores a los cementos a base de ionómero de vidrio al ser adheridos a bloques de zirconia.

Los cementos a base de ionómero de vidrio presentan altos valores de solubilidad, debido a esto son sensibles al protocolo de incubación, y algunas muestras se desprendieron y no pudieron ser sometidas a la prueba de resistencia al descementado, los resultados no fueron concluyentes y se tuvo que eliminar este grupo.

El cemento de resina Multilink Speed, obtuvo un promedio de resistencia al descementado de 12.10MPa, superando al cemento Maxcem Elite, con un promedio de 9.3MPa. Se puede concluir que el grupo de Multilink Speed, fue el cemento que tuvo mayores valores adhesivos en zirconia.

El tipo de fractura de acuerdo al índice adhesivo remanente, en los tres grupos de bloques de cementos, fue principalmente Tipo 1: G1(55%), G2(90%) G3(71.5%), menos de la mitad del adhesivo remanente sobre la superficie de zirconia; Seguido por el Tipo 0: G1(45%), G2(7.5%), G3(12.5%), ningún adhesivo remanente sobre la superficie de zirconia; Posteriormente Tipo 2: G1(0%), G2(2.5%), G3(10%), más de la mitad del adhesivo remanente sobre la superficie de zirconia. Ningún grupo presentó fractura Tipo 3, la totalidad del adhesivo sobre la superficie de zirconia.

4.6 RELEVANCIA CLÍNICA

Existe una gran variedad de cementos dentales disponibles, la elección depende de diversos factores, entre ellos el sustrato sobre el cual se va a cementar y el tipo de restauración. Uno de los factores más importantes en el éxito de la cementación es la elección correcta del cemento y el cumplimiento de los protocolos de cementado. Para una adhesión adecuada se debe elegir un cemento que proporcione enlaces sostenibles con diferentes materiales, suficiente compresión y resistencia a la tracción, humectabilidad y resistencia a la disolución en la cavidad oral.

4.7 REFERENCIAS

1. Chávez J., Urquía C. (2017). In-vitro evaluation of bond strength of four self-etching cements. *Acta Odontol. Latinoam.*, 30(3): 101-108
2. Corts J., Abella R. (2013). Protocolos de cementado de restauraciones cerámicas. *Actas Odontológicas*, 10(2): 37-44.
3. Sosa B., Webb J. (2010). Cementos resinosos (tesis de pregrado). Lima, Peru. Universidad Peruana Cayetano Heredia.
4. Salazar M. (2019). Conformación gingival mediante pónicos ovoides, una alternativa estética en sector anterior (tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
5. Piconi C., Maccauro G. (1999). Zirconia as a ceramic biomaterial. Elsevier Science. *Biomaterials*, 20: 1-25.
6. Flores B. (2018). Evaluación de la adhesión en zirconia de prescripción odontológica: estudio in vitro (tesis doctoral). UNAM. Toluca, Estado de México.
7. Madrid M. (2002). Tecnología de la adhesión. Loctite España.
8. Rodríguez L., Jeanette K. (2014). Evaluación "in vitro" de la discrepancia marginal y microfiltración de cuatro cementos de resina usados en cementado de coronas de óxido de circonio (Trabajo Fin de Máster). Universidad Complutense, Madrid.
9. Buonocore MG. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*, 34 (6): 849-853.
10. Cueto E., Buonocore M. (1967). Sealing of pits and fissures with an adhesive resin: its use in caries prevention. *J Am Dent Assoc*, 75 (1): 121-128.
11. Carrillo C., Buonocore M. (1955). Buonocore padre de la odontología adhesiva moderna, 63 años del desarrollo de la técnica del grabado del esmalte. *Revista ADM*. Recuperado en 2018, 75(3): 135-142.
12. Cabrera Y., Álvarez M., Gómez M., Casanova Y. (2010). En busca del cemento adhesivo ideal: los ionómeros de vidrio. *AMC*, 14(1).

