

DOI: 10.26820/recimundo/7.(3).sep.2023.247-268

URL: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/2111>

EDITORIAL: Saberes del Conocimiento

REVISTA: RECIMUNDO

ISSN: 2588-073X

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Artículo de investigación

CÓDIGO UNESCO: 32 Ciencias Médicas

PAGINAS: 247-268



Estudio de la fuerza adhesiva del silano autocondicionante para cerámicas vítreas odontológica. Revisión teórica

Study of the adhesive strength of self-conditioning silane for dental glass ceramics. Theoretical review

Estudo da resistência adesiva do silano autocondicionante para vitrocerâmicas dentárias. Revisão teórica

Juan Carlos Obando Piedra¹; Bolívar Andrés Delgado Gaete²

RECIBIDO: 05/06/2023 **ACEPTADO:** 10/07/2023 **PUBLICADO:** 25/10/2023

1. Odontólogo; Investigador Independiente; Guayaquil, Ecuador; juan_karlin68@hotmail.com;  <https://orcid.org/0009-0002-4066-7013>
2. Especialista en Rehabilitación Oral; Máster Universitario en Ciencias Odontológicas; Odontólogo; Docente de Pregrado; Facultad de Odontología de la Universidad Católica de Cuenca; Docente de Posgrado de Rehabilitación Oral; Facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador; Quito, Ecuador; badelgado@uce.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0001-5586-2829>

CORRESPONDENCIA

Juan Carlos Obando Piedra

juan_karlin68@hotmail.com

Guayaquil, Ecuador

RESUMEN

Objetivo: Estudiar la fuerza adhesiva del silano auto acondicionante en un solo paso, sobre cerámicas de vidrio ácido sensibles, a través de una revisión teórica. **Materiales y métodos:** Es una revisión teórica, donde se efectuó la búsqueda de artículos publicados entre enero 2018 y junio 2023 en los motores PudMed, Scielo y ScienceDirect, se utilizaron las palabras claves: cerámica de vidrio, fuerza de adhesión, fuerza de unión, ácido fluorhídrico, silano, agente de acoplamiento de silano, adhesivos, Monobond Etch & Prime (MEP), en el idioma inglés y español, donde se obtuvo información sobre la acción de la fuerza de adhesión, tratamiento superficial, tamaño de la muestra, envejecimiento, tipo de prueba y de vitrocerámica. **Resultados:** En la búsqueda se evidenció un total de 289 artículos, de los cuales 23 estudios cumplieron con los criterios investigativos, la mayoría fue de tipo In Vitro, donde utilizaron bloques de disilicato de litio para CAD/CAM, identificaron la fuerza adhesiva o de unión a través de la prueba de resistencia de corte/microcorte (máquina de prueba universal) y consideraron el envejecimiento artificial con un dispositivo de termociclado entre 500 ciclos a 20000 ciclos (5 °C- 55 °C), donde 14 artículos (61%) confirman un comportamiento de la fuerza de adhesiva favorable del MEP a las cerámicas de vidrio y el 39% de los estudios reportan valores de fuerza de unión del ácido fluorhídrico + Silano (HF+S) superior al MEP en cerámicas. **Conclusión:** La capacidad de adhesión del silano auto acondicionante en cerámica vítrea es similar al método de acondicionamiento de porcelana vítrea de dos pasos; todavía es incierto el efecto sobre el envejecimiento en la fuerza de unión del MEP con cerámica de disilicato de litio, con esta información se puede brindar otra alternativa al ácido fluorhídrico + Silano.

Palabras clave: Fuerza Adhesiva, Monobond Etch & Prime, Ácido Fluorhídrico, Silano, Cerámica Vítrea.

ABSTRACT

Objective: To study the adhesive strength of one-step self-conditioning silane on sensitive acid-glass ceramics through a theoretical review. **Materials and methods:** It is a theoretical review, where a search of articles published between January 2018 and June 2023 was performed in the search engines PudMed, Scielo and ScienceDirect, the keywords used were: glass-ceramic, bond strength, bond strength, hydrofluoric acid, silane, silane coupling agent, adhesives, Mono-bond Etch & Prime (MEP), in English and Spanish language, where information on bond strength action, surface treatment, sample size, aging, test and glass-ceramic type were obtained. **Results:** The search for a total of 289 articles, of which at the end met the criteria 23 studies, most were In Vitro type, where they used lithium disilicate blocks for CAD/CAM, identified the adhesive or bonding strength through shear/micro-cutting strength test (universal testing machine) and considered artificial aging with a thermocycling device employing from 500 cycles to 20000 cycles (5 °C- 55 °C), where 14 articles (61%) confirm a favorable bond strength behavior of MEP to glass ceramics and 39% of the studies report bond strength values of hydrofluoric acid + Silane (HF+S) superior to MEP on ceramics. **Conclusion:** The bonding ability of self-conditioning silane on glass ceramics is similar to the two-step glass-porcelain conditioning method; the effect on aging on the bond strength of MEP to lithium disilicate ceramics is still uncertain; with this information, it can be provided as an alternative to HF+S.

Keywords: Adhesive Strength, Monobond Etch & Prime, Hydrofluoric Acid, Silane, Vitreous Ceramics.

RESUMO

Objetivo: Estudar a força adesiva do silano autocondicionante de um passo em cerâmicas sensíveis de vidro ácido através de uma revisão teórica. **Materiais e métodos:** Trata-se de uma revisão teórica, onde foi realizada uma busca de artigos publicados entre janeiro de 2018 e junho de 2023 nos buscadores PudMed, Scielo e ScienceDirect, as palavras-chave utilizadas foram: vitrocerâmica, resistência de união, bond strength, ácido fluorídrico, silano, agente de acoplamento de silano, adesivos, Mono-bond Etch & Prime (MEP), em língua inglesa e espanhola, onde foram obtidas informações sobre a ação da resistência de união, tratamento de superfície, tamanho da amostra, envelhecimento, teste e tipo de vitrocerâmica. **Resultados:** A busca por um total de 289 artigos, dos quais ao final atenderam aos critérios 23 estudos, a maioria foi do tipo In Vitro, onde utilizaram blocos de dissilicato de lítio para CAD/CAM, identificaram a resistência adesiva ou de união através de teste de resistência ao cisalhamento/microcorte (máquina de ensaio universal) e consideraram o envelhecimento artificial com um dispositivo de termociclagem empregando de 500 ciclos a 20000 ciclos (5 °C- 55 °C), onde 14 artigos (61%) confirmam um comportamento favorável da resistência de união do MEP à vitrocerâmica e 39% dos estudos relatam valores de resistência de união do ácido fluorídrico + silano (HF+S) superiores ao MEP na cerâmica. **Conclusão:** A capacidade de adesão do silano autocondicionante à cerâmica de vidro é semelhante ao método de condicionamento de dois passos para vidro-porcelana; o efeito do envelhecimento na resistência de união do MEP à cerâmica de dissilicato de lítio ainda é incerto; com esta informação, pode ser fornecido como uma alternativa ao HF+S.

