



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**INFLUENCIA DE DIFERENTES TRATAMIENTOS DE
SUPERFICIE EN LA RESISTENCIA ADHESIVA DEL ZIRCONIO
Y CEMENTOS RESINOSOS. REVISIÓN DE LITERATURA**

Trabajo de Titulación para optar al título de Odontólogo

Autor:

Villacís Benítez María de los Ángeles

Tutor:

Dr. Christian Andrés Cabezas Abad

Riobamba, Ecuador. 2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **María De Los Ángeles Villacís Benítez**, con cédula de ciudadanía **180518736-4**, autora del trabajo de investigación titulado: **“Influencia de diferentes tratamientos de superficie en la resistencia adhesiva del zirconio y cementos resinosos. Revisión de la literatura”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a los 19 días del mes de noviembre del 2024.



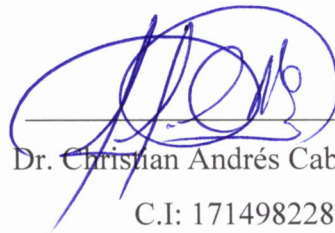
María de los Ángeles Villacís Benítez

C.I: 180518736-4

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, **Christian Andrés Cabezas Abad** catedrático adscrito a la Facultad de **Ciencias de la Salud, Carrera de Odontología (R)**, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación “**Influencia de diferentes tratamientos de superficie en la resistencia adhesiva del zirconio y cementos resinosos. Revisión de la literatura**”, bajo la autoría de **María de los Ángeles Villacís Benítez**; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 19 días del mes de noviembre de 2024



Dr. Christian Andrés Cabezas Abad

C.I: 1714982285

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **“Influencia de diferentes tratamientos de superficie en la resistencia adhesiva del zirconio y cementos resinosos. Revisión de la literatura”**, por **María de los Ángeles Villacís Benítez**, con cédula de identidad número **180518736-4**, bajo la tutoría de **Dr. Christian Andrés Cabezas Abad**; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 29 días de noviembre de 2024

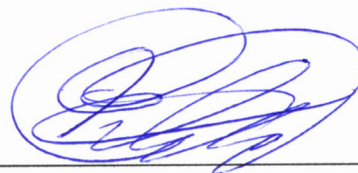
Dr. Carlos Alberto Alban Hurtado
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dra. Sandra Marcela Quisiguiña Guevara
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO






CERTIFICACIÓN

Que, **VILLACÍS BENÍTEZ MARÍA DE LOS ÁNGELES** con CC: **180518736-4**, estudiante de la Carrera de **ODONTOLOGÍA**, Facultad de **CIENCIAS DE LA SALUD**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**INFLUENCIA DE DIFERENTES TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE EN LA RESISTENCIA ADHESIVA DEL ZIRCONIO Y CEMENTOS RESINOSOS. REVISIÓN DE LITERATURA**", cumple con el **3%**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 11 de NOVIEMBRE de 2024



Dr. Christian Andrés Cabezas Abad
TUTOR(A)

DEDICATORIA

A lo largo de este camino, muchas veces me encontré con desafíos que parecían insuperables, pero nunca estuve sola. Este proyecto de investigación es el reflejo de un esfuerzo compartido, y por eso, con el corazón lleno de gratitud, quiero dedicarla a las personas más importantes en mi vida. A mis padres, Magdalena y Edwin cuyo amor infinito, sabiduría y apoyo incondicional me han guiado en cada paso de este recorrido. A mi hermano, por ser mi compañero de vida, mi cómplice en sueños y quien siempre ha creído en mi capacidad, incluso cuando yo dudaba de ella. A mis tías Saida y Albi, por su cariño inquebrantable y por estar presentes en mi vida como un apoyo constante. Su amor y sus palabras siempre han sido un faro que ilumina los momentos más oscuros. A mis primos Jesús y Sebastián, que con su alegría entusiasmo y contante apoyo me enseñaron a ver el lado positivo en los momentos difíciles. Y a mis abuelitos Miguel Ángel y Amira, quienes con su ejemplo de amor, sabiduría y fortaleza me han enseñado lo que realmente significa luchar por un sueño. A todos ustedes, mi familia y amigos quienes me acompañaron en este camino dedico este trabajo como un humilde agradecimiento por todo lo que han hecho por mí. Este logro es tan mío como suyo, porque en cada página, en cada palabra escrita, está su amor y apoyo.

María de los Angeles Villacís Benítez

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento especial, en primer lugar, a Dios por iluminar mi camino y darme el valor para superar cada desafío. A mi tutor, el Dr. Christian Andrés Cabezas Abad, por su invaluable apoyo, paciencia y orientación a lo largo de este proceso. Su experiencia y dedicación fueron fundamentales para la realización de este trabajo, y siempre estaré agradecido por su tiempo y esfuerzo. A la Universidad Nacional de Chimborazo y a los docentes que me brindaron su conocimiento y formación a lo largo de mi carrera. Gracias por inspirarme y ayudarme a crecer profesional y personalmente. A mi familia, por su amor incondicional, su confianza y su constante apoyo. Ustedes han sido mi mayor motivación para alcanzar este logro. Finalmente, a mis mejores amigos, quienes estuvieron presentes en cada etapa, gracias por su apoyo incondicional su amistad ha sido un regalo invaluable que siempre llevaré en mi corazón.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento, porque sin su apoyo y motivación, este sueño no se habría hecho realidad.

María de los Angeles Villacís Benítez

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I.....	14
1. INTRODUCCION.....	14
CAPÍTULO II.....	16
2. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. Zirconio en odontología.....	16
2.1.1. Clasificación.....	16
2.1.2. Propiedades del zirconio dental.....	18
2.1.2.1. Propiedades mecánicas.....	18
2.1.2.2. Propiedades ópticas.....	19
2.1.3. Aplicación clínica del zirconio.....	20
2.2. Mecanismos de adhesión sobre el zirconio.....	20
2.2.1. Adhesivos universales.....	21
2.2.2. Primers con 10-MDP.....	21
2.2.3. Primers de otros monómeros.....	23
2.2.4. Cementos resinosos.....	23
2.3. Tratamiento de superficie del zirconio.....	24

2.3.1. Mecánicos.....	24
2.3.2. Químico	26
2.3.3. Mecano-química	26
2.4. Pruebas in vitro.....	26
2.4.1. Macrozillamiento.....	27
2.4.2. Microzillamiento.....	27
2.4.3. Macro-tracción.....	27
2.4.4. Micro-tracción	27
2.4.5. Fatiga	27
2.4.6. Tracción.....	27
2.4.7. Termociclado.....	28
CAPÍTULO III.	29
3. METODOLOGIA.....	29
3.1. Formulación de la pregunta PICO	29
3.2. Criterios de selección.....	29
3.3. Procedimiento de recuperación de la información y fuentes documentales	30
3.4. Técnica de recolección de datos.....	31
CAPÍTULO IV.	39
4.1. RESULTADOS	39
4.2. DISCUSIÓN.....	55
CAPÍTULO V.....	58
5.1. CONCLUSIONES	58
5.2. RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades mecánicas del zirconio según su clasificación.....	19
Tabla 2. Criterios de selección para limitar la búsqueda.....	29
Tabla 3. Estrategia de búsqueda.....	30
Tabla 4. Fuentes de información y sus características.....	33
Tabla 5. Calidad de artículos según el método PRISMA.....	34
Tabla 6. Calidad de artículos según CRIS (Guidelines para estudios in-vitro).....	35
Tabla 7. Recuperación de datos de estudios de Revisión.....	39
Tabla 8. Recuperación de datos de los estudios in-vitro.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 2. Interpretación de 10-MDP con el zirconio..... 22

Ilustración 3. Diagrama de flujo del proceso de selección de fuentes de información 32

RESUMEN

El zirconio es un material utilizado en odontología restaurativa por sus diferentes propiedades, al ser una cerámica con una alta resistencia a la fractura, corrosión y abrasión. Al ser un material inerte su estabilidad química y resistencia al grabado ácido complican su unión a las resinas compuestas. Sin embargo, su efectividad en la cementación depende mucho del tipo de tratamiento utilizado y su combinación con adhesivos. Es por ello que esta revisión tiene como objetivo analizar la influencia de diferentes tratamientos de superficie en la resistencia adhesiva del zirconio y cementos resinosos. **Metodología:** Se realizó la búsqueda de artículos en las bases de datos: PubMed, ScienceDirect, Dentistry & Oral Sciences Source y Cochrane, se utilizó la metodología PRISMA, orientada a la evaluación de la calidad de los artículos científicos incluidos en el estudio, según sus criterios de inclusión. **Resultados:** Se incluyeron 34 artículos en el estudio, de los cuales 8 fueron de revisión bibliográfica y 26 de estudio in-vitro. Se evaluaron estudios relevantes los cuales muestran diferentes técnicas de tratamiento de superficie, con sus respectivos parámetros y la combinación de medios adhesivos adecuados para el zirconio. Para poder identificar el mejor tratamiento de superficie con respecto a la resistencia adhesiva del zirconio y cementos resinosos. **Conclusión:** Los tratamientos de superficie aplicados en el zirconio tienen un efecto directo y significativo en la resistencia adhesiva, en cuanto y se utilicen cementos resinosos.

Palabras claves: Tratamiento de superficie, zirconio, fuerza de unión, cemento resinoso.

ABSTRACT

Zirconium is widely utilized in restorative dentistry due to its favorable properties, including high resistance to fracture, corrosion, and abrasion. As an inert material, its chemical stability and resistance to acid etching present challenges for bonding with composite resins. The effectiveness of zirconium cementation, however, is highly dependent on the type of surface treatment applied and its interaction with adhesives. This review aims to examine the influence of various surface treatment protocols on the adhesive bond strength between zirconium and resin cements. **Methodology:** A search for articles was conducted in the following databases: PubMed, ScienceDirect, Dentistry & Oral Sciences Source, and Cochrane. The PRISMA methodology was applied, focusing on the assessment of the quality of the scientific articles included in the study based on their inclusion criteria. Results: A total of 34 articles were included in the study, of which 8 were review articles and 26 were in-vitro studies. Relevant studies were evaluated, demonstrating various surface treatment techniques, their respective parameters, and the appropriate adhesive combinations for zirconium. The aim was to identify the optimal surface treatment yielding the highest adhesive strength between zirconia and resin cements. **Conclusion:** The surface treatments applied to zirconium have a direct and significant effect on adhesive bond strength when resin cements are used.

Keywords: Surface treatment, Zirconia, Adhesive strength, Resin cement.



Reviewed by:

MsC. Edison Damian Escudero

ENGLISH PROFESSOR

C.C.0601890593

CAPÍTULO I.

1. INTRODUCCION.

Las necesidades estéticas de los pacientes son un desafío en odontología, es por ello que se han creado diferentes materiales con características específicas para poder llegar al objetivo deseado, un claro ejemplo son las cerámicas dentales que han evolucionado, llegando a tal punto de ser un material muy utilizado en rehabilitación oral. La llegada del zirconio u óxido de zirconio (ZrO_2) se ha convertido en la elección de los odontólogos para realizar restauraciones indirectas, a su vez ha generado que se realicen varias investigaciones sobre su comportamiento clínico. (1,2)

El zirconio es un material que tiene alta resistencia a la fractura, corrosión y abrasión, es capaz de soportar fuerzas de carga de 1000N, no obstante, sus características estéticas son menores. (3,4) Al presentar un color blanco lechoso y algo translúcido, lo que permite el paso de la luz y logra una apariencia natural y muy estética, disminuye su resistencia a la fractura (3). Su estructura se basa en tres formas: monoclinica, cúbica y tetragonal, dependiendo de la temperatura a la que está expuesta, la capacidad que tiene de transformarse de la fase tetragonal a la monoclinica le otorga una alta resistencia a la fractura. (3,5)

Sin embargo, su estabilidad química y resistencia al grabado ácido complica su unión con resinas compuestas, es por ello que para mejorar esta adhesión se han desarrollado métodos de tratamientos superficiales mecánicos, químicos y combinados. (3,5) Lamentablemente este material es biológicamente inerte, lo que no permite que exista enlaces químicos entre la pieza dental y la cerámica, es decir que no existe una buena adhesión a diferentes sustratos, lo cual desencadena que la cerámica se fracture y que se pierda completamente su retención a comparación de otras cerámicas (2,4)

Según Örtorp et al se evidencia una tasa de complicación clínica del 16% después de 3 años de seguimiento y que el 7% de estas complicaciones fueron pérdida de retención; de 12 restauraciones desprendidas, 8 pudieron ser recementadas. (2) Por esta razón a diversos odontólogos les preocupa el proceso de cementación de este material, ya que no presenta una fase vítrea dentro de su composición, por lo tanto, no se puede adherir químicamente al silano, terminando así en un fracaso. (6)

La fase tetragonal del zirconio, es considerada como una fase metaestable, la cual le da características de endurecimiento y resistencia. Existen investigaciones en las que se trata la superficie del zirconio mediante un chorro de arena que consiste en formar rugosidades en la superficie del material, sin embargo, es de gran importancia mencionar que esta fase metaestable es afectada al utilizar esta técnica haciendo que exista una transición de la fase tetragonal a monoclinica disminuyendo la resistencia de la cerámica y volviéndola susceptible a la fractura. (6)

La adhesión del zirconio se ha convertido en un gran reto en la aplicación clínica, ya que no existen elementos químicos en su superficie que favorezcan a la unión química con los cementos resinosos. Por esta razón se han desarrollado diversos tratamientos de superficie para modificar y mejorar la adhesión de este material, como son: la abrasión de partículas de aire, la silanización, la aplicación de láser, y otros más. Sin embargo, no existe un tratamiento específico para ser aplicado.

La variedad de opciones de tratamientos de superficie de zirconio puede causar una confusión al momento de elegir el adecuado. Las investigaciones varían en cuanto a los métodos utilizados, las condiciones experimentales y los resultados obtenidos, lo que justifica la necesidad de realizar esta revisión bibliográfica con literatura actual para proporcionar una guía clara para el uso clínico de este material.

Finalmente, la presente investigación sobre los tratamientos de superficie del zirconio en la adhesión servirá a los profesionales de la salud bucodental una herramienta valiosa para tomar decisiones en su práctica profesional.

El objetivo de esta investigación es analizar mediante una revisión de la literatura la influencia de diferentes tratamientos de superficie en la resistencia adhesiva del zirconio y cementos resinosos. Identificar los diferentes tipos de tratamientos de superficie de zirconio. Comparar los tratamientos de superficie de zirconio para el protocolo de cementación adhesiva. Determinar el tratamiento de superficie más eficaz en el proceso de cementación adhesiva.