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

13. Díaz P., Orejas J., López E., Veny T. (2009). Cementado adhesivo de restauraciones totalmente cerámicas. *Cient dent*, 6(1):137-151.
14. Wilson A., Kent B. (1971). The glass-ionomer cement, a new translucent dental filling material. *J Appl Chem Biotechnol*, 21:313.
15. Casanellas J., Navarro J., Espías A. (1999). Cementos de ionómero de vidrio. A propósito del cemento Ketac-Cem® (ESPE). *Av Odontoestomato*, 15: 445-51.
16. Aleska R. (2001). Evaluación clínica de un ionómero de vidrio modificado en odontopediatría. *Act. Odo. Venez.*, 39(3).
17. Mitra S. (1991). Adhesion to dentine and physical properties of a light cured glass ionomer liner/base. *J. Dent Res*, 70(1):72-74.
18. Mc Lean J., Nicholson J., Wilson A. (1994). Proposed nomenclature for glass ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int*, 25:587-589.
19. Wilson A., McLean J. (1988). *Glass ionomer cements*. Berlín: Quintessence Publish Co Inc.
20. Santana G., Gondim da Costa R., Braz R. (2009). Cemento resinoso: ¿todo cemento dual debe ser fotoactivado?. *Acta Odontológica Venezolana*, 47(4).
21. RelayX Unicem; 3M ESPE, product profile. Recuperado en 2019, de <https://multimedia.3m.com/mws/media/174266O/relyx-tm-unicem-self-adhesive-resin-cement.pdf>.
22. Álvarez M., Peña J., González I., Olay M. (2003). Características generales y propiedades de las cerámicas sin metal. *RCOE*, 8(5): 525-546.
23. Martínez F., Pradíes R., Suárez M., Rivera B. (2007). Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. *RCOE*, 12(4): 253-263.
24. Saavedra R., Iriarte R., Oliveira O., Moncada G. (2014). Clasificación y significado clínico de las diferentes formulaciones de las cerámicas para restauraciones dentales. *Acta Odont. Venez*, 52(2).
25. Brenes R. (2017). Evaluación de técnicas de adhesión a disilicato de litio y zirconia (tesis de pregrado). Universidad de Costa Rica.

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

26. Piconi C., Maccauro C. (1999). Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*, 20: 1-25.
27. Echeverri D., Garzón P. (2013). Cementación de estructuras para prótesis parcial fija en zirconia. *Rev Fac Odontol Univ Antioq.*, 24(2): 321-335.
28. Della A., Pecho O., Alessandretti R. (2015). Zirconia as a Dental Biomaterial. *Materials*, 8: 4978-4991.
29. Hurtado F., Calvo R. (2012). Efectividad de diferentes tratamientos en la adhesión sobre cerámica de zirconia. *Acta Odontol Col.*, 2(1): 87- 100.
30. Bielen V., Munck J., Zhang F., Vanmeensel K., Minakuchi S. (2015). Bonding Effectiveness to Differently Sandblasted Dental Zirconia. *Journal of Adhesive Dentistry*, 17(3).
31. Bonilla M., (2017). Efecto de tratamientos mecánicos de superficie de zirconia en la adhesión a la resina compuesta (tesis de pregrado). Universidad de Costa Rica.
32. Esquivel I., (2017). Tratamiento de superficie en restauraciones indirectas de óxido de zirconio para mejorar su adhesión (tesis de posgrado). Benemérita Universidad autónoma de Puebla.
33. Otal V., Espasa J., Boj J., Durán J. (2002). Resistencia a las fuerzas de tracción de la unión esmalte-bracket de productos adhesivos. *Rev. Esp. De Ortod.*, 32: 317-323.
34. Ernst CP., Cohnen U., Stender E., Willershausen B. (2005). In vitro retentive strength of zirconium oxide ceramic crowns using different luting agents. *J Prosthet Dent.*, 93(6): 551-558.
35. Palacios R., Johnson G., Phillips K., Raigrodski A. (2006). Retention of zirconium oxide ceramic crowns with three types of cement. *J Prosthet Dent.*, 96(2): 104-114.
36. Shahin R., Kern M. (2010). Effect of air-abrasion on the retention of zirconia ceramic crowns luted with different cements before and after artificial aging. *Dent Mater*, 26(9): 922-928.
37. Corts J., Abella R. (2016). Protocolos de cementado de restauraciones cerámicas. *Actas Odontológicas*, 10(2):37-44.