Palavras-chave: Resistência Adesiva, Monobond Etch & Prime, Ácido Fluorídrico, Silano, Cerâmica Vítrea.

Introducción

En la actualidad, un desafío para los odontólogos protesistas es la selección del acondicionamiento sobre cerámicas de vidrio ácido sensibles, con la capacidad de proporcionar una unión de manera eficaz y duradera a los sustratos dentales de diferentes naturalezas (dentina sana, cariada, esclerótica y esmalte) y también a la cerámica ¹, considerando los parámetros como la estrategia adhesiva y la cantidad de pasos, en vista de que en el mercado existen diversos sistemas acondicionadores, entre los más versátiles se encuentran el ácido fluorhídrico + silano (dos pasos) y el silano auto acondicionante (un paso) ², además de cementos autoacondicionantes.

La fuerza de adhesión es un indicativo de la tensión de tracción que puede soportar la unión entre la dentina/esmalte dental a la cerámica vítrea, adherida con sistema de acondicionamiento adhesivo, cuando se emplea para unir dos materiales y logrando la solidificación, el proceso se llama unión adhesiva, este es un parámetro relacionado con la calidad y durabilidad de la restauración, donde el éxito clínico depende de una correcta unión en la interfase cemento-estructura dental, al igual que cerámica vítrea - cemento - estructura dental, al conocer la fuerza de adhesión se puede lograr disminuir la microfiltración y la fallas de la restauración. ³

Según estudios *In Vitro*, la fuerza de unión está relacionada con la retención micromecánica del agente adhesivo en las superficies grabadas del esmalte y dentina, dependiendo de las condiciones de preparación y el material, estos valores varían entre 20 a 50 MPa ⁴, las fallas adhesivas, cohesivas y mixtas son muy frecuentes y se pueden dar hasta al 55% de las muestras ⁴. También, influye la técnica de identificación de la fuerza de unión, por lo general se emplea test de resistencia de unión al microcizallamiento, resistencia adhesiva a la tracción, fuerza de unión al cizallamiento, que están diseñadas para establecer una tensión de tracción

que provoca la desunión, estos son tipos de prueba de corte a través de la carga ¹.

El método tradicional obligatorio para acondicionar una restauración de cerámica vítrea antes de cementarla al sustrato dental, es con ácido fluorhídrico entre 5 al 10 %, para luego aplicar silano sobre la superficie tratada, se realiza todo esto para lograr una fuerte y duradera adhesión de la restauración al sustrato dental ⁵, también se puede usar adhesivos dentales universales de octava generación que contienen silano en su composición, más, sin embargo, existe una discusión en cuanto a la estabilidad del componente silanizante en el tiempo dado a la mala interacción del silano con el monómero 10- metacriloxidecilfosfato dihidrogenado, presente en la composición de adhesivo dental universal.

Estudios anteriores se han dedicado al análisis del acondicionamiento con ácido fluorhídrico (HF) + silano en cerámica vítrea dental, considerado el sistema de unión "Gold estándar"⁶, el ácido HF produce una dilución parcial tanto de la fase de vítrea como la cristalina de la cerámica, que es suficiente para obtener la rugosidad superficial necesaria y lograr la unión, con el producto silano se complementa la adhesión, por la característica bi funcional de esta sustancia, el cual aumenta la humectación de la superficie de la cerámica, proporcionando una mayor área de contacto, la otra función es que el silano enlaza los compuestos de óxido de silicio de la superficie del material cerámico a la matriz orgánica de la resina mediante enlaces siloxánicos ^{6,7}. Sin embargo, una de las desventajas de la utilización del sistema HF + silano es el tiempo empleado, además de la peligrosidad del HF durante el procedimiento de la aplicación del agente grabador, es un proceso de dos pasos, por lo tanto, es mayor el tiempo operatorio en el consultorio ^{8,9}. El HF puede hacer suficientemente rugosas las superficies cerámicas perjudicando las propiedades físicas de la cerámica como la dureza y permeabilidad, esta sustancia

no se recomienda para uso intraoral en la mayoría de los países, debido a los efectos nocivos negativos ¹⁰.

Por esta razón, los fabricantes han elaborado un producto denominado silano auto acondicionante, la principal ventaja en comparación con el sistema convencional HF + **silano**, es que el proceso es de un solo paso, lo que disminuye el tiempo operatorio, lo cual es una buena opción para el paciente y el especialista. Esta sustancia contiene polifluoruro de amonio (poli-NH₄HF₂) que es una sal ácida débil del ácido fluorhídrico, graba parcialmente la fase vítrea en la cerámica y forma una rugosidad superficial baja ¹¹, que puede incidir en la estabilidad adhesiva entre la cerámica vítrea y el órgano dental ⁹.

En la actualidad, los tiempos operatorios en odontología procuran cada vez más ser más cortos y eficientes, y se vela por la necesidad de perfeccionar los mismos, usando productos que simplifiquen el protocolo sin afectar el resultado final, por lo que empresas como Ivoclar Vivadent (Schaan, Liechtenstein), lanzó al mercado el silano auto acondicionamiento de porcelana vítrea (MEP), el cual incluye en su composición un agente ácido que sustituye al peligroso ácido hidro fluorhídrico, que toma el nombre Tetrabutyl Ammonium Dihydrogen Trifluorid hecho a base de una solución de agua y alcohol, todo esto basado en la documentación proporcionada por el fabricante¹², estudios previos reportan que existe una similar fuerza adhesiva usando este producto comparado con la técnica convencional, así como también resultados inferiores ^{5,13-15}.

De acuerdo con Guimarães et al. 2018 ¹⁶, el material de imprimación cerámica de autograbado (Monobond Etch & Prime, Ivoclar Vivadent), tiene como meta eliminar los riesgos asociados el ácido HF (este ácido es más seguro que el HF cuando entra en contacto con la piel y mucosa, además es más tolerante si la superficie vitrocerámica se trata más de una vez) ¹⁷, así como minimizar el

tiempo, disminuir la sensibilidad del procedimiento clínico del grabado de cerámica y la inexactitud del pretratamiento de las restauraciones de vitrocerámica en comparación con el acondicionamiento convencional ¹⁸.