CAPÍTULO II.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. Zirconio en odontología

En la actualidad, las cerámicas como material restaurador presentan propiedades mecánicas y estéticas óptimas que permiten ser utilizadas en diferentes escenarios clínicos. (7,8) El zirconio o también conocido como óxido de zirconio (ZrO_2) es una cerámica policristalina que se caracteriza por excelentes propiedades mecánicas, la cual puede soportar cargas de 1000N, siempre y cuando sea un zirconio de primera o segunda generación. Al aumentar su estética, al ser más natural, disminuye sus propiedades mecánicas como es el zirconio de tercera, cuarta y quinta generación.(3)

Se presenta en tres formas diferentes, la más pura es monoclinica (m) que se encuentra a una temperatura ambiente, si aumentamos la temperatura a 1170°C toma una forma tetragonal (t), al aumentar a 2370°C su forma es cúbica (c). (8) En rehabilitación oral se utiliza la forma tetragonal, aunque esta es inestable a temperatura ambiente, por esta razón, se añade óxido de itrio lo que estabiliza al zirconio, obteniendo Y-TZP. (3,8)

Esta transformación es capaz de impedir la progresión de microfisuras, las cuales llegan a debilitar el material o incluso puede fracturar. Es capaz de soportar fuerzas de tensión, tomando en cuenta que llega a soportar la fuerza oclusal que oscila en 800N en pacientes con parafunción, por lo tanto, se considera un material que soporta las resistencias a la flexión y fractura mayor que otras cerámicas. Lo que lo hace ideal para escenarios clínicos, en los cuales sea necesario la utilización de un material muy resistente. (6,8)

2.1.1. Clasificación

El zirconio presenta una clasificación de cinco generaciones, cada una es indicada para un uso diferente. La primera generación se trata del zirconio policristalino estabilizada con itrio (3Y-TZP). La cual, presenta buenas propiedades mecánicas, pero, carece de propiedades ópticas. De este material se originan otras. La segunda generación de 3Y-TZP, tercera generación de 5Y-TZP, cuarta generación de 4Y-TZP y una quinta generación que sigue en estudios. Una de las claves es la disminución del tamaño del grano del material, mientras más pequeño, mayores son sus propiedades ópticas y menores sus propiedades mecánicas.(8,9)

- **Primera generación**

El zirconio está estabilizado con el 3 mol% de itria, es sometido a un proceso de síntesis a una temperatura de 1600°C, esta generación contiene de 0,25% en peso de alúmina (Al_2O_3), presenta buenas propiedades mecánicas y su resistencia a la flexión es de 1200GPa. Sin embargo, este zirconio presenta una apariencia opaca, debido a la cantidad de cristales que contiene en el interior de su cuerpo lo que impide el paso de luz. grietas.(8–10)

Se recomienda utilizar para estructuras internas para coronas y puentes, para luego ser recubiertas por cerámicas vítreas o feldespáticas para conseguir una adecuada apariencia estética. (8)

- **Segunda generación**

Se estabiliza con 3% mol de itria, la diferencia es que presenta el 0,05% en peso de Al_2O_3 quiere decir, que existe una reducción del tamaño de los granos del zirconio. Esto permitió que el zirconio sea más traslúcido y a su vez conserva intactas sus propiedades mecánicas. En esta generación aún se presentan inconvenientes al querer igualar el color natural de los dientes. Está indicado para incrustaciones, coronas y puentes en zonas posteriores. (8,11)

- **Tercera generación**

Presenta su fase metaestable, se compone con 5% mol de itria, lo que logra estabilizar los cristales permitiendo que la luz se refleje en todas las direcciones. Esta composición mejoró sus propiedades ópticas, pero disminuyó sus propiedades mecánicas, la resistencia a la fractura y a la flexión, lo que lo hizo muy parecido al disilicato de litio. Por esta razón se utiliza para realizar coronas individuales, puente de tres piezas dentales solo hasta llegar al sector premolar. (8,9)

- **Cuarta generación**

Fue desarrollado con el fin de tener un material que sea muy resistente a la fractura y con buena estética, por esta razón se buscó y llegó a un punto intermedio entre la 2da y 3ra generación, agregando 4% mol itria (4Y-TZP), lo que resultó una pequeña disminución de las propiedades ópticas y un aumento en las propiedades mecánicas. Este zirconio

está indicado para realizar prótesis parciales fijas de 3 o 4 unidades y pilares, y para formar estructuras reconstructivas sobre implantes.(8,9)

- **Quinta generación**

El zirconio es estabilizado con 6% mol itria (6Y-TZP), llega a ser denominado como zirconio altamente translúcido. En cuanto a sus propiedades mecánicas es menor en comparación con la cuarta generación, presenta una resistencia de flexión de 550 a 600Mpa. Al momento de su elaboración dentro del laboratorio es de mucho cuidado, ya que se debe respetar las temperaturas que indica el fabricante. (12)

2.1.2. Propiedades del zirconio dental

Si bien es cierto que para una buena rehabilitación oral en diferentes tipos de prótesis es muy importante garantizar, no solo la estética, sino también la comodidad y longevidad de las mismas. Es por ello que tomando en cuenta que tiene una exposición en el entorno de la boca tanto interno como externo, se toma en consideraciones sus propiedades para una excelente adaptación. (13)

2.1.2.1. Propiedades mecánicas

El Y-TZP es metaestable, permitiendo que exista endurecimiento por transformación de fase producida por tensión, lo que hace que el zirconio presente propiedades mecánicas superiores, permitiendo que exista una transformación de la fase tetragonal a monoclinica en duraciones prolongadas.(5) A continuación, se describirán algunas de las propiedades mecánicas.

- **Módulo de elasticidad:**

Es un material muy rígido, ya que llega a tener una elasticidad entre 100 y 250GPa. (8)

- **Resistencia a la fractura:**

Es capaz de resistir fuerzas deformantes en un rango de 900GPa a 1200GPa, soportan fuerzas de masticación sin existir fractura, es por ello que está indicado para realizar puentes conservadores, coronas dentales y prótesis soportadas por implantes. (8,14)

- **Tenacidad a la fatiga y resistencia a la flexión:**

Su tenacidad a la fatiga se encuentra entre los 8MPa y resistencia a la flexión llega a sobrepasar los 700MPa. (8) Es capaz de impedir la dispersión de grietas, a su vez

soporta del efecto de la fuerza oclusal, por lo que es una opción para restauraciones dentales previniendo fallas y garantizando una larga duración.(14)

- **Dureza:**

Es un material que resiste al desgaste y abrasión, es bastante rígida y mantiene su integridad, tanto de la restauración de las piezas dentales adyacentes. Esta propiedad es muy característica ya que no necesita ser remplazada con frecuencia ya que asegura su longevidad. (14)

- **Estabilidad química:**

La cavidad bucal está sujeta a variaciones constantes en su pH, y la presencia de sustancias corrosivas, lo que hace que la estabilidad química y la alta resistencia a la corrosión del zirconio lo conviertan en un material excelente para ser utilizado como coronas dentales.(14)

- **Estabilidad dimensional:**

Esta propiedad se caracteriza por conservar la forma y su ajuste con el paso del tiempo, lo que asegura que la prótesis se mantenga en boca y cumpla con sus funciones.(14)

Tabla 1. Propiedades mecánicas del zirconio según su clasificación

Propiedades del zirconio	Módulo de elasticidad	Resistencia a la fractura	Tenacidad a la fatiga y resistencia a la flexión	Dureza	Elasticidad química	Estabilidad dimensional
Primera generación (3Y-TZP)	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Segunda generación (3Y-TZP)	Moderada	Moderada	Moderada	Alta	Moderada	Moderada
Tercera generación (5Y-TZP)	Moderada	Baja	Baja	Moderada	Moderada	Moderada
Cuarta generación (4Y-TZP)	Baja	Moderada	Moderada	Moderada	Alta	Moderada
Quinta generación (6Y.TZP)	Baja	Baja	Moderada	Baja	Baja	Baja

Fuente: Elaboración propia

2.1.2.2. Propiedades ópticas

El color, translucidez y grosor adecuados permiten que el material tenga un buen aspecto, también se tiene en consideración otros materiales como el cemento. Si los materiales coinciden con el color natural del diente se consigue una armonización de cemento-cerámica.

Por esta razón la zirconia translúcida presenta un nivel estético y mecánico adecuado para dientes anteriores, hasta los primeros premolares. El zirconio de tercera (5Y-TZP o cúbica) y de cuarta generación (4Y-TZP) ofrecen mejores capacidades ópticas, debido a su translucidez. (1,9)

2.1.3. Aplicación clínica del zirconio

El zirconio es una cerámica utilizada en varias aplicaciones clínicas, cuyas propiedades mecánicas y ópticas varían según su tipo y clasificación. Por lo tanto, algunos de los tipos de zirconio son más adecuados en la zona posterior por la necesidad de mayor resistencia para soportar la masticación, mientras que, otros son ideales en la zona anterior donde se requiere de una alta estética y translucidez.

- **Primera generación:** Estructura interna para coronas y puentes (8)
- **Segunda generación:** Incrustaciones, coronas y puentes, solo en zona posterior (8,11)
- **Tercera generación:** Coronas individuales, puente de tres piezas hasta el sector premolar (8,9)
- **Cuarta generación:** Prótesis fijas de 3 o 4 unidades y pilares, coronas en zona anterior.(8,9)
- **Quinta generación:** Coronas en dientes anteriores. (12)

2.2. Mecanismos de adhesión sobre el zirconio

Existen materiales que son utilizados para obtener la unión entre los cementos de resina y el zirconio. Se han utilizado de manera convencional protocolos de cementación con ionómero de vidrio, policarboxilato y óxido de zinc, al ser una preparación retentiva el cemento no influía de gran manera en la adhesión. En la actualidad, la odontología es mínimamente invasiva y se necesitan preparaciones sin forma de retención y resistencia. Por eso se menciona la importancia de la adhesión en este material por el tipo de preparaciones que ahora se maneja.(8,9)

En la actualidad varias investigaciones han estudiado la unión del zirconio con los cementos de resina para poder obtener una adhesión resistente y estable por largo tiempo. Después de realizar el tratamiento de superficie, se coloca un agente de enlaces de silano, incorporando un monómero de fosfato de ácidos, como pueden ser algún adhesivo universal, primer o

cementos resinosos, siempre y cuando contengan monómeros de 10-MDP para lograr conseguir una correcta adhesión.(8)

2.2.1. Adhesivos universales

Los sistemas adhesivos universales son una nueva opción para estimular la adhesión al zirconio, estos se los puede utilizar tanto en la superficie dental como en materiales restauradores. Los adhesivos universales se componen de monómeros de fosfato o carboxilato, el 4-META, 10-MDP, GPDM. Estos monómeros que son incluidos en los adhesivos presentan cualidades positivas como la posibilidad de adherirse químicamente al zirconio.(15,16)

Estos adhesivos tienen la capacidad de ser utilizados al momento de cementar el zirconio, se incluye a los adhesivos de autograbado. Tienen la capacidad de unirse a todos los sustratos directos como son el esmalte y dentina, a su vez también se adhieren a sustratos indirectos como los metales, zirconio y vitrocerámicas. En su contenido presenta monómeros de 10-MDP lo que justifica su capacidad de grado y su fuerza de adhesión con los sustratos previamente mencionados. También se pueden utilizar primers con otros monómeros que sean compatibles con el zirconio, como el ácido fosfónico o el ácido carboxilo. (17)

2.2.2. Primers con 10-MDP

Una unión química mejoraría la resistencia a la fractura y fatiga prolongada de la cerámica que se encuentra en la cavidad oral. Es por ello, que se utilizan los primers con moléculas de 10-MDP, ya que presentan una respuesta positiva para mejorar la adhesión del zirconio con los cementos resinosos. Esta unión química que se presenta entre el 10-MDP y Y-TZP es un procedimiento sencillo y no invasivo para los sustratos cerámicos, lo que da como resultado una excelente adhesión.(18)

- **10-MDP**

El metacriloxidecil dihidrogenofosfato (10-MDP) es una molécula que se compone por dos grupos, uno de los grupos es el metacrilato y el otro fosfato que se encuentran separados por una cadena de 10 átomos de carbono, esta cadena es hidrófoba lo que permite prevenir la degradación hidrolítica, es decir, es menos susceptible a dañarse por la humedad de la cavidad bucal. El metacrilato facilita la polimerización, es decir, la unión química con adhesivos o

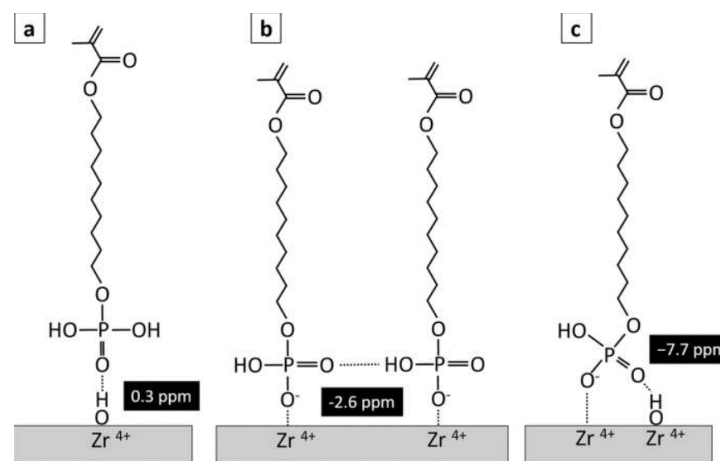
cementos resinosos. El fosfato permite la unión química a óxidos metálicos como los presentes en el zirconio o alúmina.(19,20)

Nagaoka et al.,(21) realizó una investigación sobre los medios de unión química que existe entre el 10 – MDP y el zirconio, con el objetivo que crear un modelo de adhesión superficial. Los autores proponen tres mecanismos de interacción del 10 – MDP con el zirconio, el primero consiste en que el 10-MDP es absorbido por la superficie del zirconio mediante los enlaces de hidrógeno entre el grupo P=O y el grupo Zr-OH (Gráfico 1A).

El siguiente modelo señala que el 10-MDP llega a interactuar con el zirconio a través de un enlace iónico. (Gráfico 1B), algunos de sus grupos OH pueden perder protones, convirtiéndose en grupos fosfato (PO^-) con carga negativa. Estos grupos se unen al zirconio, formando un enlace químico fuerte y estable que contribuye a la unión entre en cemento resinoso y el zirconio. (21)

El último mecanismo nos da a conocer que adicionalmente de la unión iónica entre el 10-MDP y el zirconio, este monómero absorbido tiene interacción de unión por puentes de hidrogeno con el zirconio, mediante P=O (Gráfico 3C). Los autores llegan a la conclusión que un grupo P-OH perteneciente a la molécula de 10-MPD interviene con el zirconio, a medida que el otro grupo OH interviene con P=O de otra molécula 10-MDP vecina.(21)

Ilustración 1. Interpretación de 10-MDP con el zirconio



Fuente: Obtenido de Nagaoka N et al., (21)

Al utilizar primers que poseen moléculas de 10-MDP, se considera como una alternativa significativa para la resistencia de unión entre el zirconio y el cemento resinosos, se observa un incremento notable en la resistencia a medida que aumenta la concentración de 10-MDP.