Resistencia al Descementado Sobre Bloques de Zirconia con Diferentes Tipos de Cementos Dentales

38. Bömicke W., Schürz A., Krisam J. (2016). Durability of resin-zirconia bonds produced using methods available in dental practice. *Journal of adhesive dentistry*, 18(1).
39. Özcan M., Bernasconi M. (2015). Adhesion to zirconia used for dental restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Adhes Dent.*, 17(1):7-26.
40. Resultados del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucales (SIVEPAB) (2015). Recuperado en 2019, de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/212323/SIVEPAB-2015.pdf>
41. Ángel P., Fresno M., Cisternas P., Lagos M., Moncada G. (2010). Prevalencia de Caries, Pérdida de Dientes y Necesidad de Tratamiento en Población Adulta Mapuche-Huilliche de Isla Huapi. *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral.*, 3(2): 69-72.
42. 3M™ Ketac™ Cem Easymix cemento de ionómero de vidrio. Recuperado el 11 de julio de 2019, de https://www.3m.com.mx/3M/es_MX/inicio/todos-los-productos-3m/~MX-Ketac-2-Ketac-Cem/?N=5002385+3293673915&rt=rud.
43. Ivoclar vivadent Multilink Speed. Recuperado el 11 de julio de 2019, de <https://www.ivoclarvivadent.co/esco/p/odontologo/productos/cementos/cementos-autoadhesivos/multilink-speed>.
44. Maxcem Elite™ Cemento dental autoadhesivo y autograbadador Maxcem Elite. Recuperado el 11 de julio de 2019, de <https://www.kerrdental.com/es-es/productos-para-restauracion-dental/maxcem-elite-cementos-dentales-permanentes>.
45. Monobond Plus ivoclar vivadente. Recuperado el 11 de julio de 2019, <https://www.ivoclarvivadent.es/eses/p/odontologo/productos/cementos/agentes-adhesivos-entre-materiales-de-cementacion-y-restauracion/monobond-plus>.
46. Lüthy H., Loeffel O., Hammerle C. (2006). Effect of thermocycling on bond strength of luting cements to zirconia ceramic. *Dent Mater*, 22:195-200.
47. Ríos E., Gómez A., Guerrero J., Meade I. (2017). Estudio comparativo de la resistencia al desplazamiento de cuatro cementos en zirconia. *Rev Odont Mex*, 21: 235-4010.1016/j.rodsmex.2018.01.003.

4.8 ANEXOS

Tabla 1: Composición química del ionómero de vidrio
Tabla 2: Norma ISO de ionómeros de vidrio
Tabla 3: Marcas comerciales de cementos de IV
Tabla 4: Fases cementos de resina
Tabla 5: Propiedades de los cementos de base de resina
Tabla 6: Clasificación por tipo de polimerización de los cementos a base de resina
Tabla 7: Marcas comerciales de cementos de resina
Tabla 8: Clasificación de las cerámicas feldespáticas
Tabla 9: Clasificación de las cerámicas de óxidos
Figura 1: Diseño de estudio
Imagen 1: Bloques de cemento fracturados
Tabla 10: Variables independientes
Tabla 11: Variables dependientes
Tabla 12: Grupo selectivo y tamaño de la muestra
Imagen 2: Tablilla metálica
Imagen 3: Fabricación de bloques de cemento
Imagen 4: Ketac Cem
Imagen 5: Proporción Ketac cem
Imagen 6: Multilink Speed
Imagen 7: Max cem
Imagen 8: Polimerización de bloques de cemento
Imagen 9: Monobond Plus
Imagen 10: Lámpara de fotocurado, Bluephase N MC
Imagen 11: Máquina de ensayos universales (Autograph AGS-X, Shimadzu Corp., Kioto Japón)
Imagen 12: Máquina de ensayos universales
Imagen 13: Prueba de resistencia al descementado
Imagen 14: Prueba de resistencia al descementado
Imagen 15: Prueba de resistencia al descementado
Imagen 16: Tipo 0
Imagen 17: Tipo 1
Imagen 18: Tipo 2
Imagen 19: Tipo 3
Imagen 20: Análisis Estadístico
Tabla 13: Resultados descriptivos, grupo Ketac cem
Tabla 14: Resultados descriptivos, grupo Multilink Speed
Tabla 15: Resultados descriptivos, grupo Maxcem Elite
Tabla 16: Prueba de normalidad
Tabla 17: Prueba T student
Figura 2: Resistencia al descementado
Tabla 18: Índice adhesivo remanente
Imagen 21: Microscopio Leica DM5000B