Además, es importante detallar el efecto de los tratamientos superficiales sobre la fuerza adhesiva empleando el **silano** auto acondicionante y HF en cerámica vítrea, en cuanto a esto Lyann et al. 2018 ¹³, evaluaron la influencia de diferentes tratamientos superficiales de cerámicas vítreas de disilicato de litio sobre la eficacia de unión de tres composites de cementación, la resistencia adhesiva se vieron significativamente influenciados por los tratamientos superficiales ($p < 0,05$), no hubo diferencias significativas en HF y Monobond Etch & Prime (MEP) entre la mayoría de los grupos, con un mayor valor de fuerza de unión del MEP Además, MEP mostró mayor fuerza de unión con Multilink Automix después de 10.000 termociclados en comparación con 5.000 termociclados entre 5 °C y 55 °C. La mayoría de las muestras de los grupos MEP exhibieron fallas cohesivas, mientras que se observó una combinación de fallas adhesivas y fallas mixtas en los demás grupos experimentales.

Maqbool et al. 2023 ¹⁹, aducen que utilizar el HF representa un riesgo adicional para la salud del paciente si es manejado de manera incorrecta durante el tratamiento, por esta razón muchos especialistas prefieren que las restauraciones de cerámicas sean pregrabadas en el laboratorio, no obstante al aplicarlo en vitrocerámica pregrabada pueden contaminarse con saliva, lo que disminuye la fuerza de unión, es por esta razón que investigaron sobre la acción de diversos tratamientos en la superficie de restauraciones de disilicato de litio con dos cementos resinosos, especificaron que la resistencia de unión se relaciona con el tipo de material y los procedimientos superficiales, donde el Monobond Etch & Prime (MEP) de un solo paso mejoró significativamente la fuerza de unión de los cementos de resina a la vitrocerámica con y sin contaminación por saliva.

El propósito de esta revisión teórica es identificar las condiciones de aplicación del silano auto acondicionante en cerámica vítrea que puede proporcionar un aumento de la fuerza de adhesión, además de las ventajas en contraste con el método acondicionante de porcelana vítrea de dos pasos (ácido fluorhídrico). Con los datos obtenidos en la revisión bibliográfica, se podrá identificar la capacidad de adhesión del **silano** auto acondicionante en cerámica vítrea empleada en odontología.

La presente investigación servirá como medio para informar a los odontólogos sobre la fuerza de adhesión de **silano** auto acondicionante en cerámicas vítreas odontológicas que reporta la literatura actualizada, las ventajas y la comparación con el método tradicional de dos pasos, las condiciones de aplicación y con qué cerámica vítrea reportan mejor unión, con estos datos los especialistas podrán seleccionar el protocolo acondicionador que le asegure un éxito clínico al momento de realizar un tratamiento con restauraciones de cerámicas de vidrio ácido sensibles y así ofrecerle un mejor tratamiento a los pacientes en menos tiempo operatorio.

Materiales y métodos

Diseño de la investigación

La investigación es una revisión teórica.

Se utilizó este tipo de investigación, para establecer las condiciones de aplicación del silano auto acondicionante en cerámicas vítreas que puede proporcionar un aumento de la fuerza de adhesión, las ventajas en contraste con el método acondicionante de porcelana vítrea de dos pasos (ácido fluorhídrico + silano), considerando la información que reportan los estudios publicados de los últimos 5 años.

Selección de los artículos

Criterios de inclusión

- i. Artículos publicados y arbitrados entre enero 2018 a junio 2023.

- ii. Estudios *In Vitro*, revisiones sistemáticas, metaanálisis, ensayos clínicos.
- iii. Investigaciones en español e inglés.

Criterios de exclusión

- i. Monografías de pregrado y posgrado, resumen de congresos incompletos y tesis.
- ii. Artículos con información incompleta sobre el procedimiento experimental y resultados.
- iii. Estudios publicados en portugués, francés, alemán y chino.

Procedimiento de búsqueda de información

Se realizó una búsqueda de artículos publicados entre enero 2018 y junio 2023 en los motores de búsqueda PubMed, SciELO y ScienceDirect, se utilizó las palabras claves: cerámica de vidrio, fuerza de adhesión, fuerza de unión, ácido fluorhídrico, silano, agente de acoplamiento de silano, adhesivos, Monobond Etch & Prime (glass ceramic, adhesion strength, bond strength, hydrofluoric acid, silane, silane coupling agent, adhesives, Monobond Etch & Prime), en el idioma inglés y español.

En la primera búsqueda se seleccionó los artículos en función de las palabras claves antes mencionadas, además que el resumen especificará sobre la fuerza de adhesión/unión en la aplicación del silano auto acondicionante en cerámica vítrea y HF. Luego se efectuó una eliminación de los artículos que no cumplan con las premisas investigativas.

Los datos aportados por los artículos finales que cumplan con los criterios de selección, se tabularon en hoja del programa Microsoft, se recolectó información sobre el proceso experimental o clínico como la acción de la fuerza de adhesión, tratamiento superficial, tamaño de la muestra, envejecimiento, tipo de prueba y de vitrocerámica, autor, año, objetivo, resultados y conclusiones relevante y relacionado con el objetivo del presente estudio.

Resultados

La búsqueda de información en PubMed (n=55), SciELO (n= 121) y ScienceDirect (n= 113), aportó un total de 289 artículos,

de los cuales 252 fueron descartados por estar repetidos en los diferentes buscadores, quedando 37 estudios y al final cumplieron con los criterios del estudio un total de 23 investigaciones. (Figura 1)