La utilización de este primer disminuye la susceptibilidad del material al ser afectado por moléculas de agua y por ende contribuye a preservar la durabilidad de la adhesión de la cerámica. (22)

2.2.3. Primers de otros monómeros

Existen otros tipos de monómeros, estos son los monómeros ácidos derivados de diferentes ácidos, como son: ácido fosfónico (6-MHPA, PENTA) y ácido carboxílico (4-Meta, 4-AET, 11-metacrililoixi-1, 10-undecandicarboxílico). Los monómeros ácidos ya mencionados contienen grupos fosfato en PENTA y 6-MHPA que tienen la capacidad de reaccionar con el zirconio, al formar enlaces Zr-OP lo que fortalece la unión química entre el zirconio y los cementos resinosos.(23)

De esta manera surgen los primers que forman sales de carboxilato en la superficie del zirconio, lo que favorece las interacciones químicas, sin embargo, el mecanismo químico exacto que explica la unión de los derivados del ácido carboxílico al zirconio aún no se ha esclarecido.(23)

2.2.4. Cementos resinosos

Chatterjee N et al., menciona que los cementos resinosos que contienen 10-MDP son los que presentan mejor rendimiento. Este monómero parece ser clave al momento de la adhesión, y aunque los cementos Bis – GMA muestran mejores resultados en degradación hidrolítica, su adhesión es inferior. Además, se destaca la importancia del acondicionamiento mecánico previo. (24)

En el caso del arenado, para mejorar la adhesión se advierte sobre el uso de partículas grandes o alta presión durante este proceso, debido a los riesgos de cambios de fase en el zirconio. Esto refuerza la necesidad de continuar investigando sobre el cemento de resina ideal y la degradación del cemento tras el envejecimiento, además de considerar los efectos negativos a largo plazo.(24)

- **Cemento de ionómero de vidrio convencional modificado con resina**

Este tipo de cementos han sido muy utilizados por su capacidad que posee de liberar flúor, y por ser biocompatible, sin embargo, no se puede realizar una adhesión adecuada al zirconio, ya que es más utilizado en situaciones en las que no se requiera una fuerza de adhesión.(25)

- **Cemento de resina de grabado total**

Este cemento en su composición carece de monómeros de fosfato, se compone de dimetacrilato HEMA y rellenos de sílice, lo que no se une adecuadamente al zirconio, por esta razón existe menos fuerza de unión cuando se utiliza este tipo de cementos.(26)

- **Cemento de autograbado**

Presentan una gran ventaja, ya que son fáciles de utilizar, pero el gran problema que posee es que su resistencia adhesiva al ser mucho menor en comparación del uso de cementos de resina de grabado total. Estos cementos no poseen monómeros de fosfato, sino que están compuestos de dimetacrilato, HEMA. Se menciona también que estos cementos se utilizan en superficies de zirconio previamente tratadas para conseguir una adhesión considerable.(27,28)

- **Cemento autoadhesivo**

No requieren de grabado ácido ni tampoco de la utilización de primers adicionales, estos cementos tienen como objetivo evitar que exista la contaminación por saliva o durante la cementación del zirconio en la cavidad oral. Está compuesto por monómeros ácidos, existen algunos en el mercado que contienen diferentes monómeros multifuncionales como el HEMA, 4-META, 10-MDP, lo que permite producir una unión química con la cerámica. (29)

2.3.Tratamiento de superficie del zirconio

El tratamiento o modificación de superficie del zirconio tiene como objetivo mejorar la resistencia adhesiva entre la cerámica y los sustratos dentales, este procedimiento se lo debe realizar antes de aplicar el cemento resinoso. Las técnicas de tratamiento de superficie se clasifican en tres grupos: mecánico, químico y mecano-químico. Para realizar cualquier tipo de tratamiento se recomienda pulir al zirconio con aerosoles de papel o fresas de carburo, como también realizar una limpieza ultrasónica. (24,30)

2.3.1. Mecánicos

Estos tratamientos son los encargados de modificar la superficie del zirconio para formar rugosidades y así poder obtener una retención micromecánica o a su vez poder colocar otros compuestos como es el sílice que se deposita en la superficie para conseguir la unión adecuada. Unos de los tratamientos de superficie mecánicos se detallan a continuación: (24)

- **Abrasión por partículas de aire:**

El tratamiento de superficie con abrasión por partículas de aire consiste en utilizar óxido de aluminio (Al_2O_3), que se deposita en la superficie del zirconio a partículas de 25 μm – 110 μm de tamaño a una presión de 0.14MPa – 0.4MPa, en un tiempo de 5 a 20 segundos a una distancia de 10 a 20mm. Esto sirve para formar rugosidades lo que facilitan la unión con el adhesivo universal/cemento. (31)

- **Recubrimiento de sílice/ recubrimiento triboquímico:**

Fomenta la retención mecánica al formar irregularidades de la superficie mediante la abrasión de aire, al aplicar partículas de óxido de aluminio que se encuentran recubiertas por sílice, la cual no solo desgasta la superficie del material. Estas microrrugosidades producen mayores áreas de superficie, permitiendo que el sílice se una al silano, favoreciendo a la unión química con el cemento resinoso. (8,32)

- **Láser:**

El láser es un mecanismo mediante pulsaciones ultracortas que interactúan con la superficie de la cerámica, dando como resultado mejor calidad sin presencia de microfisuras, a su vez aumenta la hidrofiliidad. La interacción que existe entre el láser y el material es precisa, sin importar la longitud de onda. Existen diferentes tipos de laser que son utilizados para este procedimiento. (33)

Erbio: itrio - aluminio – granate (Er,YAG): Se utiliza a una longitud de onda de 2940nm para fomentar una modificación de la superficie de la cerámica, ya que su longitud de onda junto con su pico de absorción de agua, son capaces de remover partículas mediante ablación, microexplosiones y vaporización. (34)

Dióxido de carbono (CO_2): Se logra obtener una absorción en la longitud de onda (10,600nm) por la superficie del zirconio. Mejora la fuerza de unión y retención del zirconio.(34)

Neodimio: itrio – aluminio – granate (Nd:YAG): Promueve la rugosidad de la superficie del zirconio antes de ser cementada, forma microfisuras y puede no ser tan bueno para que exista una fuerza de unión al zirconio.(34)

Erbio, cromo: itrio – escandio – galio – granate (Er,Cr:YsGG): Aumenta la rugosidad para obtener una mayor adhesión al cemento resinoso, actúa a una longitud de onda de 2780nm (35)

- **Pulverización de plasma**

El tratamiento con plasma no térmico (NTP), es un gas ionizado que se compone de electrones, radicales libres y iones. Al ponerlo en contacto con la cerámica llega a mejorar la energía superficial fomentando la interacción química, lo que mejora la fuerza de unión con el cemento resinoso. Varios estudios muestran que, para una excelente fuerza de unión con el cemento resinoso, se debe usar la combinación de tratamientos con abrasión de partículas de aire con recubrimiento triboquímico y el NTP sobre la superficie de Y-TZP.(36)

- **Grabado por infiltración selectiva (SIE)**

Se caracteriza por la maduración inducida mediante el calor y difusión de los límites de grano, lo que convierte a la superficie no retentiva, es decir totalmente lisa del zirconio a una superficie extremadamente retentiva. Forma estructuras retentivas tridimensionales en donde el cemento resinoso puede adherirse. (24)

2.3.2. Químico

Existen compuestos que logran unirse al zirconio químicamente, estos son: Primers de zirconio con MDP, primers compuestos de otros monómeros y adhesivos universales. En el zirconio se utiliza el 10 – MDP ya que se adhiere por un enlace iónico. En la industria se ha incorporados el 10 – MDP a los adhesivos universales y estos podrían utilizarse como un primer para el zirconio. (24)

2.3.3. Mecano-química

Al aplicar agentes de cementación e imprimación con MDP ofrece una mejor adhesión al zirconio. Por esta razón se considera que la combinación de tratamientos mecánicos y químicos son cruciales para garantizar una adhesión adecuada y duradera al zirconio. (31)

2.4.Pruebas in vitro

La unión de los adhesivos al esmalte y dentina se puede medir utilizando diferentes métodos para observar su efectividad. Existen pruebas tanto macro como micro, dependiendo del tamaño del área de unión. Cuando existe una unión macro existe una unión mayor a 3mm² se puede medir en cizallamiento (corte), tracción o expulsión. También existen pruebas de envejecimiento artificial como es el termociclado.(37)

2.4.1. Macrozillamiento

Es un método comúnmente utilizado debido a su simplicidad, rapidez, ya que no se requiere procesamiento adicional de la muestra. A pesar, de los esfuerzos para normalizar esta prueba por el uso de plantillas como la de Ultradent y SDI, todavía existe una variación considerable en los resultados debido a las propiedades del sustrato, adhesivo y material. (37)

2.4.2. Microzillamiento

Sirve para evaluar el interfaz de cemento – zirconio. Es un proceso en el que seccionan las muestras tras la cementación puede generar tensiones en la interfaz, lo que podría influir en los resultados de la prueba. Para minimizar este efecto, se seccionan las muestras de zirconio pretratadas antes de la cementación, lo que reduce las tensiones, es un método lento. (38)

2.4.3. Macro-tracción

Es menos frecuente, utilizado en pruebas de la resistencia de la adhesión entre cementos y materiales duros, como cerámicas o aleaciones metálicas. Es buena su aplicación para evaluar la retención de los poseen en los conductos radiculares, pero es un método largo y de preparación bastante compleja lo cual limita el uso. (37)

2.4.4. Micro-tracción

Fue desarrollada en 1994, evalúa áreas pequeñas de unión de aproximadamente 1mm^2 , permitiendo medir la unión de áreas pequeñas. Las micro muestras pueden ser recortadas o no recortadas, para poder observar si presentan mayor concentración de tensión o son fáciles de preparar, respectivamente. El análisis de esta prueba se lo hace mediante el sistema ANOVA o modelos de supervivencia. (37)

2.4.5. Fatiga

Esta prueba es crítica para simular el comportamiento adhesivo bajo cargas repetitivas, como las que simulan durante la masticación. Intenta simplemente probar la capacidad de mantener el adhesivo después de varios actos clínicos como los de carga y descarga. Aunque una serie más compleja y de duración prolongada, se utiliza mucho para predecir la eficacia a largo plazo de los adhesivos en el uso clínico. (37)

2.4.6. Tracción

Las muestras son examinadas utilizando un estereomicroscopio óptico que posee un aumento de 10x para reconocer posibles defectos, como burbujas o huecos, luego se las

coloca en una máquina que estira las muestras hasta romperlas. La resistencia de unión se calculó dividiendo la fuerza necesaria para romper la muestra por el tamaño del área pegada.
(39)

2.4.7. Termociclado

Este es un procedimiento experimental realizado sobre una base de simulación, la cual se encuentra en condiciones térmicas similares a la cavidad oral. Esta simulación se la realiza en estos in vitro, en donde se incluye tenciones térmicas creadas por odontólogos dentro del material dental. El termociclado aumenta el daño superficial de los materiales creando un choque térmico en los elementos de los composites. Esta prueba es realizada para evaluar la resistencia adhesiva al cizallamiento de los cementos resinosos a la superficie del zirconio, realizando un procedimiento de envejecimiento artificial para simular el uso clínico que este material sufriría en la boca del paciente.(7)

CAPÍTULO III.

3. METODOLOGIA.

Es de tipo descriptivo ya que detalla la influencia de los diferentes tratamientos de superficie en la resistencia adhesiva del zirconio y cementos resinosos, a su vez es de tipo cuantitativo por la obtención de datos documentales y de corte transversal. Este trabajo de investigación fue realizado mediante la metodología PRISMA. Los datos recopilados fueron de artículos científicos de revistas indexadas en las bases de datos: PubMed, ScienceDirect, Dentistry & Oral Sciences Source y Cochrane, publicados entre los años 2019 – 2024.

3.1. Formulación de la pregunta PICO

Al elaborar la pregunta PICO, se tomó en cuenta los componentes (Población, Intervención, Comparación, Resultados) para el tema de esta investigación: “Influencia de los diferentes tratamientos de superficies en la resistencia adhesiva del zirconio y cementos resinosos. Revisión de la literatura”.

- **P (población/problema):** Restauraciones de zirconio
- **I (intervención):** Tratamiento de superficie
- **C (comparación):** Tratamientos micromecánicos, químicos y combinados
- **O (resultados):** Mejorar la resistencia adhesiva con uso de cementos resinosos

La pregunta PICO formulada fue: ¿Cómo afectan las restauraciones de zirconio con diferentes tratamientos de superficie (micromecánicos, químicos y combinados) en la resistencia adhesiva con cementos resinosos?

3.2. Criterios de selección

Para la búsqueda de información en la presente investigación se toma en consideración los siguientes criterios de selección que se explican a continuación: (Tabla 2)

Tabla 2. Criterios de selección para limitar la búsqueda

Componente de estudio	Criterios
Tipo de estudio	Estudio in vitro Revisiones sistemáticas Meta-análisis
Población	Artículos relacionados a los diferentes tratamientos de superficie del zirconio en la resistencia adhesiva

Idioma de publicación	Inglés
Disponibilidad del texto	Texto completo Textos gratuitos
Tiempo de publicación	Años: 2019-2024

Fuente: Elaboración propia

3.3.Procedimiento de recuperación de la información y fuentes documentales

El proceso para la recuperación de la información ha sido un componente clave para valorar de manera íntegra la influencia de diferentes tratamientos de superficie en la resistencia adhesiva del zirconio y los cementos resinoso. La búsqueda inicial de información se llevó a cabo en las diferentes bases de datos anteriormente mencionadas, utilizando la combinación de palabras claves, operadores (“AND”, “OR”, “NOT”) y MeSH (Medical Subject Headings). Este enfoque fue formulado con el propósito de tratar el tema principal de estudio de manera precisa y detallada, asegurando una recopilación exhaustiva de información como se muestra en la (Tabla 3).

Tabla 3. Estrategia de búsqueda

Buscadores	Palabras Claves	MeSH	Booleanos
PubMed		Zirconium	(“Zirconia” OR Y-TZP OR Zirconium”) AND (“Surface treatment OR “Surface Properties”) AND “Adhesion” OR “Bond Strength” AND (Resin Cements OR “Dental Cements”)
ScienceDirect	Surface treatment Zirconia	Ytria stabilized tetragonal zirconia	“Zirconium” AND (“Surface treatment” OR Sandblasting” OR “Acid Etching”) AND (“Adhesive strength” OR “Bonding” OR “Adhesion”) AND (“Resin cements” OR “Dental cements”)
Dentistry & Oral Sciences Source	Bond strength Resin cement Ceramic dental	Surface properties Resin cement	
Cochrane	Adhesion	Adhesiveness	Zirconium AND (Surface treatment OR “Surface properties”) AND (Adhesion OR Bonding OR “Bond Strength”) AND (“Dental cements” OR “Resin Cements”)

			<p>(“Surface tratment” OR Sandblasting OR “Acid” Etching OR Silanization) AND (“Bond strength” OR Adhesion) AND (Zirconium” Or YTtria – stabilized zirconia”</p>
--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

3.4.Técnica de recolección de datos

La recolección de datos de la presente investigación se la realizó mediante el diagrama de flujo PRISMA para la selección de fuentes de información, utilizando la combinación de palabras anteriormente mencionadas y los criterios de selección. Se obtuvieron 24 artículos en la base de datos PubMed, 27 en Science Direct, 21 en Cochane, 65 en Dentistry & Oral Sciences Source y para ampliar la búsqueda se realizó de forma manual de los cuales se encontraron 9 artículos. Se logró un resultado inicial de bases de datos 146 artículos de los cuales fueron analizados cautelosamente hasta obtener un número de 34 artículos científicos los cuales son de gran utilidad para esta investigación.

Ilustración 2. Diagrama de flujo del proceso de selección de fuentes de información

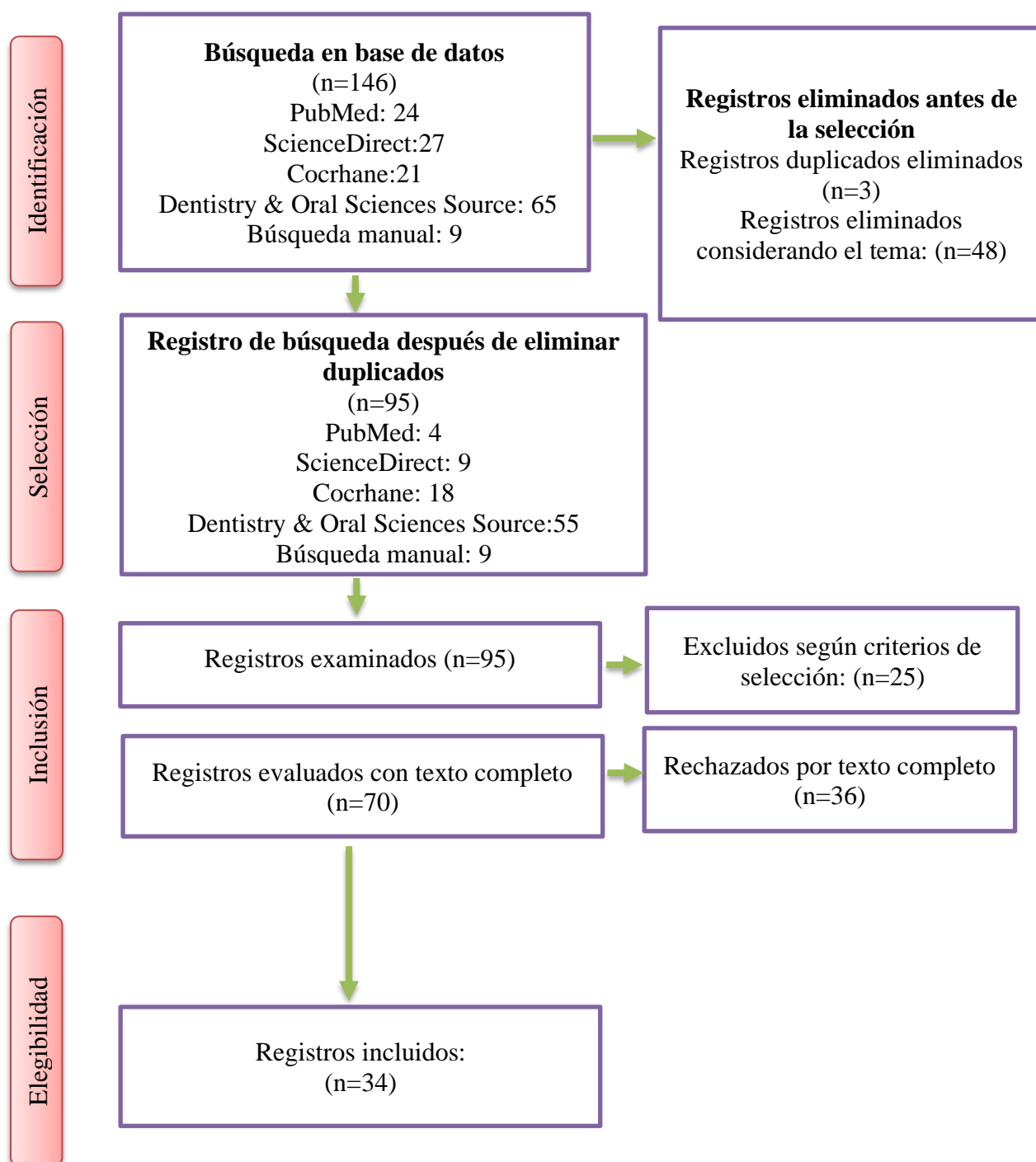


Tabla 4. Fuentes de información y sus características

N°	Autor	Base de datos	Procedencia	Cuartil	SJR
1	Kumar R et al.,(6)	PubMed	EEUU	Q3	0,29
2	Malysa A et al., (30)	PubMed	Polonia	Q1	0,74
3	Bitencourt S et al., (34)	PubMed	India	Q2	0,39
4	Alrabeah G et al.,(7)	Science Direct	Países Bajos	Q2	0,52
5	Li X et al.,(23)	Science Direct	Países Bajos	Q1	1,29
6	Jassim S et al.,(40)	Science Direct	Países Bajos	Q1	0,62
7	Garófalo S et al.,(33)	Cochrane	Alemania	Q1	0,94
8	Kumar N et al.,(41)	Cochrane	India	Q2	0,49
9	Lagodzinska P et al.,(28)	Dentistry & O.S.S	Polonia	Q4	0,16
10	Chatterjee N et al.,(24)	Dentistry & O.S.S	India	Q2	0,39
11	Flores B et al.,(42)	Dentistry & O.S.S	Japón	Q2	0,59
12	Kermanshah H et al.,(38)	Dentistry & O.S.S	India	Q2	0,49
13	Yilmaz B et al.,(43)	Dentistry & O.S.S	Iran	Q3	0,25
14	Sales A et al.,(44)	Dentistry & O.S.S	EEUU	Q2	0,49
15	Behnaz E et al., (45)	Dentistry & O.S.S	Iran	Q3	0,25
16	Seyedi D et al.,(46)	Dentistry & O.S.S	EEUU	Q2	0,49
17	Buyukerkmen E et al.,(47)	Dentistry & O.S.S	Japón	Q2	0,49
18	Ghaffari T et al.,(48)	Dentistry & O.S.S	Irán	Q3	0,32
19	Yenamandra M et al.,(49)	Dentistry & O.S.S	EEUU	Q3	0,32
20	Mohit K et al.,(50)	Dentistry & O.S.S	India	Q2	0,39
21	Toyoda K et al.,(51)	Dentistry & O.S.S	Japon	Q2	0,59
22	Salimi K et al.,(52)	Dentistry & O.S.S	India	Q2	0,49
23	Altuntas M et al.,(53)	Dentistry & O.S.S	EEUU	Q1	0,75
24	Tzanakakis E et al., (10)	Dentistry & O.S.S	Suiza	Q2	0,55
25	Souza J et al.,(54)	Dentistry & O.S.S	Alemania	Q1	0,94
26	Comino R et al., (55)	PubMed	Suiza	Q2	0,57
27	Maroun E et al.,(56)	PubMed	EEUU	Q1	0,62
28	Ahn J et al.,(57)	PubMed	Nueva Zelanda	Q2	0,57
29	Valente F et al.,(58)	PubMed	Nueva Zelanda	Q2	0,57
30	Zakavi F et al.,(17)	PubMed	España	Q2	0,47
31	Saade J et al.,(59)	PubMed	Nueva Zelanda	Q2	0,49
32	Lee Y et al.,(60)	PubMed	EEUU	Q2	0,49
33	Kim D et al.,(61)	PubMed	Nueva Zelanda	Q2	0,57
34	Rigos a et al.,(62)	Science Direct	Países Bajos	Q1	1,29

Fuente: Elaboración propia.

Los artículos encontrados fueron evaluados mediante su factor de impacto, teniendo en cuenta que el primer cuartil Q1 que corresponde al 24% de artículos encontrados con lo que presentan un factor de impacto mayor, seguido del segundo cuartil Q2 que corresponde 60%,

también se presentan del tercer cuartil Q3 que corresponde al 14% y finalmente el cuarto cuartil Q4 que corresponde 2% de artículos encontrados. A pesar de que estos dos últimos presentan un impacto menor fueron incluidos al estudio ya que presentan información relevante que ayuda con la presente investigación.

La calidad de los artículos se evalúa con dos métodos, el primero es el método PRISMA 2020 que sirve para identificar, seleccionar, evaluar y sintetizar los estudios de revisión bibliográfica y meta-análisis. (63) El otro método es CRIS Guidelines que se utilizó para evaluar estudios experimentales: in vitro en el área de odontología, favoreciendo la transparencia y calidad de estudios. (64) Los artículos serán categorizados como baja, moderada y alta, según su calidad.

Tabla 5. *Calidad de artículos según el método PRISMA*

Autor	Tipo de estudio	Calidad	Justificación
Kumar R et al.,(6)	Revisión bibliográfica y meta-análisis	Baja	Incluye el análisis de estudios clínicos controlados sobre tres tratamientos de superficie que afecta de diferente manera la resistencia de unión
Malysa A et al.,(30)	Revisión sistemática	Alta	Contiene estudios importantes y de alta calidad, analiza diferentes métodos de tratamiento y sus efectos, es una investigación bien estructurada
Bitencourt S et al.,(34)	Revisión sistemática y meta-análisis	Alta	Presenta revisiones sobre el tratamiento se superficie con diferentes tipos de láser para llegar a obtener una resistencia adhesiva adecuada, proporcionando una base sólida y bien sustentada
Li X et al.,(23)	Revisión sistemática y meta-análisis	Alta	Brinda un análisis exhaustivo de diversos tratamientos y monómeros apoyándose de ensayos clínicos, lo que refuerza la fiabilidad de sus conclusiones
Chatterjee N et al.,(24)	Revisión sistemática	Baja	A pesar de que ofrece una revisión exhaustiva de múltiples estudios en los que examina la superficie del zirconio y tratamientos de adhesión, carece de claridad en

			la metodología y no presenta los criterios PRISMA
Souza J et al.,(54)	Revisión integradora	Moderada	Muestra una revisión bibliográfica sobre el uso de láser para el tratamiento de superficie, compara diferentes tipos de láser. Sin embargo, no cumple las pautas PRISMA, lo que no permite un estudio exhaustivo.
Comino R et al., (55)	Revisión sistemática	Alta	Realiza una investigación exhaustiva, sobre los diferentes tratamientos de superficie del zirconio, los cementos resinosos y pruebas de envejecimiento. Es una investigación bien estructurada y fundamentada.
Rigos A et al.,(62)	Revisión sistemática y un meta-análisis de estudios in-vitro	Alta	Muestra un análisis de estudios controlados, lo que garantiza la revisión exhaustiva para la valoración de la adhesión del zirconio previamente tratado después del envejecimiento artificial. Cumple con todos los criterios PRISMA.

Fuente: Elaboración propia

De los artículos revisados en la presente investigación 8 fueron de revisión bibliográfica y meta-análisis, los cuales fueron evaluados mediante la metodología PRISMA. En donde 5 estudios son de alta calidad, y son incluidos en esta investigación, 1 artículo es de una moderada calidad y 2 de baja calidad. A pesar de no tener buena calidad según la metodología PRISMA los artículos fueron incluidos porque presentan información útil para la investigación.

Tabla 6. Calidad de artículos según CRIS (Guidelines para estudios in-vitro)

Título	Calidad	Justificación
Alrabeah G et al.,(7)	Moderada	Aunque proporciona datos útiles sobre el efecto del termociclado y los tipos de cementos resinosos utilizados para la adhesión, existen limitaciones de los tratamientos de superficies
Jassim S et al.,(40)	Alta	Muestra un estudio del tratamiento de superficie del zirconio con plasma, presenta una metodología bien

		controlada y sus resultados son relevantes
Garófalo S et al.,(33)	Baja	Aporta información valiosa sobre la irradiación láser sobre la superficie del zirconio.
Kumar N et al.,(41)	Moderada	Presenta un estudio innovador, sin embargo, su metodología carece de control experimental y una profundidad en el análisis de resultados
Lagodzinska P et al.,(28)	Moderada	Proporciona una comparación adecuada entre diferentes sistemas adhesivos utilizados después del pretratamiento de superficie de zirconio, pero carece de rigor en algún aspecto metodológico
Flores B et al.,(42)	Moderada	Contiene datos interesantes, su metodología es buena, realiza una comparación entre distintos tipos de tratamientos químicos que no se encuentran completamente desarrolladas
Kermanshah H et al.,(38)	Moderada	Presenta una interesante comparación de estudios, pero su falta de detalles en el diseño experimental sobre el control entre diferentes tratamientos limita la reproductibilidad de los resultados
Yilmaz B et al.,(43)	Moderada	La investigación realizada es relevante, presenta tres tipos de tratamientos de superficie, existen limitaciones en la experimentación lo que llega a afectar la solidez de los resultados
Sales A et al.,(44)	Alta	El estudio realizó 4 grupos de control con diferente tratamiento de superficie, es desarrollado de manera rigurosa, con una caracterización detallada de cada superficie y realiza pruebas de resistencia adecuadas
Behnaz E et al., (45)	Moderada	Es un estudio innovador ya que compara las técnicas láser con una convencional, la metodología es limitada lo que impide con control adecuado
Seyedi D et al.,(46)	Alta	Muestra el tratamiento de superficie con plasma térmico que es un estudio innovador y bien controlado, con su metodología clara y bien detallada y los resultados presentes están bien interpretados
Buyukerkmen E et al.,(47)	Moderada	Aporta gran información sobre dos tipos de tratamientos de superficie y de agentes adhesivos, la complejidad de

		este estudio dificulta realizar un buen control.
Ghaffari T et al.,(48)	Baja	A pesar de que es un tema relevante, su metodología es limitada, lo que impide que pueda ser reproducida, eso reduce la confianza de los resultados
Yenamandra M et al.,(49)	Alta	El estudio muestra dos tratamientos de superficie y su medio de adhesión, se caracteriza por tener un buen control experimental, su metodología y resultados son claros.
Mohit K et al.,(50)	Alta	Presenta una comparación clara entre cinco tratamientos de superficie, su metodología es detallada, presenta un control adecuado del estudio lo que garantiza los resultados
Toyoda K et al.,(51)	Moderada	El estudio está enfocado al uso de láser de iterbio y el uso de cementos resinosos, existen limitaciones para su replicación.
Salimi K et al.,(52)	Alta	Es un estudio bastante innovador referente al uso de plasma de argón, comparándolo con otros tratamientos, describe una metodología y resultados bastante claros
Altuntas M et al.,(53)	Alta	Menciona sobre la innovación del plasma de argón para remplazar los tratamientos convencionales, su estudio presenta una metodología detallada y clara sobre el uso de este tratamiento solo y combinado, dando resultados claros y verídicos
Tzanakakis E et al., (10)	Moderada	El uso de láser como opción de tratamiento de superficie es estudiado comparándola con otros métodos, se describe su metodología experimental y sus resultados no son lo suficientemente detallados
Maroun E et al.,(56)	Baja	Tiene un buen enfoque de estudio, su metodología de estudio carece de control lo que impide la reproductibilidad de los tratamientos estudiados
Ahn J et al.,(57)	Alta	Es un estudio experimental innovador con plasma y el uso de cementos autoadhesivos para obtener una unión adecuada del zirconio. Presenta un estudio controlado con resultados claros
Valente F et al.,(58)	Alta	A pesar de especificar los tratamientos de superficie, se enfoca en el sistema

		adhesivo con 10-MDP, en donde hacen un estudio para verificar la resistencia de unión del zirconio. Este estudio presenta un enfoque claro para la aplicación clínica.
Zakavi F et al.,(17)	Moderada	Abarca una comparación de diferentes sistemas adhesivos, el diseño experimental puede o no estar completamente desarrollado en cuanto a la diversidad de tratamientos adhesivos.
Saade J et al.,(59)	Alta	Este estudio se caracteriza por evaluar la durabilidad de adhesión del zirconio después de un pretratamiento de superficie, mediante el envejecimiento de la cerámica. El diseño experimental es bien definido y aborda aspectos importantes de la longevidad de la unión adhesiva.
Lee Y et al.,(60)	Moderada	El grabado ácido es un enfoque interesante, pero su metodología no se encuentra bien controlada y sus resultados son escasos.
Kim D et al.,(61)	Alta	Es un estudio enfocado al tratamiento con plasma no térmico comparado con el método tradicional, y el uso de cementos adhesivos para su unión, es un estudio bien controlado con su metodología detallada y obteniendo resultados claros.

Fuente: Elaboración propia

De los artículos encontrados 26 fueron de estudios in-vitro y se los evaluó a través del método CRIS, se los clasificó según su calidad en: Alto, moderado y bajo. En donde 11 estudios resultaron de alta calidad, 12 de moderada calidad y 3 de baja calidad. Sin embargo, los 15 artículos son incluidos en la investigación por la importancia de información que brinda.

CAPÍTULO IV.

4.1.RESULTADOS

Después la búsqueda realizada, se incluyeron 34 artículos en el estudio, con base a los criterios de inclusión planteados. Es importante tomar en cuenta que existen diferentes tratamientos de superficie del zirconio y varios sistemas adhesivos que se utilizan para unir esta cerámica con cementos de resina. Es por ello que en la presente investigación se realizó un análisis de artículos científicos para poder identificar el mejor tratamiento de superficie con respecto a la resistencia adhesiva del zirconio y cementos resinosos.

De los artículos encontrados 8 fueron de revisión bibliográfica y meta-análisis que son analizados en la Tabla 7, y 26 fueron de estudios in-vitro que son analizados en la tabla 8.