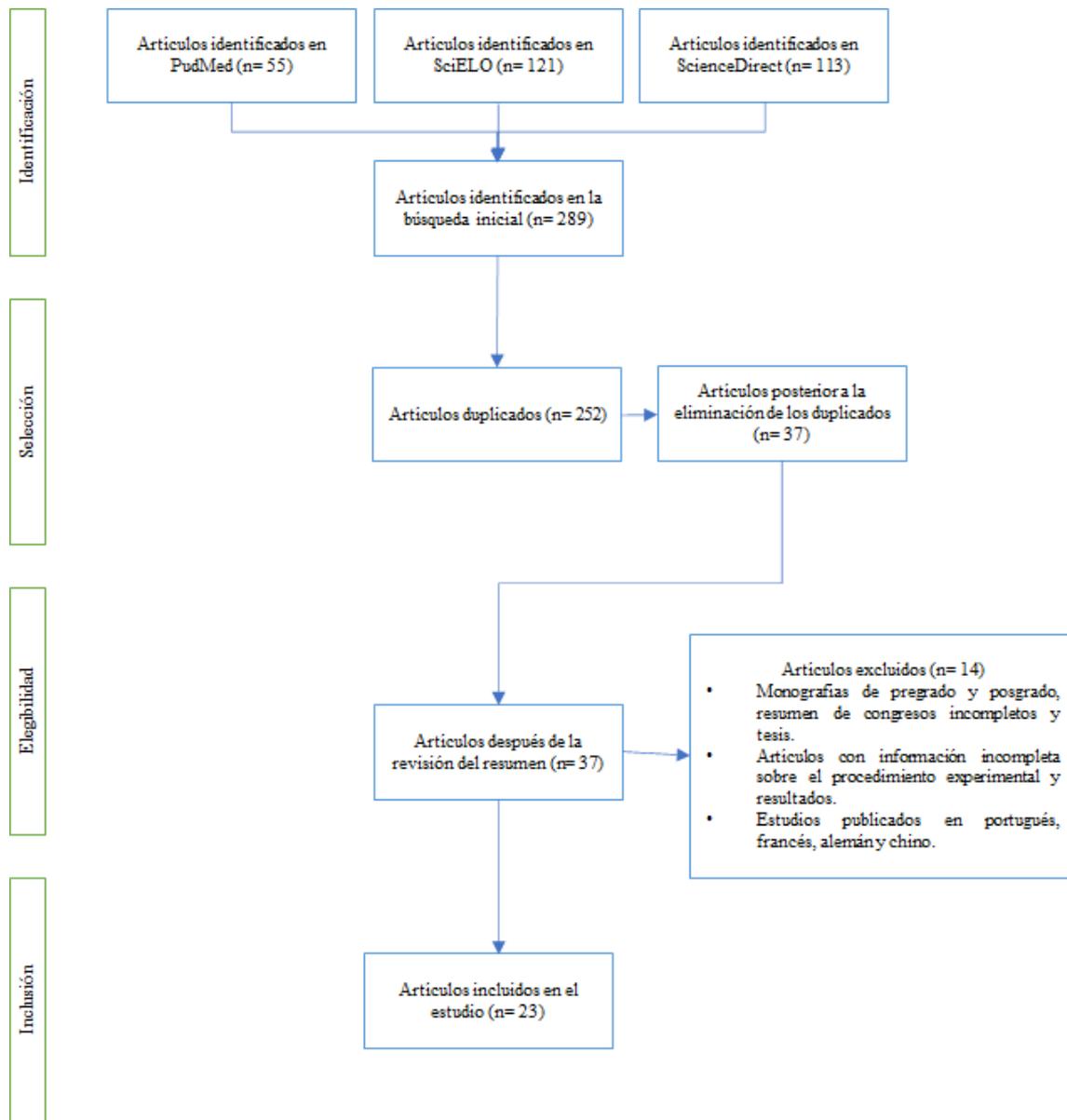


Figura 1. Diagrama de flujo

Al revisar los estudios, el 96% son In vitro (22 artículos) y 1 publicación es una revisión sistemática y metaanálisis, donde el 44% fue publicado en el 2021²⁰⁻²⁶ y 34% en el año 2018^{7,8,13,14,16,27}, el tamaño de la muestra se reporta entre 16 bloques de CAD/CAM

²⁸ y 960 barras de LS2²⁹. El 100% de las investigaciones utilizaron el tipo de cerámica vítrea de disilicato de litio, 2 estudios cerámica feldespática^{7,30} y 3 artículos con silicato de litio reforzado con zirconio^{22,23,31}. (Tabla 1)