Tabla 7. Recuperación de datos de estudios de Revisión

Autores	Resultados obtenidos
Kumar R et al., (6)	Los tratamientos de superficie del zirconio, incluida la abrasión de aire junto con la aplicación de primers específicos, llegan a mejorar de manera significativa la unión con los cementos resinosos. En cuanto, a la influencia de las técnicas de tratamiento en su longevidad de adhesión son de gran importancia, ya que, algunos métodos son más efectivos que otros en cuanto a su fuerza adhesiva a largo plazo.
Malysa A et al.,(30)	Para lograr una unión duradera y fuerte entre el zirconio y el diente, la combinación de tratamientos mecánicos y químicos resultan ser efectivos. Se proporciona condiciones clínicas simuladas, como pruebas de fatiga y de envejecimiento acelerado, para predecir el rendimiento del uso real del zirconio.
Bitencourt S et al., (34)	El tratamiento de irradiación con láser, mejora la rugosidad de la superficie del zirconio, mejorando la resistencia de unión con el cemento resinoso y el zirconio, el tratamiento con láser Er:YAG, muestra resultados beneficiosos. Sin embargo, no existe un protocolo estándar para el uso del láser en la superficie del zirconio, por lo que es difícil compararlo con diferentes tipos de láser.
Li X et al.,(23)	Los tratamientos de superficie, la abrasión de partículas de aire y recubrimiento de sílice, mejoran la fuerza de unión entre el zirconio y la resina, el uso de 10-MDP presenta una ventaja considerable en la fuerza de unión. Aunque la resistencia disminuyó con el paso del tiempo, ese deterioro puede ser contrarrestado con abrasión de partículas de aire y recubrimiento de sílice.
Chatterje N et al.,(24)	Para conseguir una unión duradera y fuerte, es necesario realizar cambios en la superficie del zirconio para lograr una retención mecánica. A pesar de que la abrasión de partículas de aire sigue siendo uno de los más utilizados. El pretratamiento mecanoquímico de la superficie garantiza la adhesión, por esto, se

	decidió combinar la abrasión de partículas con la aplicación de cementos de resina que contienen 10-MDP
Souza J et al.,(54)	La combinación de tratamientos de superficie de láser de CO2 y grabado con HF, mejora la resistencia de adhesión al cizallamiento entre el zirconio y cementos resinosos. La superficie de zirconio tratada con láser de Nd:YVO4 o con CO2, tiene mayor resistencia de adhesión comparándolas con superficies no tratadas. Se pueden utilizar diversos parámetros, con potencia, frecuencia y fluencia de láser para desarrollar pautas de uso del láser en el zirconio
Comino R et al., (55)	Los cementos autoadhesivos y los que contienen 10-MDP suelen presentar mejores resultados, sin embargo existe controversia en cuanto a la efectividad del 10-MDP y la variabilidad en la composición de los cementos. Tratamientos como el recubrimiento con sílice y el arenado son alternativas para mejorar la adhesión. Tomando en cuenta que hay que realizar una limpieza del zirconio.
Rigos A et al., (62)	La combinación de abrasión de partículas de aire (APA) y recubrimiento de sílice (TSC) son importantes para lograr la unión duradera al usar cementos y primers sin 10-MDP, siendo TSC el más efectivo para lograr una unión duradera. El uso de primer con 10-MDP garantiza durabilidad en la adhesión, sin embargo, cuando se combina con APA reduce su fuerza de unión tras el envejecimiento. La combinación de TSC con 10-MDP ofrece resultados duraderos después del envejecimiento.

Abreviaturas usadas en la tabla: **APA:** abrasión de partículas de aire con alúmina Al₂O₃.

TSC: recubrimiento de sílice / tratamiento triboquímico. **HF:** ácido fluorhídrico.

Tabla 8. Recuperación de datos de los estudios in-vitro

Autores (año)	Tratamiento de superficie	Parámetros	Sistema de adhesión	Pruebas de adhesión	Resultados Obtenidos
<p>Alrabeah G et al., (7) (2023)</p>	<p>N/M</p>	<p>N/M</p>	<p>Cementos autoadhesivos: Calibra Universal (UDMA, resina de dimetacrilato, acrilato modificado con ácido fosfórico, vidrio de silicato de fluoroaluminio, boro de bario, bid.GMA, sílice, dióxido de titanio y BHT) Breeze (bis-GMA, UDMA, TEGMA, HEMA, 4-MET, vidrio de bario tratado con silano, sílice, BiOCl, silicato de Ca-Al-F) RelyX (dimetacrilato, acetato, éster de ácido fosfórico metacrilato, polvo de vidrio, sílice, hidróxido de calcio)</p>	<p>SBS Termociclado 15 ciclos (5°C y 55°C)</p>	<p>RelyX mostró la mayor resistencia al cizallamiento con el zirconio</p>

Jassim et al., (40) (2023)	APA Plasma de gas	APA: 50um a 1 bar de presión de 10 segundos Plasma no térmico por 80segundos	Cemento de resina autoadhesivo	SBS	El tratamiento con plasma mostró un mayor SBS en el zirconio que el APA
Garófalo S et al., (33) (2022)	APA Irradiación láser Nd: YZO4	APA: 50um, 2,8 bar, 10mm de distancia durante 20 segundos Láser: (LC, LR, LW) 1064nm, 12ps, 2-34J/cm ²	Cemento de resina autoadhesivo	SBS	Se espera que el láser mejore la rugosidad y adhesión de manera controlada El APA puede aumentar la rugosidad, pero corre el riesgo de dañar la cerámica
Kumar N et al., (41) (2022)	APA SIE/HIM APA + SIE/HIM en zirconio sintetizado APA + SIE/HIM en zirconio no sintetizado	APA: 30um durante 15 segundos a 10nm de distancia, presión de 0,4 bar SIE/HIM: Tratamiento térmico a 750°C, ácido fluorhídrico al 5%	Cemento de resina adhesiva	SBS	La combinación de APA + SIE/HIM mejora significativamente la adhesión, presenta defectos estructurales mínimos, existe aumento de la rugosidad
Lagodzinska P et al., (28) (2019)	APA	Aire con alúmina en tres grupos con partículas (50um, 110um o 250um) En un ángulo de 45°, distancia de	Cementos de resina + primers con monómeros 10-MDP Cementos de resina (Duo-Link, ResiCem)	SBS	La abrasión con partículas de 50um mejoró la resistencia de unión Mayor resistencia de unión con Duo-Link + Z-Prime

		13mm, presión de 3 bar, durante 10 segundos	+ Primer Z-Prime Plus, AZ-Primer		Plus y resistencia baja con ReiCem + Az-Primer
Flores B et al.,(42) (2019)	<p>APA</p> <p>Recubrimiento de sílice</p> <p>HF</p> <p>APA + HF</p>	<p>APA: 50um a 90°, a 10mm de distancia, a 1 bar de presión durante 30 segundos</p> <p>TSC: deposición de nanopartículas de sílice cubiertas de pernas de vidrio</p> <p>HF: al 9% por 2 min, lavar con agua y limpieza ultrasónica</p> <p>APA+HF: APA seguido de HF</p>	<p>Cemento de curado dual (Panavia F 2.0)</p> <p>Silano</p> <p>Primer de 10-MDP</p>	SBS	<p>El APA aumenta la rugosidad de la zirconia</p> <p>TSC: mejora la adhesión y la resistencia del zirconio</p> <p>Al utilizar HF disminuye la fuerza de unión</p>
Kermanshah H et al., (38) (2021)	<p>Irradiación láser: Nd:YAG en zirconio presintetizado</p> <p>Nd:YAG en zirconio sintetizado</p> <p>CO2 en zirconio presintetizado</p>	<p>Nd:YAG a 1064nm, 10W, 2kHz, 230 ns, a 5mJ energía de pulso, a un diámetro de 90 um, densidad de energía a 78J/cm² son patron rectangular</p>	<p>Cemento de resina con 10-MDP (Panavia F2)</p>	N/M	<p>Los tratamientos de superficie realizados con irradiación láser Nd:YAG muestran mejoras en la fuerza de unión</p> <p>La cerámica feldespática mostró ser una opción más efectiva para mejorar la fuerza de unión, pero no se</p>

	<p>CO2 en zirconio sintetizado</p> <p>APA en zirconio presintetizado</p> <p>APA en zirconio sintetizado</p> <p>Recubrimiento feldespático en zirconio sintetizado</p>	<p>CO2: 10.6um, con potencia de 1W, 1 pulso, su pulso de densidad de potencia de 127.39J-cm²</p> <p>APA: partículas de 50um, a una presión de 2,5 bar, 10mm de distancia durante 20 segundos</p> <p>Tres capas de cerámica feldespática, grabado con HF al 9.5%, limpieza con agua destilada y del de ácido fosfórico al 37%, inmersión en isopropanol y silanización</p>			<p>lo puede realizar en la clínica</p>
<p>Yilmaz B et al., (43) (2020)</p>	<p>APA</p> <p>Recubrimiento de sílice</p> <p>Irradiación láser Er:YAG</p>	<p>APA: partículas de 50um con dirección perpendicular, con 10mm de distancia a 2 bares de presión durante 10 segundos</p>	<p>Primer: Z-Primer Plus</p>	<p>SBS</p>	<p>EL SBS se ve mayor en las muestras tratadas con APA y TSC</p> <p>Existe una mayor efectividad en la unión del</p>

		<p>TSC: igual que APA</p> <p>Er:YAG: longitud de onda de 2940, con potencia de 2W, frecuencia de 20Hz, densidad de energía 100mJ, por un tiempo de 60 segundos</p>			<p>zirconio cuando se trata con TSC</p>
<p>Sales A et al., (44) (2022)</p>	<p>APA</p> <p>Grabado con solución de grabado Zircos-E</p> <p>APA +Grabado</p>	<p>APA: partículas de 110 um, durante 15 segundos, a 10 mm de distancia, a 4 bar de presión</p> <p>Grabado: Solución Zircos-E por dos horas</p>	<p>Agentes de acoplamiento de silano</p> <p>Adhesivo universal (Single bond)</p> <p>Cemento de resina (RelyX)</p>	SBS	<p>Muestra que la APA genera una superficie rugosa pero no mejor la unión, mientras que el grabado proporciona una rugosidad uniforme lo que mejora la adhesión.</p> <p>Indica que la APA provoca pérdida de material aumentando la rugosidad de la superficie de la cerámica</p>
<p>Behnaz E et al., (45) (2024)</p>	<p>APA</p> <p>Irradiación laser: Er:YAG</p>	<p>APA: partículas de 120um con una presión de 2bar por 15 segundos a 100 de distancia</p> <p>Er:YAG: longitud de de onda de</p>	N/M	SBS	<p>El tratamiento con APA presenta mayor rugosidad.</p> <p>El láser aumentó la fuerza de unión, aunque el APA resultó siendo superior</p>

		2940nm, con potencia de 6W, a un diámetro de 600um y 6mm de longitud, la duración de pulso fue de 140-200us y su frecuencia de 20Hz			
Seyedi D et al., (46) (2024)	APA Plasma no térmico	APA: partículas de 50um, presión de 1,5bar por 10 segundos con dirección vertical Plasma no térmico: a una distancia de 10mm con gas argón a un flujo de 3 L/min y voltaje 4kW	N/M	Análisis SEM	Existe una unión gruesa con los dos tipos de tratamientos, aunque la rugosidad superficial aumento con APA El tratamiento con plasma no térmico es eficaz en la superficie del zirconio para aumentar su fuerza de adhesión
Buyukerkmen E et al., (47) (2022)	APA APA + irradiación láser	APA: partículas de 50um a una distancia de 10mm con una presión de 0,3bar por 15 segundos Láser: Er:YAG a 2,94um, potencia de salida de 4W,	Cementos de resina con 10-MDP (Panavia SA) Resina sin MDP	Termociclado 15 ciclos (5°C a 55°C)	La combinación de APA con irradiación láser mejora la SBS. Los primer que contienen MDP mejora la relación fisicoquímica entre el zirconio y la resina formando enlaces químicos

		frecuencia de 40Hz, densidad de energía de 400mJ			
Ghaffari T et al., (48) (2019)	Recubrimiento de sílice APA + Primer	TSC: presión de 2,8 bar por 13 segundos a 10mm de distancia APA: partículas de 110um con presión de 3,5 bar por 5 segundo a 15mm de distancia	Primers con 10-MDP	SBS Termociclado	El tratamiento con APA+ primer aumento la resistencia de unión
Yenamandra M et al., (49) (2024)	APA Grabado con HF HF + HNO3	APA: partículas de 50 um por 10 segundos a 2 bar de presión a 10mm de distancia HF: 48% por 2 minutos y enjuagar por 1 min HF 48% + HNO3 70% durante 2 minutos	Cementos de resina: RelyX G-Cem Linkforce	Almacenamiento en agua destilada	La APA genera una superficie rugosa y aumenta la energía superficial mejorando la adhesión de la resina con el zirconio La combinación de HF+HNO3 presenta un aumento significativo de fuerza de adhesión del zirconio comparándolas con superficies no tratadas
Mohit K et al., (50) (2022)	APA HF + Primer APA + Primer	APA: partículas de 50um a 2,5 bar durante 15 segundos	Primers con 10-MDP	N/M	La APA junto con el primer de MDP aumenta la rugosidad superficial y la resistencia adhesiva

	Infiltración con vidrio	<p>HF a 9% + MDP</p> <p>APA + MDP</p> <p>Infiltración: SiO₃, Na₂O, ZnO, cocción de 800-900°C</p>			<p>La infiltración de vidrio mostró resultados prometedores al aumentar la rugosidad de la adhesión sin dañar al zirconio</p> <p>Al utilizar HF junto con adhesivos con 10-MDP mejora la unión al zirconio, ya que el monómero de 10-MDP es el encargado de formar enlaces químicos. Mejorando la unión al cemento de resina</p>
Toyoda K et al., (51) (2022)	<p>APA</p> <p>Irradiación laser</p>	<p>APA: partículas de 50um a una presión de 0,3 bar a 10mm de distancia</p> <p>Láser de iterbio: 24W, 60kHz durante 6,6 segundos</p>	<p>Cemento de resina 4-META/MMA-TBB con PZ PRIMER</p> <p>Cemento de resina compuesta (Panavia V5)</p>	<p>Termociclado</p> <p>SBS</p>	<p>El tratamiento de superficie con láser de iterbio mejora la resistencia y durabilidad de unión, creando rugosidades finas que mejoran las propiedades adhesivas.</p> <p>Se puede utilizar cualquiera de los dos cementos mencionados ya que mostraron una mejora en la resistencia de unión después del tratamiento láser</p>
Salimi K et al., (52)	Plasma de argón	Gas argón: a una distancia de 10mm	Cemento de resina	N/M	Se observó mayor resistencia adhesiva con el

(2023)	Primer Plasma no térmico	por 45 segundos, con un voltaje de 5kV, caudal de 3000sccm Z-Primer Plus sobre la superficie y secar de 3 a 5 segundos	Panavia F2 (base 10- MDP) Duo-Link (base de Bis GMA)		uso de Z-Primer Plus, debido a los enlaces químicos que se presenta entre el 10-MDP y el zirconio
Altuntas M et al., (53) (2022)	APA Primer APA + Primer NTAP APA + NTAP NTAP + Primer APA + NTAP + PRIMER	APA: partículas de 50um por 15 segundos por 0,28bar a una distancia de 10 mm NTAP: 31kV, 15 kHz por 90 segundos a 2 mm de distancia Primer: aplicar con un microcepillo y secar con aire suave	Cementos de resina compuesta	SEM	Se observó que para poder obtener una buena adhesión se debe realizar la combinación de NTAP y posterior colocar primer
Tzanakakis E et al., (10) (2021)	APA Abrasión por aire con perlas de vidrio Irradiación láser	APA: con partículas de 50 y 90um	Cemento de resina de curado dual Primer con 10-MDP	SBS	La irradiación láser es eficaz para crear superficies no contaminadas, sin impurezas lo que no daña la superficie del material.

		<p>Perlas de vidrio: con partículas de 10-60um</p> <p>Las dos a una presión de 2,5bar por 10 segundos a 10mm de distancia a un ángulo de 45°</p> <p>Láser: longitud de onda de 1026nm son pulsos de 170 fs, a una frecuencia de 1kHz a 35un de diámetro</p>			El grabado con perlas de vidrio mostro una resistencia de adhesión menor en comparación con APA y la irradiación láser
Maroun E et al., (56) (2019)	APA	Partículas de 50um	<p>Cemento de resina autoadhesivo</p> <p>Grabado con HF</p>	Termociclado	Menciona que después del grabado ácido existe una mejora en la adhesión de la cerámica y el cemento autoadhesivo
Ahn J et al., (57) (2020)	<p>NTAP</p> <p>APA</p> <p>APA + NTAP</p>	<p>APA: partículas de 50um a 2 bar de presión, por 15 segundos</p> <p>NTAP: 5 slm, 3kVpp y 4,80 mA, a 10mm de distancia por 1min</p>	Cemento de resina con primer con 10-MDP	<p>SBS</p> <p>Termociclado</p>	<p>La utilización de APA presenta valores más altos de SBS y presento buena resistencia adhesiva</p> <p>El NTP con APA muestra mayor cizallamiento, pero menor adhesión</p>

					La combinación de APA + NTP junto con el primer no existe mejora de adhesión.
Valente F et al., (58) (2020)	Lijado APA	Lija de grano 600 bajo agua Presión de 110um a una presión de 0,25MPa perpendicularmente a 2cm durante 10segundos	Primer 10-MDP Cemento Panavia V5 Sugi Dual Flo'Zr	Almacenamiento en agua destilada	Existe una mejora de adhesión al utilizar los cementos junto con 10-MDP
Zakavi F et al., (17) (2019)	APA	Partículas de 50um a 10mm de distancia con una presión de 0,25Mpa perpendicularmente por 15 segundos	Adhesivo Futrabond Adhesivo de unión, universal Primer Z-Prime Plus Adhesivo Adper Single Bond 2	Termociclado	Futrabond U mostró mayor resistencia adhesiva. El monómero 10-MDP y de carboxilos mejoraron la adhesión al zirconio
Saade J et al.,(59) (2020)	APA Irradiación láser SIE	APA: partículas de 50um por 15 segundos a 3,5 bar de presión a 10mm Er, Cr:YSGG: por 2min, a 5,5W, 20Hz con energía de 100mJ	Cemento Dual 10-MDP	SBS Termociclado	Al usar adhesivos o cementos con 10-MDP mejora la calidad del enlace entre la resina y el zirconio, después de cualquier pretratamiento

<p>Lee Y et al., (60) (2019)</p>	<p>APA Grabado</p>	<p>APA: Partículas de 110um a 2 bar de presión, con una distancia de 10mm por 10 segundos HNO3 al 48%, se grabó por 15 o min</p>	<p>Cemento de resina Rely-X Panavia F 2.0 Z-prime plus</p>	<p>N/M</p>	<p>Los cementos autoadhesivos penetran con facilidad en las rugosidades de la cerámica, para formar una unión macroquímica. El grabado ácido al utilizar ácidos fuertes en el zirconio provocando cambios en la superficie lo que aumenta la unión del cemento de resina</p>
<p>Kim D et al., (39) (2019)</p>	<p>NTAP APA APA + NTAP</p>	<p>APA: partículas de 50um, con presión de 2,5bar a 10mm de distancia por 15 segundos NTAP: 5 slm, voltaje de 3kV, con pico de corriente de 4,80mA a 10mm de distancia</p>	<p>Cemento de resina autoadhesivo G-CEM Link Ace RelyX</p>	<p>SBS Termociclado</p>	<p>El NTAP aumenta el SBS igual que el APA La combinación de tratamientos no mejora el SBS El cemento con G-Cem produce una adhesión superior, debido a su menor viscosidad y mayor capacidad de interacción con la superficie tratada</p>

Abreviaturas usadas en la tabla: **APA:** abrasión de partículas de aire con alúmina Al₂O₃. **SBS:** unión al cizallamiento. **N/M:** no menciona. **SIE:** grabado por infiltración selectiva. **LC:** patrón en líneas cruzadas. **LR:** patrón de rayado aleatorio. **LW:** patrón de ondas paralelas. **TSC:** recubrimiento de sílice / tratamiento triboquímico. **HF:** ácido fluorhídrico. **SEM:** microscopía de barrido. **HNO₃:** ácido nítrico. **NTAP:** plasma atmosférico no térmico.

De los artículos incluidos en el estudio se obtuvieron 25 artículos de estudios in-vitro que reportan diferentes tipos de tratamientos de superficie antes de la adhesión con cementos resinosos. De los cuales 22 estudios presentaron grupos de abrasión por partículas de aire con óxido de aluminio, utilizando diferente tamaño de partículas de 30µm (41), 50µm (10,17,33,42,43,46,47,49-51,53,56,57,59,61), 90µm (10), 110µm (28,44,48,58,60), 120µm (45) y 250µm (28).

El tratamiento con recubrimiento de sílice se reportó en 3 estudios (42,43,48), Tzanakakis E et al., (10) realiza un grupo de estudio con abrasión de aire con perlas de vidrio, su tamaño de partículas que utiliza es de 10 – 60µm. La irradiación con láser se presentó en 7 estudios, se utilizaron láser de: Er:YAG (10,43,45), CO₂ (38), Nd:YAG (38), Nd:YVO₄ (33), Er, Cr:YSGG (59) y láser de iterbio (51), con el fin de eliminar el material superficial y mejorar la adhesión del zirconio.

El plasma de gas se utilizó en 5 artículos, se utilizó plasma no térmico (40,46,52,53,57) y plasma de argón (52). El grabado se encuentra en 6 artículos, por SIE (41,59), con ácido fluorhídrico (42,49), con solución Zircos E (44) y ácido nítrico (60). También se encontró la combinación de tratamientos en 10 artículos, las combinaciones fueron: APA + SIE (41), APA + ácido fluorhídrico (42), APA + grabado con Zircos-E (44), APA + irradiación láser (47), APA+primer (48,50,53), ácido fluorhídrico + ácido nítrico (49), ácido fluorhídrico + primer (50), APA + plasma no térmico (53,57,61).

En 23 artículos se mencionan los sistemas adhesivos utilizados para la unión del zirconio. Alrabeah G et al.,(7) puso a prueba 3 tipos de cementos autoadhesivos, Calibra universal, Breeze y RelyX. De igual manera otros autores utilizaron cemento de resina autoadhesivo (33,40,56,61), cemento de resina adhesiva(41), cementos de resina compuesta (53), cemento de resina con 10-MDP (57), cemento de curado dual (59)Así mismo mencionaron el nombre comercial de los cementos, Panavia F 2.0 (38,42,52,60), Rely X (44,49,60,61), Panavia SA (47), Panavia V5(51,58), G-Cem Linkforce (49,61), 4-META/MMA-TBB con PZ PRIMER (51), duo link (51), sugi dual Flor´Zr (58).

Utilizaron primer de 10-MDP (42,48,50,58), primer Z-Primer Plus (17,44,60). Adhesivos como: Single bond (17,44), Adhesivo futrabond, adhesivo de unión universal(17). La combinación de cemento de resina + primers con 10-MDP (28), cementos de resina Duo-Link+primer Z-primer plus, ResinCem + AZ-primer (28).

Al ser estudios in-vitro se verificó la resistencia de adhesión del zirconio con los medios adhesivos, 14 estudios realizaron pruebas de cizallamiento (7,10,28,40–45,48,51,57,59), 9 autores evaluaron mediante el termociclado (7,17,47,48,51,56,59), 2 estudios se llevó a cabo la valoración por microscopía de barrido (46,53). Yenamandra et.,(49) al y Valente F et al.,(58) realizaron el almacenamiento en agua destilada.

4.2.DISCUSIÓN

Con base al análisis realizado en el presente estudio que fue sobre los diferentes tratamientos de superficie del zirconio y la resistencia adhesiva al usar cementos resinosos. Se logró determinar el tratamiento de superficie que llega a ser efectivo y duradero, siempre y cuando se lo combine con un sistema adhesivos que contengan monómeros de 10-MDP, ya que esto permite la unión tanto micromecánica y química de la cerámica

Kumar N et al.,(41) utilizó el grabado por infiltración selectiva que consiste en la utilización de un tratamiento térmico y la utilización de ácido fluorhídrico, este método proporciona áreas retentivas en la superficie del zirconio, a pesar de ello, no proporcionan una buena adhesión. Yenamandra et al.,(49) empleó ácidos fuertes para tratar la superficie del zirconio, combinando el ácido fluorhídrico y ácido nítrico, para generar fuerzas adhesivas al utilizar cementos de resina autoadhesivos.

Flores B et al.,(42) mencionó que al utilizar ácido fluorhídrico como tratamiento de superficie existe disminución en la fuerza de unión. Por lo tanto, el tratar la superficie del zirconio con algún tipo de grabado no presenta mucha acogida, ya que, al ser un material inerte no existe una reacción química al utilizar estos materiales solo. Según Mohit K et al.,(50), para conseguir una unión química se debe combinar el ácido fluorhídrico con adhesivos que contengan 10-MDP, y de esta manera mejorar la unión con los cementos resinosos. Sin embargo, la aplicación de estos métodos no garantiza una adhesión efectiva, ni una durabilidad prolongada.

Salimi K et al.,(52) estudió el plasma de gas como opción para ser utilizado como tratamiento de superficie del zirconio, teniendo en cuenta que se puede utilizar plasma de argón, no térmico o de oxígeno para generar una resistencia adhesiva. Altuntas M et al.,(53) concuerda con el autor antes mencionado, ya que en su estudio demuestra que esta técnica permite obtener una buena adhesión, siempre y cuando sea acompañado con un primer, en este caso se ha utilizado Z-Primer Plus. Para Li X et al.,(23) esta técnica sirve como un buen estudio en laboratorios, sin embargo. no recomienda usarlos en la clínica por falta de evidencias.

Bitencourt S et al.,(34) aplicó la irradiación láser sobre la superficie del zirconio, se toma en consideración la existencia de varios tipos de láser, que son utilizados con diferentes potencias. Para generar microretenciones en el zirconio se puede utilizar el láser Nd:YAG, Er,Cr:YSGG. Toyoda K et al.,(51) utilizó láser de iterbio para aumentar la resistencia

adhesiva y durabilidad de unión de la cerámica, ya que, tiene la capacidad de formar rugosidades finas mejorando sus propiedades adhesivas.

Souza J et al.,(54) analizó el láser de CO₂ y Nd:YVO₄, el cual, menciona que la combinación del láser CO₂ y el grabado con ácido fluorhídrico mejora la resistencia adhesiva del zirconio con los cementos resinosos, aunque no existe un protocolo estándar se puede utilizar varios parámetros de potencia, frecuencia y fluencia de láser para ser utilizado sobre la superficie de la cerámica. Por otro lado, Kermanshah H et al.,(38) utilizó láser Nd:YAG junto con cemento de resina que contienen 10-MDP puesto que, existe una mejora en la fuerza de unión

Malysa A et al., (30), utilizó la abrasión de partículas de aire (APA) como tratamiento de superficie para el zirconio, siendo el más efectivo para mejorar la adhesión del zirconio. Varios autores concuerdan con este tratamiento, siendo Lagodzinska P et al., (28) quien planteó que para generar una resistencia de unión se la debe hacer con partículas de 50um, junto con la utilización de adhesivos, cementos o primers que contengan monómeros de 10-MDP, garantizando una fuerza adhesiva. Sin embargo, Sales A et al (44) mencionó que al utilizar APA forma microrrugosidades que resulta con la degradación del material, lo que afecta negativamente sus propiedades mecánicas.

Kumar R et al., (6), llevó a cabo un estudio que evaluó la eficacia de la abrasión de aire con recubrimiento de sílice, como tratamiento de superficie del zirconio. Este tratamiento se considera altamente eficaz debido a la unión química que se produce entre el silano y el sílice, facilitando la adhesión del zirconio con los cementos resinosos. Comparando con otros tratamientos, resultó ser el más efectivo, especialmente al combinarlo con adhesivos a base de 10-MDP, lo que garantiza una buena adhesión y resistencia duradera del zirconio.

Varios autores respaldan la idea de la combinación de dos tratamientos de superficie es efectiva para tener una buena adhesión. Bitencourt S et al.,(34) indicó que al utilizar la abrasión de partículas de aire junto con la irradiación láser Er,Cr:YSGG existe un aumento en la fuerza de unión del zirconio. Kumar N et al., (41) reportó la abrasión de partículas de aire con SIE ya que mejora la adhesión, y presenta menos defectos estructurales de la cerámica. Sin embargo, Ahn J et al., (57) advierte que no resulta conveniente combinar el uso de plasma no térmico con el chorro de arena porque no existe adhesión.

En cuanto a los sistemas adhesivos la literatura menciona que existen gran variedad, pero los que presentan mayor efecto sobre el zirconio son aquellos que con tienen moléculas de 10-MDP. Alrabeah G et al.,(7) llevó a cabo un estudio de cementos autoadhesivos en donde el cemento RelyX fue el que presentó mayor resistencia de cizallamiento con el zirconio. Lagodzinska P et al.,(28) informó sobre el éxito al utilizar cemento de resina Duo-Link más Z-Prime, lo que incrementa significativamente la unión al utilizar la abrasión de partículas de aire.

Varios autores han destacado la utilización del cemento de resina con 10-MDP, como es el caso del conocido Panavia que resulta ser efectivo al utilizarlo para la adhesión del zirconio pretratado ya que este cemento forma enlaces químicos con la cerámica. Zakavi F et al.,(17) indicó que después de la abrasión de partículas se utiliza el adhesivo Futrabond ya que muestra mayor resistencia adhesiva, así también el uso de monómero de 10-MDP y de carboxilos llegan a mejorar la adhesión del zirconio.

Para garantizar una resistencia de unión entre el zirconio y los sistemas adhesivos los autores realizaron diferentes pruebas para verificar su efectividad. Alrabeah G et al.,(7) realizó ensayos de cizallamiento que es la prueba más común para verificar la resistencia de unión entre el zirconio y los sistemas adhesivo. Mientras tanto Buyukerkmen E et al.,(47) empleó la prueba de termociclado a temperaturas de 5°C a 55°C durante 15 ciclos, simulando las condiciones térmicas de la cavidad bucal

Tras analizar diversos tratamientos de superficie del zirconio destinados a mejorar la resistencia adhesiva con cementos resinosos, se concluye que la abrasión de partículas de aire es más común y efectiva. Para lograr una adhesión óptima, es esencial tratar al zirconio utilizando partículas de óxido de aluminio recubiertas de sílice por aproximadamente quince segundos a una distancia de 10mm, posterior a ello, lavar el zirconio con agua destilada para eliminar los excesos de la cerámica, secarlo, colocar una capa muy fina de silano por 20 segundos, dejar evaporar y finalmente colocar un cemento de resina de curado dual.

CAPÍTULO V.

5.1.CONCLUSIONES

La revisión de literatura realizada, demuestra que los tratamientos de superficie aplicados en el zirconio tienen un efecto directo y significativo en la resistencia adhesiva, en cuanto y se utilicen cementos resinosos. Por ello los tratamientos de superficie representan una estrategia esencial para superar las barreras inherentes a la estructura del zirconio, logrando mejores resultados en términos de adhesión y durabilidad a largo plazo.

- Se identificó varios tratamientos de superficie que buscan modificar la estructura del zirconio, facilitando la adhesión con los cementos resinosos. Se incluyen tratamientos como la abrasión de aire con partículas de Al_2O_3 , el recubrimiento de sílice, irradiación láser, pulverización de plasma, grabado por infiltración selectiva, grabado ácido y la utilización de primers con MDP. Ofrecen ventajas y limitaciones según el tipo de procedimiento clínico, material utilizado en la cementación y su durabilidad a largo plazo.
- La comparación de los diferentes tratamientos de superficie para la cementación adhesiva revela que no todos los métodos ofrecen el mismo nivel de efectividad. Siendo la abrasión por aire que ha demostrado ser uno de los métodos más confiables, ya que aumenta la rugosidad y mejora la retención mecánica del cemento resinoso. Por otro lado, tratamientos más recientes muestran resultados prometedores. El plasma de gas no térmico y la irradiación láser logran aumentar la energía superficial, mejorando la capacidad que unir el zirconio a los cementos resinosos sin alterar la estructura del material.
- Se ha demostrado que la abrasión de aire seguida de la aplicación de primer con 10-MDP, optimiza la adhesión mecánica como la adhesión química, también se utiliza también partículas de Al_2O_3 recubiertas de sílice y la aplicación de silano. Este protocolo ha sido respaldado, lo que confirman su superioridad, tanto en términos de resistencia y durabilidad. Sin embargo, los tratamientos con láser y plasma de gas son también una opción por su cualidad de mantener la estructura intacta y mejorar la adhesión química del zirconio a los cementos resinosos.