Tabla 1. Información metodológica de los estudios

Autor. Año	Tipo de estudio	Objetivo general	Tamaño de la muestra	Grupos
Guimarães et al. 2018 ¹⁶	In vitro	Evaluar la resistencia de unión del cemento de resina a la cerámica de disilicato de litio después de diversos tratamientos superficiales de la cerámica.	60 bloques de cerámica de IPS con unas dimensiones de alto de 8 mm, ancho 8 mm y el espesor de 1 mm.	Los bloques se dividieron en seis grupos (n=10) dependiendo del tratamiento superficial: HF/S/A - 10% Ácido fluorhídrico + Silano + Adhesivo, HF/S - 10 % de ácido fluorhídrico + silano, HF/S/UA - 10 % de ácido fluorhídrico + silano + adhesivo universal, HF/UA - 10 % de ácido fluorhídrico + adhesivo universal, MBEP/A - Monobond Etch & Prime + adhesivo y MBEP - Monobond Grabar y cebar.
Lyann et al. 2018 ¹³	In vitro	Evaluar la influencia de diferentes tratamientos superficiales de cerámicas de vidrio de disilicato de litio y la eficacia adhesiva de tres composites de cementación.	450 bloques de e.max CAD (Ivoclar Vivadent) de 5 mm de espesor x 15 mm de ancho x 15 mm de largo.	Los grupos se formaron según los cementos composite utilizados: Variolink Esthetic DC (VE), Multilink Automix (MA) y SpeedCEM (SC). Grupo control: sin tratamiento superficial Grupo MP: Monobond Plus Grupo PA: 37% ácido fosfórico+ Monobond Plus Grupo HF: 5% HF+ Monobond Plus Grupo ME: Monobond Etch & Prime
Prado et al. 2018 ⁷	In vitro	Evaluar la resistencia de la unión por microcizallamiento (μSBS) del cemento adherido a dos cerámicas de vidrio mecanizadas y su durabilidad, comparando el acondicionamiento de superficie convencional (ácido fluorhídrico + silano) con una imprimación de un solo paso (Monobond Etch & Prime).	2 vitrocerámicas diferentes basadas en disilicato de litio (LDC) y cerámica feldespática (FC), 40 muestras por cada vitrocerámica de 2 mm de espesor, total 80.	Grupo 1: Tratamiento superficial HF+S (5% ácido fluorhídrico + agente de acoplamiento de silano (Monobond plus). Grupo 2: Tratamiento grabado + MEP (acondicionador de un solo componente Monobond Etch & Prime). Grupo control, sin tratamiento de superficie LD; IVO: 5,0% HF (Gel de grabado cerámico IPS) Grupo VIT: 5% HF + cerámica VITA Grupo MGF: 5 & HF+ MGF Grupo PRM: 9,6% HF Grupo BIS: 9,5% HF Grupo DEN: 10% HF Grupo MEP: primer cerámico autograbante (Monobond Etch & Prime)
Lopes et al. 2018 ²⁷	In vitro	Comparar el efecto del ácido fluorhídrico (HF) frente al imprimador cerámico autograbante sobre la resistencia de la unión por microcizallamiento del cemento de resina (ISBS) y la ultramorfología de la cerámica de disilicato de litio (LD).	Se cortaron diez bloques IPS en 45 secciones rectangulares.	Las muestras del grupo uno se trató con un sistema de acondicionamiento de superficies de dos pasos (IPS ceramic etching gel™ y Monobond plus™) y del grupo dos se trataron con un sistema de acondicionamiento de superficies de un solo paso. (Monobond etch and prime™).
Asiry et al. 2018 ⁸	In vitro	Evaluar la fuerza de adhesión de los brackets de ortodoncia adheridos a la cerámica de vidrio dental después de que la superficie cerámica fuese tratada con sistemas de acondicionamiento de superficie de dos y un paso y sometida a termociclado.	40 muestras de cerámica de vidrio a base de sílice (disilicato de litio) duplicando la superficie bucal del primer premolar superiores.	4 métodos de pretratamiento de la superficie (n=10); grabado con ácido fluorhídrico al 4,8% seguido de Monobond plus (HFMP), Monobond etch & prime (Ivoclar Vivadent) (MEP), Sin tratamiento (NT) como control negativo y Monobond plus (Ivoclar Vivadent) sin grabado (MP) como control positivo.
El-Damanhoury y Gaintantzopoulou c. 2018 ¹⁴	In vitro	Evaluar el efecto del pretratamiento de cerámicas híbridas y de vidrio utilizando una imprimación de autograbado sobre la resistencia al cizallamiento (SBS) y la topografía de la superficie, en comparación con el pretratamiento con ácido fluorhídrico y silano.	40 discos rectangulares de cada material cerámico (IPS e.max CAD; EM, Vita Mark II; VM, Vita Enamic; VE).	Se cortaron 72 barras (1,8 × 1,8 × 3,5 ± 0,2 mm) y 30 placas (4,0 × 4,0 × 2,0 mm ± 0,5 mm) a partir de bloques CAD-CAM.
Murillo-Gómez et al. 2019 ³²	In vitro	Evaluar el efecto de la imprimación de silano autograbante sobre la rugosidad de la superficie de la vitrocerámica y sobre la unión a largo plazo entre la vitrocerámica y el cemento de resina compuesta.	Se cortaron veintidós bloques CAD/CAM de disilicato de litio (LD) y cerámica de vidrio feldespático (VTR) en 4 secciones rectangulares (n = 88 para la superficie cerámica).	Grupo control (C), ácido fluorhídrico y silano (HF+S), e imprimación cerámica autograbante (MBEP) (n=20).
Cardenas et al. 2019 ³⁰	In vitro	Evaluar el efecto de diferentes modos de aplicación de una imprimación cerámica de autograbado recientemente introducida sobre la resistencia de la unión por microcizallamiento (μSBS) y el patrón de grabado de la superficie cerámica de dos superficies de vitrocerámica.	Se prepararon cuatro grupos de muestras de vitrocerámica de disilicato de litio (n = 20/grupo). Las muestras del primer, segundo y tercer grupo se grabaron con ácido con gel HF, el cuarto grupo se trató sólo con MEP, mientras que el tercer grupo se sometió a un tratamiento adicional con MEP. Las muestras del primer grupo no recibieron tratamiento adicional y	Las muestras LD y VTR se dividieron en un grupo de control (ácido fluorhídrico + agente de acoplamiento de silano [HF+SII]) y 10 grupos experimentales que utilizaron Mono-bond Etch and Prime (MEP) aplicados para una combinación de tiempos de lavado (5, 10, 20, 40 y 60 s) y tiempos de reacción (20 o 40 s). Grupo 1: procedimiento de dos pasos [HF + SI]; ácido fluorhídrico al 5% (Fgm Prod. Odont. Ltda, Joinville, SC, Brasil) + agente de acoplamiento de silano (Monobond P (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtnstein); Grupo 2: imprimación cerámica autograbante [MEP]: Monobond Etch & Primer (MEP; Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtnstein); Grupo 3: ácido + imprimación cerámica autograbante [HF + MEP]: ácido fluorhídrico + Monobond Etch & Primer; Grupo 4: Monobond Etch & Primer + Monobond P [MEP + SI].
Siqueira et al. 2019 ²⁸	In vitro	Analizar la acción de la combinación de HF y S al 5% con la imprimación cerámica autograbante inmediatamente y después de 1 año de almacenamiento en agua sobre la eficacia de la unión, el patrón de acondicionamiento (CP) y la interacción química (CI) al disilicato de litio.	16 bloques CAD/CAM de disilicato de litio (LD) y 4 secciones cuadradas (6 x 6 x 6 mm; n = 64).	Se prepararon cuatro grupos de muestras de vitrocerámica de disilicato de litio (n = 20/grupo). Las muestras del primer, segundo y tercer grupo se grabaron con ácido con gel HF, el cuarto grupo se trató sólo con MEP, mientras que el tercer grupo se sometió a un tratamiento adicional con MEP. Las muestras del primer grupo no recibieron tratamiento adicional y
Dimitriadi et al. 2020 ³³	In vitro	Evaluar la estabilidad, reactividad y fuerza de adhesión con una cerámica vítrea de un imprimador de silano de autograbado (Monobond Etch y Prime/MEP).	80 muestras de vitrocerámica de disilicato de litio.	Se prepararon cuatro grupos de muestras de vitrocerámica de disilicato de litio (n = 20/grupo). Las muestras del primer, segundo y tercer grupo se grabaron con ácido con gel HF, el cuarto grupo se trató sólo con MEP, mientras que el tercer grupo se sometió a un tratamiento adicional con MEP. Las muestras del primer grupo no recibieron tratamiento adicional y