5.2.RECOMENDACIONES

- En la aplicación clínica es recomendable utilizar tratamientos de superficie combinados que garanticen una adhesión duradera. Por ejemplo, después de un tratamiento de superficie acompañarlo con adhesivos, cementos de resina o primers que contengan monómeros de 10-MDP y carboxilos para poder obtener una unión química y mecánica del zirconio.
- Se recomienda que los odontólogos y futuros odontólogos reciban capacitaciones sobre los nuevos tratamientos de superficie, ya que se debe mantener en constante actualización, sobre las nuevas metodologías de tratar al zirconio como la infiltración de vidrio, irradiación láser, plasma gas que ofrecen posibilidades para mejorar la resistencia adhesiva, y no disminuye las propiedades mecánicas del zirconio
- Es de gran importancia adaptarse a cada uno de los protocolos de los diferentes tratamientos de superficie, según el tipo de restauración, fuerza masticatoria y localización den la cavidad bucal. Eligiendo la técnica adecuada para maximizar la longevidad y estabilidad de la restauración cementada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Zarone F, Di Mauro MI, Ausiello P, Ruggiero G, Sorrentino R. Current status on lithium disilicate and zirconia: a narrative review. *BMC Oral Health* [Internet]. 2019 Jul 4 [cited 2024 Oct 4];19(1). Available from: [/pmc/articles/PMC6610968/](#)
2. Maciel LC, Baroudi K, Amaral M, Silva-Concílio LR, Queiroz DA. The effect of repeated surface treatment of zirconia on its bond strength to resin cement. *J Adv Prosthodont* [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2024 Oct 4];12(5):291. Available from: [/pmc/articles/PMC7604241/](#)
3. Regulska K, Januszewicz B, Klimek L. Influence of Abrasive Treatment on a Transformation of Zirconium Oxide Used in Dental Prosthetics. *Materials* [Internet]. 2022 Jun 1 [cited 2024 Oct 3];15(12). Available from: [/pmc/articles/PMC9229235/](#)
4. Hsu SK, Hsu HC, Ho WF, Yao CH, Chang PL, Wu SC. Biomolecular modification of zirconia surfaces for enhanced biocompatibility. *Thin Solid Films*. 2014 Dec 1;572:91–8.
5. Reclaru L, Ardelean LC, Miu CA, Grecu AF. Are Zirconia Bioceramics and Ceramics Intended to Come in Contact with Skin Inert? *Materials* [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2024 Oct 3];13(7). Available from: [/pmc/articles/PMC7178696/](#)
6. Kumar R, Singh MD, Sharma V, Madaan R, Sareen K, Gurjar B, et al. Effect of Surface Treatment of Zirconia on the Shear Bond Strength of Resin Cement: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus* [Internet]. 2023 Sep 11 [cited 2024 Sep 20];15(9):e45045. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/37829958>
7. Alrabeah G, Alomar S, Almutairi A, Alali H, ArRejaie A. Analysis of the effect of thermocycling on bonding cements to zirconia. *Saudi Dental Journal*. 2023 Sep 1;35(6):734–40.
8. Cascante M. *Cerámicas Dentales*. 1ra ed. Quito, Ecuador: Mawail; 2022. 64–76 p.
9. Santillán-Guerra AM, Ticona-Orellana VM, Escuza-González SR, Delgado-Castillo SM, Huamán-Laredo WI, Atoche-Socola KJ, et al. Propiedades ópticas y mecánicas del zirconio translúcido como material restaurador óptimo en prótesis fija: Una revisión de la literatura. *Revista Científica Odontológica* [Internet]. 2022 Sep 29 [cited 2024 Oct 4];10(3):e121. Available from: [/pmc/articles/PMC10880710/](#)

10. Tzanakakis EGC, Beketova A, Papadopoulou L, Kontonasaki E, Tzoutzas IG. Novel femto laser patterning of high translucent zirconia as an alternative to conventional particle abrasion. *Dent J (Basel)*. 2021 Feb 1;9(2).
11. Jerman E, Lümke mann N, Eichberger M, Zoller C, Nothelfer S, Kienle A, et al. Evaluation of translucency, Marten's hardness, biaxial flexural strength and fracture toughness of 3Y-TZP, 4Y-TZP and 5Y-TZP materials. *Dental Materials*. 2021 Feb 1;37(2):212–22.
12. Ban S. Classification and Properties of Dental Zirconia as Implant Fixtures and Superstructures. *Materials* [Internet]. 2021 Sep 1 [cited 2024 Oct 19];14(17):4879. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8432657/>
13. Grech J, Antunes E. Zirconia in dental prosthetics: A literature review. *Journal of Materials Research and Technology*. 2019 Sep 1;8(5):4956–64.
14. Chopra D, Guo T, Gulati K, Ivanovski S. Load, unload and repeat: Understanding the mechanical characteristics of zirconia in dentistry. *Dental Materials*. 2024 Jan 1;40(1):e1–17.
15. de Oliveira Lopes R, Somacal DC, de Moura Modena CF, Spohr AM. Are Universal Adhesives Effective for Bonding to Zirconia in the Long Term? *Contemp Clin Dent* [Internet]. 2023 [cited 2024 Oct 9];14(4):307. Available from: </pmc/articles/PMC10855515/>
16. Klaisiri A, Krajangta N, Thamrongananskul N. The Durability of Zirconia/Resin Composite Shear Bond Strength using Different Functional Monomer of Universal Adhesives. *Eur J Dent* [Internet]. 2022 Oct 1 [cited 2024 Oct 9];16(4):756. Available from: </pmc/articles/PMC9683877/>
17. Zakavi F, Mombeini M, Dibazar S, Gholizadeh S. Evaluation of shear bond strength of zirconia to composite resin using different adhesive systems. *J Clin Exp Dent* [Internet]. 2019 Mar 1 [cited 2024 Oct 12];11(3):e257. Available from: </pmc/articles/PMC6461725/>
18. Valente F, Mavriqi L, Traini T. Effects of 10-MDP Based Primer on Shear Bond Strength between Zirconia and New Experimental Resin Cement. *Materials* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2024 Oct 10];13(1). Available from: </pmc/articles/PMC6982148/>
19. Yoshihara K, Nagaoka N, Yoshida Y, Van Meerbeek B, Hayakawa S. Atomic level observation and structural analysis of phosphoric-acid ester interaction at dentin. *Acta Biomater*. 2019 Oct 1;97:544–56.

20. Abdou A, Hussein N, Abd El-Sattar NEA, Takagaki T, Kusumasari C, Rizk A, et al. MDP-salts as an adhesion promoter with MDP-primers and self-adhesive resin cement for zirconia cementation. *BMC Oral Health* [Internet]. 2023 Dec 1 [cited 2024 Oct 8];23(1). Available from: [/pmc/articles/PMC10666379/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10666379/)
21. Nagaoka N, Yoshihara K, Feitosa VP, Tamada Y, Irie M, Yoshida Y, et al. Chemical interaction mechanism of 10-MDP with zirconia. *Sci Rep* [Internet]. 2017 Mar 30 [cited 2024 Oct 8];7. Available from: [/pmc/articles/PMC5372092/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5372092/)
22. Giraldo Betancur T, Posada Castaño M, Muñoz Zapata S. Racionalización y efectividad de la adhesión al óxido de zirconio: revisión narrativa. 2023 Nov 14 [cited 2024 Oct 10]; Available from: <https://repository.ces.edu.co/handle/10946/7950>
23. Li X, Liang S, Inokoshi M, Zhao S, Hong G, Yao C, et al. Different surface treatments and adhesive monomers for zirconia-resin bonds: A systematic review and network meta-analysis. *Japanese Dental Science Review*. 2024 Dec 1;60:175–89.
24. Chatterjee N, Ghosh A. Current scenario on adhesion to zirconia; Surface pretreatments and resin cements: A systematic review. *J Indian Prosthodont Soc*. 2022 Jan 1;22(1):13–20.
25. Maño EP, Algarra RM, Fawzy A, Leitune VCB, Collares FM, Feitosa V, et al. In Vitro Bonding Performance of Modern Self-Adhesive Resin Cements and Conventional Resin-Modified Glass Ionomer Cements to Prosthetic Substrates. *Applied Sciences* 2020, Vol 10, Page 8157 [Internet]. 2020 Nov 18 [cited 2024 Oct 12];10(22):8157. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/22/8157/htm>
26. Borouziniat A, Majidinia S, Shirazi AS, Kahnemuee F. Comparison of bond strength of self-adhesive and self-etch or total-etch resin cement to zirconia: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics* [Internet]. 2024 Feb 1 [cited 2024 Oct 24];27(2):113. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10923229/>
27. Ferracane JL, Stansbury JW, Burke FJT. Self-adhesive resin cements - chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil* [Internet]. 2011 Apr [cited 2024 Oct 12];38(4):295–314. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21133983/>
28. Łagodzińska P, Bociong K, Sokołowski J, Dejak B. Comparative study of the shear bond strength of zirconia-based dental ceramics to resin cements after chemo-mechanical surface treatment. *Journal of Stomatology*. 2019;72(4):158–66.

29. Liu JF, Yang CC, Luo JL, Liu YC, Yan M, Ding SJ. Bond strength of self-adhesive resin cements to a high transparency zirconia crown and dentin. *J Dent Sci* [Internet]. 2022 Apr 1 [cited 2024 Oct 12];17(2):973. Available from: [/pmc/articles/PMC9201647/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9201647/)
30. Malysa A, Wezgowiec J, Orzeszek S, Florjanski W, Zietek M, Wieckiewicz M. Effect of different surface treatment methods on bond strength of dental ceramics to dental hard tissues: A systematic review. *Molecules*. 2021;26(5).
31. Blatz M, Alvarez M, Sawyer K, Brindis M. How to Bond Zirconia: The APC Concept. *Compend Contin Educ Dent* [Internet]. 2016 Oct [cited 2024 Oct 24];37(9):611–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27700128/>
32. Ahmed T, Fareen N, Alam MK. The effect of surface treatment and thermocycling on the shear bond strength of orthodontic brackets to the Y-TZP zirconia ceramics: A systematic review. *Dental Press J Orthod* [Internet]. 2021 [cited 2024 Oct 4];26(5). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35640082/>
33. Garófalo SA, Wehner M, Dohrn A, Bilandžić MD, Roos C, Wierichs RJ, et al. Increasing dental zirconia micro-retentive aspect through ultra-short pulsed laser microstructuring: study on flexural strength and crystal phase characterization. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2024 Oct 20];26(1):939. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8791917/>
34. Bitencourt S, Ferreira L, Mazza L, Dos Santos D, Pesqueira A, Theodoro L. Effect of laser irradiation on bond strength between zirconia and resin cement or veneer ceramic: A systematic review and meta-analysis. *J Indian Prosthodont Soc*. 2021 Apr 1;21(2):125–37.
35. Saade J, Skienhe H, Ounsi H, Matinlinna JP, Salameh Z. Effect of different combinations of surface treatment on adhesion of resin composite to zirconia. *Clin Cosmet Investig Dent* [Internet]. 2019 [cited 2024 Oct 5];11:119. Available from: [/pmc/articles/PMC6549770/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6549770/)
36. Ahn JJ, Kim DS, Bae E Bin, Kim GC, Jeong CM, Huh JB, et al. Effect of Non-Thermal Atmospheric Pressure Plasma (NTP) and Zirconia Primer Treatment on Shear Bond Strength between Y-TZP and Resin Cement. *Materials* [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2024 Oct 5];13(18). Available from: [/pmc/articles/PMC7559763/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7559763/)
37. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dental Materials*. 2010 Feb 1;26(2):e100–21.

38. Kermanshah H, Torkamani MJ, Ranjkesh B, Bahrami G, Farahmandpour N. Effect of different surface treatments of presintered or sintered zirconia on bond strength to dentine. *Journal of Conservative Dentistry*. 2021 Nov 1;24(6):599–605.
39. Kim M, Kim RH, Lee SC, Lee TK, Hayashi M, Yu B, et al. Evaluation of Tensile Bond Strength between Self-Adhesive Resin Cement and Surface-Pretreated Zirconia. *Materials* [Internet]. 2022 May 1 [cited 2024 Oct 12];15(9). Available from: </pmc/articles/PMC9101034/>
40. Jassim SJ, Majeed MA. Effect of plasma surface treatment of three different CAD/CAM materials on the micro shear bond strength with resin cement (A comparative in vitro study). *Heliyon*. 2023 Jul 1;9(7).
41. Kumar Nk, Nair A, Thomas P, Hariprasad L, Brigit B, Merwade S, et al. Zirconia surface infiltration with low-fusing glass: A surface treatment modality to enhance the bond strength between zirconia and veneering ceramic. *J Conserv Dent* [Internet]. 2022 [cited 2024 Oct 20];25(5):492. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36506626/>
42. Flores-Ferreyra BI, Cougall-Vilchis RJS, Velazquez-Enriquez U, Garcia-Contreras R, Aguillon-Sol L, Olea-Mejia OF. Effect of airborne-particle abrasion and, acid and alkaline treatments on shear bond strength of dental zirconia. *Dent Mater J*. 2019;38(2):182–8.
43. Yılmaz BD, İzgi AD. Effect of different surface treatments on bond strength between zirconia posts and root surfaces. *International Dental Research*. 2020 Aug 31;10(2):49–54.
44. Sales A, Rodrigues SJ, Mahesh M, Ginjupalli K, Shetty T, Pai UY, et al. Effect of Different Surface Treatments on the Micro-Shear Bond Strength and Surface Characteristics of Zirconia: An in Vitro Study. *Int J Dent*. 2022;2022.
45. Behnaz E, Moazami A, Jowkar M. Effect of Er:YAG Laser Application and Sandblasting on Shear Bond Strength of Veneering Ceramic to Zirconia Core. *Front Dent* [Internet]. 2024 Jul 17 [cited 2024 Sep 20];21(25). Available from: <https://web.p.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=472722f1-2b53-48ad-864f-9ebb7a823393%40redis&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=ddh&AN=178749592>

46. Seyedi D, Valizadeh S, Ghodsi S, Salimi K, Atri F. Effect of Nonthermal Plasma on Shear Bond Strength of Translucent Zirconia in Layering Ceramic. *Int J Dent.* 2023;2023.
47. Buyukerkmen EB, Bozkurt DA, Terlemez A. Effect of surface treatment, ferrule height, and luting agent type on pull-out bond strength of monolithic zirconia endocrowns. *J Oral Sci.* 2022;64(4):279–82.
48. Ghaffari T, Moslehifard E, Motiei M. Effect of thermal and mechanical cycles on shear bond strength of zirconia core to porcelain veneer under different surface treatments. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2019 Dec 5;13(3):227–33.
49. Yenamandra MS, Joseph A, Singh P, Venkitachalam R, Maya R, Presannakumar G. Effect of Various Surface Treatments of Zirconia on its Adhesive Properties to Dentin: An In Vitro Study. *Journal of Contemporary Dental Practice.* 2024;25(3):226–30.
50. Mohit KG, Lakha TA, Chinchwade A, Batul QA, Shaikh M, Kheur SM. Effects of surface modification techniques on zirconia substrates and their effect on bonding to dual cure resin cement - An in- vitro study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2022 Apr 1;22(2):179–87.
51. Toyoda K, Taniguchi Y, Nakamura K, Isshi K, Kakura K, Ikeda H, et al. Effects of ytterbium laser surface treatment on the bonding of two resin cements to zirconia. *Dent Mater J.* 2022;41(1):45–53.
52. Salimi K, Atri F, Valizadeh S, Sahebi M, Ghodsi S, Manouchehri N. Influence of nonthermal argon plasma on the micro-shear bond strength between resin cement and translucent zirconia. *Journal of Conservative Dentistry.* 2023 May 1;26(3):281–7.
53. Altuntas M, Colgecen O, Ercan U, Cukur E. Nonthermal Plasma Treatment Can Eliminate Sandblasting Procedure For Zirconia–Resin Cement Bonding. *Int J Prosthodont.* 2022 Nov;35(6):752–60.
54. Souza JCM, Raffaele-Esposito A, Carvalho O, Silva F, Özcan M, Henriques B. Surface modification of zirconia or lithium disilicate-reinforced glass ceramic by laser texturing to increase the adhesion of prosthetic surfaces to resin cements: an integrative review. *Clin Oral Investig.* 2023 Jul 1;27(7):3331–45.
55. Comino-Garayoa R, Peláez J, Tobar C, Rodríguez V, Suárez MJ. Adhesion to Zirconia: A Systematic Review of Surface Pretreatments and Resin Cements. *Materials* [Internet]. 2021 [cited 2024 Oct 12];14(11). Available from: [/pmc/articles/PMC8196946/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8196946/)

56. Maroun EV, Guimarães JGA, De Miranda WG, Netto LRC, Elias AB, Da Silva EM. Bond Strength Stability of Self-adhesive Resin Cement to Etched Vitrified Yttria-stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystal Ceramic After Thermomechanical Cycling. *Oper Dent* [Internet]. 2019 Sep 1 [cited 2024 Oct 12];44(5):545–55. Available from: <https://dx.doi.org/10.2341/18-131-L>
57. Ahn JJ, Kim DS, Bae E Bin, Kim GC, Jeong CM, Huh JB, et al. Effect of Non-Thermal Atmospheric Pressure Plasma (NTP) and Zirconia Primer Treatment on Shear Bond Strength between Y-TZP and Resin Cement. *Materials* [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2024 Oct 12];13(18). Available from: </pmc/articles/PMC7559763/>
58. Valente F, Mavriqi L, Traini T. Effects of 10-MDP Based Primer on Shear Bond Strength between Zirconia and New Experimental Resin Cement. *Materials* 2020, Vol 13, Page 235 [Internet]. 2020 Jan 5 [cited 2024 Oct 12];13(1):235. Available from: <https://www.mdpi.com/1996-1944/13/1/235/htm>
59. Saade J, Skienhe H, Ounsi HF, Matinlinna JP, Salameh Z. Evaluation Of The Effect Of Different Surface Treatments, Aging And Enzymatic Degradation On Zirconia-Resin Micro-Shear Bond Strength. *Clin Cosmet Investig Dent* [Internet]. 2020 [cited 2024 Oct 12];12:1. Available from: </pmc/articles/PMC6954371/>
60. Lee Y, Oh KC, Kim NH, Moon HS. Evaluation of Zirconia Surfaces after Strong-Acid Etching and Its Effects on the Shear Bond Strength of Dental Resin Cement. *Int J Dent* [Internet]. 2019 [cited 2024 Oct 12];2019. Available from: </pmc/articles/PMC6636584/>
61. Kim DS, Ahn JJ, Bae E Bin, Kim GC, Jeong CM, Huh JB, et al. Influence of Non-Thermal Atmospheric Pressure Plasma Treatment on Shear Bond Strength between Y-TZP and Self-Adhesive Resin Cement. *Materials* [Internet]. 2019 Oct 1 [cited 2024 Oct 12];12(20). Available from: </pmc/articles/PMC6829206/>
62. Rigos AE, Sarafidou K, Kontonasaki E. Zirconia bond strength durability following artificial aging: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Japanese Dental Science Review*. 2023 Dec 1;59:138–59.
63. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* [Internet]. 2021 Mar 29 [cited 2024 Oct 13];372. Available from: <https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71>
64. Krithikadatta J, Gopikrishna V, Datta M. CRIS guidelines (Checklist for Reporting In-vitro Studies): A concept note on the need for standardized guidelines for


improving quality and transparency in reporting in-vitro studies in experimental dental research. *Journal of Conservative Dentistry* [Internet]. 2014 [cited 2024 Oct 13];17(4):301–4. Available from: https://www.researchgate.net/publication/264832812_CRIS_Guidelines_Checklist_for_Reporting_In-vitro_Studies_A_concept_note_on_the_need_for_standardized_guidelines_for_improving_quality_and_transparency_in_reporting_in-vitro_studies_in_experimental_den

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de selección y revisión de artículos

BASE DE DATOS	AUTORES	AÑO	PAIS	TITULO	CUARTIL	SJR	LINK	Tipo de artículo
PubMed	Kumar et al.,	2023	EEUU	Effect of Surface Treatment of Zirconia on	Q3	0,29	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/	Revisión sistemática y metanálisis
	Malysa, A et al.,	2023	Polonia	Effect of different surface treatment me	Q1	0,74	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Revisión sistemática
	Bitencourt S et al.,	2021	India	Effect of laser irradiation on bond strengt	Q2	0,39	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Revisión sistemática y metanálisis
Science Direct	Alrabeah G et al.,	2023	Países Bajos	Analysis of the effect of thermocycling on	Q2	0,52	https://www.sciencedirect.com/	Estudio in vitro
	Li X et al.,	2024	Países Bajos	Different surface treatments and adhesiv	Q1	1,29	https://www.sciencedirect.com/	Revisión sistemática y metanálisis
	Jassim S et al.,	2023	Países Bajos	Effect of plasma surface treatment of thre	Q1	0,62	https://www.sciencedirect.com/	Estudio in vitro
Cochrane	Garáfolo S et al.,	2022	Alemania	Increasing dental zirconia micro-retentive	Q1	0,94	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
	Kumar N et al.,	2022	India	Zirconia surface infiltration with low-fusir	Q2	0,49	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
Dentistry	Łagodzińska P.,	2019	Polonia	Comparative study of the shear bond stre	Q4	0,16	https://www.termedia.pl/Cq	Estudio in vitro
	Chatterjee	2022	India	Current scenario on adhesion to zirconia;	Q2	0,39	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Revisión sistemática
	Flores F et al.,	2019	Japon	Effect of airborne-particle abrasion and, a	Q2	0,59	https://www.jstage.jst.go.jp/	Estudio in vitro
	Kermanshah et al.,	2021	India	Effect of different surface treatments of p	Q2	0,49	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
	Yilmaz et al.,	2020	Iran	Effect of different surface treatments on f	Q3	0,25	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
	Sales et al.,	2022	EEUU	Effect of Different Surface Treatments on	Q2	0,49	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
	Behnaz Ebadian et al.,	2024	Iran	Effect of Er:YAG Laser Application and San	Q3	0,25	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
	Seyedi et al.,	2023	EEUU	Effect of Nonthermal Plasma on Shear Bo	Q2	0,49	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
	Buyukerkmen et al.,	2022	Japon	Effect of surface treatment, ferrule heigh	Q2	0,49	https://www.jstage.jst.go.jp/	Estudio in vitro
	Ghaffari et al.,	2019	Iran	Effect of thermal and mechanical cycles o	Q3	0,32	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
	Yenamandra et al.,	2024	EEUU	Effect of Various Surface Treatments of Zi	Q3	0,32	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
	Mohit et al.,	2022	India	Effects of surface modification technique	Q2	0,39	https://www.scimagojr.com/	Estudio in vitro
	Toyoda et al.,	2022	Japon	Effects of yttrium laser surface treatme	Q2	0,59	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
	Salimi et al.,	2023	India	Influence of nonthermal argon plasma on	Q2	0,49	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
	Altuntas et al.,	2022	EEUU	Nonthermal Plasma Treatment Can Elimir	Q1	0,75	https://web.p.ebscohost.com	Estudio in vitro
	Tzanakakis et al.,	2021	Suiza	Novel femto laser patterning of high trans	Q2	0,55	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
	Souza et al.,	2023	Alemania	Surface modification of zirconia or lithium	Q1	0,94	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Revisión sistemática
Manual	Comino R et al.,	2021	Suiza	Adhesion to Zirconia: A Systematic Review	Q2	0,57	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Revisión sistemática
	Maroun E et al.,	2019	EEUU	Bond Strength Stability of Self-adhesive R	Q1	0,62	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
	Ahn J et al.,	2020	Nueva Zelanda	Effect of Non-Thermal Atmospheric Press	Q2	0,57	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
	Valente F et al.,	2020	Nueva Zelanda	Effects of 10-MDP Based Primer on Shear	Q2	0,57	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
	Zakavi F et al.,	2019	España	Evaluation of shear bond strength of zirco	Q2	0,47	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
	Saade J et al.,	2020	Nueva Zelanda	Evaluation Of The Effect Of Different Surf	Q2	0,49	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
	Lee Y et al.,	2019	EEUU	Evaluation of Zirconia Surfaces after Stron	Q2	0,49	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
	Kim D et al.,	2019	Nueva Zelanda	Influence of Non-Thermal Atmospheric Pr	Q2	0,57	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Estudio in vitro
	Rigos A et al.,	2023	Países Bajos	Zirconia bond strength durability followin	Q1	1,29	https://www.sciencedirect.com/	Revisión sistemática y metanálisis de

Anexo 2. Checklist metodología PRISMA

 **PRISMA 2020 Checklist**

Section and Topic	Item #	Checklist Item	Location where item is reported
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	
ABSTRACT			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	
METHODS			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	
Risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	

Anexo 3. Aplicación del check list de la metodología PRISMA en cada artículo

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	ANÁLISIS DE ARTÍCULOS SEGÚN LA METODOLOGÍA PRISMA											
2	ITEM	Kumar R	Malysa A	Bitencourt S	Li X	Chatterje N	Souza J	Comino R	Rigos A			
3	1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
4	2	SI	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	SI		ALTA	50%
5	3	SI	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	SI		MODERADA	51-75%
6	4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI		BAJA	76-100%
7	5	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
8	6	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
9	7	SI	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	SI			
10	8	SI	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	SI			
11	9	SI	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	SI			
12	10a	N/A	SI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			
13	10b	N/A	SI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			
14	11	N/A	SI	N/A	SI	N/A	N/A	N/A	SI			
15	12	N/A	SI	N/A	SI	N/A	SI	SI	SI			
16	13a	N/A	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	N/A			
17	13b	N/A	SI	SI	SI	N/A	SI	N/A	SI			
18	13c	N/A	SI	SI	SI	N/A	N/A	N/A	SI			
19	13d	N/A	SI	SI	SI	N/A	N/A	N/A	SI			
20	13e	N/A	SI	SI	SI	N/A	N/A	N/A	SI			
21	13f	N/A	SI	SI	SI	N/A	N/A	N/A	SI			
22	14	N/A	SI	N/A	SI	N/A	N/A	N/A	SI			
23	15	N/A	SI	N/A	SI	N/A	SI	SI	SI			
24	16a	SI	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	SI			
25	16b	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
26	17	SI	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	SI			
27	18	SI	SI	SI	SI	N/A	N/A	SI	SI			
28	19	SI	SI	SI	SI	N/A	N/A	SI	SI			
29	20a	SI	SI	SI	SI	N/A	N/A	SI	SI			
30	20b	SI	SI	SI	SI	N/A	N/A	SI	SI			
31	20c	SI	SI	SI	SI	N/A	N/A	SI	SI			
32	20d	SI	SI	SI	SI	N/A	N/A	SI	SI			
33	21	N/A	SI	SI	SI	N/A	N/A	N/A	SI			
34	22	SI	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	SI			
35	23a	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
36	23b	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
37	23c	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
38	23d	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
39	24a	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SI	N/A			
40	24b	N/A	N/A	N/A	SI	N/A	N/A	SI	SI			
41	24c	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SI	SI			
42	25	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/A			
43	26	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/A	SI			
44	27	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
45	ITEM-43	27	40	34	39	12	23	34	37			
46		100%	62%	93%	79%	90%	27%	53%	79%	86%		

Anexo 4. Checklist metodología CRIS

CRIS Guidelines (Checklist for Reporting *In-vitro* Studies)*

Section/Topic	Item No	Checklist item	Reported on page No
Title and abstract	1a	Identification as an <i>in vitro</i> /laboratory study in the title	1
	1b	Structured summary of trial design, methods, results, and conclusions	1
Introduction Background and objectives	2a	Scientific background and explanation of rationale	2-3
	2b	Specific objectives or hypotheses	3
Methods Interventions	3	The intervention for each group, including how and when they were actually administered, with sufficient detail to allow replication	5
	4	Completely defined pre-specified primary and secondary outcome measures, including how and when they were assessed	4-5
Outcomes	5	How sample size was determined	4
Randomisation: Sequence generation	6	Method used to generate the random allocation sequence	NA
Allocation concealment mechanism	7	Mechanism used to implement the random allocation sequence (such as sequentially numbered containers), describing any steps taken to conceal the sequence until interventions were assigned	NA
Implementation	8	Who generated the random allocation sequence, who enrolled teeth, and who assigned teeth to intervention	NA
Blinding	9	If done, who was blinded after assignment to interventions (for example, care providers, those assessing outcomes) and how	4 (those assessing outcome)
Statistical methods	10	Statistical methods used to compare groups for primary and secondary outcomes	6
Results Numbers analysed	11a	For each group, number of 'items' (drugs) included in each analysis and whether the analysis was by original assigned groups	7-8, 16 (Table 1)

Anexo 5: Aplicación del check list de la metodología CRIS en cada artículo

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS SEGÚN LA METODOLOGÍA CRIS														
ITEM	Altabeah G	Jassim S	Garófalo S	Kumar N	Lagodzinska P	Flores B	Kermanshah H	Yilmaz B	Sales A	Behnaz E	Seyedi D	Buyukerkmen E	Ghaffari T	Yenamandra M
1a	N/A	SI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SI	N/A	N/A	N/A	N/A	SI
1b	SI	SI	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2a	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2b	SI	SI	N/A	N/A	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
4	SI	SI	N/A	SI	N/A	SI	N/A	SI	SI	SI	SI	N/A	N/A	SI
5	N/A	SI	SI	SI	N/A	N/A	N/A	N/A	SI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
6	N/A	SI	SI	N/A	SI	SI	N/A	N/A	SI	SI	SI	SI	N/A	N/A
7	N/A	SI	SI	N/A	SI	SI	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	SI	SI
8	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SI	SI	SI	SI	N/A	SI
9	N/A	N/A	N/A	SI	N/A	SI	N/A	N/A	SI	N/A	SI	SI	N/A	SI
10	SI	N/A	N/A	SI	SI	N/A	SI	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	SI
11a	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
11b	SI	SI	N/A	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	N/A	SI	N/A	N/A	SI
12a	SI	SI	SI	N/A	SI	N/A	N/A	N/A	SI	SI	SI	SI	N/A	SI
12b	SI	SI	N/A	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
12c	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
13	SI	SI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
14	SI	SI	N/A	SI	N/A	N/A	SI	SI	N/A	N/A	SI	N/A	SI	N/A
ITEM: 19	13	16	9	12	12	11	10	12	17	12	15	13	9	15
100%	68%	84%	47%	63%	63%	58%	52%	63%	89%	63%	79%	68%	47%	79%

Mohit K	Toyoda K	Salimi K	Altuntas M	Tzanakakis E	Maroun E	Ahn J	Valente F	Zakavi F	Saade J	Lee Y	Kim D			
SI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			
SI	N/A	SI	SI	N/A	N/A	SI	SI	SI	SI	N/A	SI	ALTA	50%	
SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MODERADA	51-75%	
SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	BAJA	76-100%	
SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
SI	N/A	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	N/A	SI	SI	SI			
SI	N/A	SI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			
SI	SI	SI	N/A	N/A	N/A	SI	SI	SI	SI	N/A	SI			
SI	N/A	N/A	SI	SI	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	SI			
SI	N/A	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
SI	N/A	SI	SI	N/A	N/A	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	SI			
SI	SI	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	N/A	SI	N/A	SI			
SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
N/A	N/A	N/A	N/A	SI	N/A	N/A	SI	N/A	N/A	N/A	N/A			
SI	N/A	SI	SI	SI	N/A	SI	SI	N/A	N/A	N/A	SI			
18	10	16	15	14	9	16	17	11	15	12	15			
94%	52%	84%	79%	73%	47%	84%	89%	57%	79%	63%	79%			