				<p>sirvieron como controles grabados con HF, mientras que las muestras del segundo grupo fueron tratadas con CLB.</p> <p>El grupo 1 se grabó con ~5 % de ácido fluorhídrico (HF) durante 20 s (VITA), el grupo 2 se grabó con ~5 % HF durante 20 s y se silanizó, el grupo 3 fue pretratado con una imprimación de cerámica de vidrio autograbante (Monobond Etch & Prime) y el grupo 4 no recibió tratamiento previo.</p>
Maier et al. 2020 ²⁹	In vitro	<p>Investigar la resistencia a la tracción de los adhesivos universales que contienen silano y la imprimación para cerámica de vidrio de autograbado con cerámicas de vidrio de disilicato de litio (LS2).</p>	<p>Fabricaron 960 barras rectangulares LS2 (7 mm x 3 mm x 9 mm, IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent) y se dividieron en 4 grupos (n = 240).</p>	
Souza et al. 2020 ³⁴	In vitro	<p>Evaluar el efecto de diferentes tratamientos superficiales sobre la topografía de la superficie, la humectabilidad y la resistencia al corte del cemento de resina a la vitrocerámica.</p>	<p>32 bloques (7x7x2 mm) de disilicato de litio.</p>	<p>8 grupos (cuatro bloques por grupo) según cada tratamiento superficial en función de HF a los 20 segundos, 60 s y 120 s + silanización o adhesivo universal (SBU) y la solicitud Monobond Etch & Prime - MEP seguida o no por la SBU.</p>
Jungbauer et al. 2021 ²⁰	In vitro	<p>Determinar la resistencia al cizallamiento (SBS) entre restauraciones de cerámica de silicato y brackets cerámicos después de diferentes pretratamientos y métodos de envejecimiento.</p>	<p>180 muestras cuadradas en rodajas de 3 mm de espesor de disilicato de litio (LiSi, IPS e.max CAD). 180 muestras de cerámica de leucita.</p>	<p>Las muestras de leucita (LEU) y disilicato de litio (LiSi) se trataron previamente con (i) ácido fluorhídrico al 4% + silano (HF), (ii) Monobond Etch&Prime (MEP), (iii) silicización + silano (CoJet) y (iv) Molinillo de SiC+silano (SiC). Como grupo de comparación actuaron molares grabados (ácido fosfórico) y acondicionados.</p>
Levartovsky et al. 2021 ²¹	In vitro	<p>Evaluar la influencia de la concentración de ácido fluorhídrico (HF) y el tiempo de acondicionamiento en la resistencia al corte (SBS) del cemento de resina de curado dual a la cerámica prensada de disilicato de litio en comparación con el tratamiento con un auto Etch and Prime. -Primer grabado vitrocerámico (EP).</p>	<p>100 muestras de IPS con dimensiones de 12 mm de diámetro y 10 mm de espesor.</p>	<p>Se dividieron aleatoriamente en cinco grupos (n = 20) según el tratamiento de la superficie: dos concentraciones diferentes de HF (5% o 9%), para diferentes duraciones (20 o 90 s), o tratamiento con EP.</p>
Tribst et al. 2021 ²²	In vitro	<p>Evaluar el efecto de la aplicación activa de imprimador cerámico autograbante (ME&P) sobre la fuerza de unión de diferentes materiales dentales CAD/CAM con envejecimiento termocíclico.</p>	<p>320 bloques de 4 materiales CAD/CAM diferentes (cerámica a base de disilicato de litio (LD), cerámica a base de leucita (LE), cerámica a base de silicato de litio reforzada con circonio (ZLS) y cerámica híbrida (HC)) en bloques de 6 x 6 x 2 mm.</p>	<p>Las muestras se dividieron aleatoriamente en dieciséis grupos (n = 20), según los factores: "Aplicación de imprimación cerámica (activa o no)", "Simulación de envejecimiento (presente o no)" y "Tipo de cerámica (HC, LD, LE o ZLS).</p>
Vichi et al. 2021 ²³	In vitro	<p>Evaluar los efectos de diferentes acondicionamientos de la superficie sobre la resistencia de unión micro-shear (μSBS) de un cemento de resina autoadhesivo para VITA Suprinity (ZLS) e IPS e.max CAD (LD).</p>	<p>Bloques precristalizados CEREC CAD/CAM de silicato de litio reforzado con circonio y disilicato de litio (n = 6 bloques por material). Barras de 4,0 ± 0,2 mm de ancho, 1,2 ± 0,2 mm de espesor y 15 ± 0,2 mm de largo.</p>	<p>Las barras se dividieron aleatoriamente en 3 grupos de igual tamaño para cada material. Los grupos se definieron en función del protocolo utilizado para el acondicionamiento: HF, HF + S y EP.</p>
González-Serrano et al. 2021 ²⁴	In vitro	<p>Comparar la resistencia al corte (SBS) de la interfaz material-bracket CAD/CAM utilizando tres tratamientos de superficie: siguiendo las instrucciones del fabricante (MI), Monobond Etch & Prime (MEP) y ácido fluorhídrico al 9,6 % más silano (9,6% HF), después de 24 h de almacenamiento de agua (24 h) y 10.000 ciclos de termociclado (TC).</p>	<p>126 coronas con cuatro superficies bucales idénticas utilizando siete materiales CAD/CAM</p>	<p>Se adhirieron un total de 504 brackets prrerevestidos APC Flash-Free (APC FF) aplicando tres tratamientos de superficie: (1) MI; (2) MEP y (3) 9,6% HF.</p>
Hamood et al. 2021 ²⁵	In vitro	<p>Investigar el efecto de diferentes tratamientos superficiales y diversos tiempos de grabado sobre la resistencia al corte de la vitrocerámica mecanizable utilizando 2 cementos de resina.</p>	<p>64 muestras de cerámica (10x12x3,5 mm) a partir de (IPS e.max CAD) utilizando tecnología CAD/CAM.</p>	<p>Las muestras de cerámica se dividieron en dos grupos principales (n=32) según el tratamiento de la superficie: ácido fluorhídrico seguido de la aplicación de Monobond N o Monobond Etch and Prime. Según el tiempo de grabado, 60 o 120 segundos, cada grupo principal se dividió en dos subgrupos (n = 16).</p>
Baeshen. 2021 ²⁶	In vitro	<p>Evaluar el efecto de diferentes métodos de acondicionamiento sobre disilicato de litio (LDC) que emplean regímenes convencionales y contemporáneos adheridos a brackets metálicos.</p>	<p>70 discos de LDC hasta obtener una superficie lisa.</p>	<p>Las muestras se asignaron en siete grupos según el acondicionamiento de la superficie cerámica. Grupo 1 superficie tratada con láser Er-YAG y solución salina (S), Grupo 2 PDT usando MBP + S, Grupo 3 HF + S (control), Grupo 3 HF (ácido fluorhídrico) + solución salina, Grupo 4 HF (ácido fluorhídrico) + baño ultrasónico (UB) + S, Grupo 5 arenado de la superficie de vitrocerámica con 120 μm Al₂O₃, Grupo 6 LDC superficie acondicionada con SECP (Etch and Prime) y Grupo 7 ECL (Laser) + S se irradió en LDC. Tanto los tratamientos superficiales químicos como mecánicos de LDC fueron seguidos de la colocación de brackets metálicos.</p>
Almiro et al. 2022 ³⁵	In vitro	<p>Investigar la influencia de la concentración de ácido fluorhídrico (HF), el tiempo de grabado y el tipo de silano en la resistencia de unión a microtracción (μTBS) del disilicato de litio a los compuestos de resina.</p>	<p>39 bloques de CAD/CAM (12 mm x 14 mm x 7 mm).</p>	<p>Concentración de HF (4,9 o 9,5%), tiempo de grabado con HF (20 s o 60 s) y el tipo de agente acoplador de silano aplicado sobre la superficie cerámica (Bis-Silane, Monobond Plus y ESPE Sil Silano Agente de Acoplamiento). Grupo Control: Monobond Etch & Prime.</p>

Höller et al. 2022 ³⁶	In vitro	Estudiar la influencia de las condiciones intraorales simuladas (aumento de temperatura y humedad) en dos métodos diferentes de pretratamiento de superficies para reparar una cerámica de vidrio de disilicato de litio (LDS).	540 barras rectangulares de vitrocerámica de disilicato de litio (3 x 7 x 9 mm; IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent).	Un tercio de las barras bajo cada condición (n = 60) fueron granalladas (GBL) con alúmina (35 µm a 1 bar de presión durante 10 s y una distancia de trabajo de 4 ± 1 cm) e imprimadas (60 s, Monobond Plus, Ivoclar Vivadent). Otro tercio (n = 60) fueron pretratados con una imprimación vitrocerámica autograbante (MEP, Monobond Etch and Prime, Ivoclar Vivadent). Un grupo sin pretratamiento de superficie (n = 60, NoPT) sirvió como control. Todas las superficies pretratadas se recubrieron con Heliobond.
Lima et al. 2022 ¹	Revisión sistemática y metaanálisis	Analizar la fuerza de unión in vitro promovida por adhesivos universales que contienen ácido fluorhídrico + silano y una imprimación cerámica de autograbado para cerámicas de vidrio y compararla con la de los tratamientos convencionales.	33 estudios en el análisis cualitativo y 26 estudios en el análisis cuantitativo.	N/A
Çınar et al. 2023 ³¹	In vitro	Investigar los efectos de las aplicaciones de ácido fluorhídrico e imprimador cerámico de un componente y silano (Monobond Etch and Prime (MEP)) en cerámicas vítreas, así como el efecto de los métodos de lavado de superficies con ultrasonido y ácido fosfórico sobre la fuerza de unión.	241 muestras de cerámica utilizando dos bloques de material CAD-CAM diferentes con un espesor de 2 mm hechos de cerámica de vidrio de disilicato de litio y bloques de cerámica de vidrio de silicato de litio infiltrados con circonio (Celtra Duo).	Se formaron 24 grupos, cada uno con dos aplicaciones de ácido diferentes, tres procesos de lavado diferentes, dos bloques CAD-CAM diferentes y dos procedimientos de envejecimiento diferentes (n = 10). Tras la aplicación del ácido se utilizan diferentes procesos de lavado. Estos fueron ácido HF y lavado solo (HF + W), ácido HF y lavado ultrasónico (HF + US), ácido HF y ácido fosfórico (HF + PA), MEP con lavado solo (MEP + W), MEP y lavado ultrasónico (MEP + US), y MEP y ácido fosfórico (MEP + PA). Los discos compuestos se cementaron con cemento adhesivo de curado dual después de aplicar a los bloques los tratamientos superficiales determinados.

Es importante detallar que el 100% de los artículos emplearon el silano auto acondicionado en cerámicas vítreas odontológicas (Monobond Etch & Prime), 19 artículos compararon la fuerza de unión del MEP con ácido fluorhídrico+ silano (HF+S)^{7,13,14,16,20,21,23-35}, 2 estudios con ácido fosfórico^{13,31} y otros tratamientos superficiales de la cerámica vítrea conjuntamente con HF/HF+S (láser Er YAG²⁶, variación del tiempo de lavado, arenado Al₂O₃^{26,36} y lavado ultrasónico^{26,31}). Con respecto al envejecimiento artificial, 17 investigaciones realizaron el termociclado entre 500 ciclos²⁰ y 20000³¹ ciclos (5 °C-55 °C). (Tabla 2)

El tipo de prueba experimental para determinar la fuerza de unión con la máquina de prueba universal fue utilizado por 14 artículos que identificaron la resistencia de corte/microcorte^{7,8,14,16,21-25,33-36}, 5 investigaciones por resistencia al cizallamiento/microcizallamiento^{20,27,28,30,31} y 3 publicaciones por resistencia a la tracción/microtracción^{13,29,32}, además 12 estudios emplearon el modo de fallas (interfaces fracturados a través de un microscopio óptico). (Tabla 2)

Tabla 2. Tratamiento, envejecimiento, tipo de prueba y material adherido a las vitrocerámicas

Autor. Año	Tratamiento	Envejecimiento	Tipo de prueba	Material adherido
Guimarães et al. 2018 ¹⁶	En el primer grupo (H/S/A), la superficie cerámica se grabó durante 20 s con 10% HF (Condac, FGM), se aplicó silano (Monobond N, Ivoclar Vivadent) con un microcepillo y se dejó reaccionar durante 60 s. Finalmente, el agente adhesivo (AdheSE Bonding Agent, Ivoclar Vivadent) se aplicó con un microcepillo en una capa fina y se polimerizó utilizando una unidad de polimerización LED (Bluephase, Ivoclar Vivadent) durante 20 s. Para el grupo H/S se siguió el mismo protocolo; sin embargo, no, se aplicó adhesivo, solo HF y silano. Para el tercer grupo (H/S/UA), después del grabado con HF y aplicación de silano, se aplicó en capa fina un adhesivo universal (SingleBond Universal, 3M ESPE) con un microcepillo y se polimerizó utilizando una unidad de fotopolimerización LED. Para el grupo MBEP/A, se aplicó una nueva imprimación cerámica (Monobond Etch & Prime, Ivoclar Vivadent) sin el uso de HF o silano. Se polimerizó utilizando una unidad de fotopolimerización LED durante 20 s.	N/A	Prueba de resistencia al corte en una máquina de prueba universal a 0,5 mm/min	El cemento de resina fotopolimerizable se insertó en un molde colocado sobre el área tratada de la cerámica y se fotopolimerizó con un LED durante 20 s para producir cilindros (3 mm x 3 mm).

	Para el grupo MBEP solo se aplicó el primer cerámico (Monobond Etch & Prime, Ivoclar Vivadent) según el método del último grupo; sin embargo, no se aplicó ningún adhesivo.		
Lyann et al. 2018 ¹³	<p>Grupo control: sin tratamiento, Monobond Plus (MP), se aplicó una fina capa de Monobond Plus (Ivoclar Vivadent) con brocha y se dejó reaccionar el material durante 60 s; posteriormente se dispersó el exceso restante mediante una fuerte corriente de aire.</p> <p>Ácido fosfórico + Monobond Plus (PA): Las superficies se grabaron con ácido fosfórico al 37% (Total Etch; Ivoclar Vivadent) durante 20 segundos y luego se enjuagaron y secaron. Después del grabado, se aplicó Monobond Plus (como en el grupo MP).</p> <p>Ácido fluorhídrico + Monobond Plus (HF): Las superficies se grabaron con <5 % de ácido fluorhídrico (IPS Ceramic Etching Gel; Ivoclar Vivadent) durante 20 s y luego se enjuagaron y secaron. Después del grabado, se aplicó MP (como en el grupo MP).</p> <p>Grabado e imprimación monobond (ME): Se aplicó ME (Ivoclar Vivadent) y se frotó durante 20 s, luego se dejó en la superficie durante 40 s más para que la reacción fuera suficiente. Posteriormente, la muestra se lavó con agua y luego se secó con aire durante otros 10 s.</p>	<p>5000 termociclos (5°C– 55°C) y después 10.000 ciclos, con un tiempo de permanencia de 30 s</p>	<p>La resistencia a la tracción (TBS) medido en un aparato de prueba universal. Las interfaces fracturadas de las muestras despegadas se examinaron utilizando un microscopio óptico, para calcular el área despegada y asignar modos de falla.</p> <p>Luego del tratamiento de la cerámica se adhirió una cinta adhesiva de aluminio y se fijó a cada bloque cerámico una varilla metálica y cemento resinoso.</p>
Prado et al. 2018 ⁷	<p>Ácido fluorhídrico + silano (AF+S) v Grabado y cebado (MEP)</p> <p>IVO: LD grabado con gel HF al 5,0 % (IPS Ceramic Etching Gel, Ivoclar Vivadent)</p> <p>VIT: LD grabado con gel HF al 5,0 % (Vita Ceramics Etch, VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co KG, Bad Sa'ckingen, Alemania)</p> <p>FGM: LD grabado con gel HF 5,0% (Condac Porcelana 5%, FGM Produtos Odontologicos, Joinville, Brasil)</p> <p>ULT: LD grabado con gel HF al 9,0 % (Porcelain Etch, Ultradent Products, Inc, South Jordan, UT, EE. UU.)</p> <p>BIS: LD grabado con gel HF al 9,5 % (Porcelain Etchant, Bisco, Inc, Schaumburg, IL, EE. UU.)</p> <p>PRM: LD grabado con gel HF al 9,6 % (Premier Porcelain Etch Gel, Premier Dental Products, Plymouth Meeting, PA, EE. UU.)</p> <p>DEN: LD grabado con gel HF al 10,0% (Condicionador de Porcelanas, Dentsply Industria e Comercio Ltda, Petropolis, Brasil)</p> <p>MEP: LD tratado con una imprimación cerámica autograbante (Monobond Etch & Prime, Ivoclar Vivadent)</p>	<p>Termociclado (12.000 ciclos de 5° y 55°C, tiempo de permanencia 30 s, tiempo de transferencia de 5 s, y luego almacenado durante 70 días en agua destilada a 37°C.</p>	<p>La prueba de microcorte, cada muestra se montó en la plantilla de una máquina de prueba universal (EMIC DL-2000; São José dos Pinhais, Paraná, Brasil). Las muestras fueron examinadas por un evaluador ciego utilizando microscopía óptica con un aumento de 30X.</p> <p>Se fijaron 4 matrices de almidón (Altura de 1 mm y 0,96 mm de diámetro interno) y se crearon 4 cilindros de cemento compuesto.</p> <p>Tres tubos Tygon de polietileno transparente, con un diámetro interno de 0,8 mm y una altura de 0,5 mm, sobre la superficie LD en cada muestra, se empacataron con cemento de resina fotopolimerizable dentro de cada tubo. Se fotopolimerizó durante 40 segundos utilizando una unidad de fotopolimerización LED con una energía luminosa de 48 J/cm²</p>
Lopes et al. 2018 ²⁷	<p>Grupo 1: la superficie de cementación se acondicionó con un sistema de acondicionamiento de dos pasos: la superficie se grabó con HF al 5% durante 20 s (IPS Ceramic etching gel™, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) según lo recomendado por el fabricante, se enjuagó bien con agua durante 30 s para eliminar los restos de ácido. La superficie se neutralizó durante 60 s (IPS Ceramic Neutralizing Powder™, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), se enjuagó con agua durante 30 s y finalmente se secó. La superficie grabada se trató con un agente de acoplamiento de silano (Monobond Plus™, Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein).</p> <p>Grupo 2: la superficie de cementación se acondicionó con un sistema de acondicionamiento de un solo paso: el líquido de grabado y cebado de un solo paso (Monobond™ Etch y Prime Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) se aplicó sobre la superficie de cementación y se agitó en la superficie durante 20 s con puntas de aplicación a baja presión, se dejó reaccionar durante 40 s y el exceso de líquido se lavó con abundante agua hasta retirar el color verde del grabado y del líquido de imprimación y posteriormente se secó con agua y aire libre de aceite.</p>	N/A	<p>Prueba de microcizallamiento en la máquina de prueba universal y se enrolló un alambre de ortodoncia delgado (0,2 mm de diámetro) alrededor de cada cilindro de cemento de resina.</p>
Asiry et al. 2018 ⁸	<p>1. Sin tratamiento (NT). Este grupo se utilizó como control negativo.</p> <p>2. Monobond Plus (Ivoclar Vivadent) sin grabado. La imprimación cerámica se aplicó con un microcepillo y se dejó reaccionar durante 60 s. Posteriormente, el exceso se dispersó con una fuerte corriente de aire para asegurar la evaporación del disolvente (MP). Este grupo se utilizó como control positivo.</p> <p>3. Grabado con ácido fluorhídrico al 4,8% durante 60 s para VE y VM v 20 s solo para EM. El ácido se enjuagó abundantemente con</p>	<p>Durante el termociclado, las muestras se sometieron a 5000 ciclos en agua a 5–50 °C con un tiempo de permanencia de 30 s y un tiempo de transferencia de 10 s.</p>	<p>La resistencia al corte se determinó utilizando la máquina de prueba de materiales universal según lo especificado por la norma ISO 10477:2004. El modo de falla se analizó evaluando las superficies de cementación de los brackets cerámicos y de ortodoncia, se examinaron bajo un microscopio óptico.</p> <p>La resina compuesta fotopolimerizable se aplicó sobre los brackets premolares estándar, sobre los duplicados de primeros molares superiores efectuados con vitrocerámicas esmaltadas con disilicato de litio.</p>
El-Damanhoury y Gaintan tzopoul ouc. 2018 ¹⁴	<p>1. Sin tratamiento (NT). Este grupo se utilizó como control negativo.</p> <p>2. Monobond Plus (Ivoclar Vivadent) sin grabado. La imprimación cerámica se aplicó con un microcepillo y se dejó reaccionar durante 60 s. Posteriormente, el exceso se dispersó con una fuerte corriente de aire para asegurar la evaporación del disolvente (MP). Este grupo se utilizó como control positivo.</p> <p>3. Grabado con ácido fluorhídrico al 4,8% durante 60 s para VE y VM v 20 s solo para EM. El ácido se enjuagó abundantemente con</p>	<p>Las muestras se almacenaron en agua destilada a 37 °C durante 24 h y se sometieron a ciclos térmicos (TC) entre 5 y 55 °C durante 5000 ciclos con tiempos</p>	<p>Para detectar SBS utilizando un probador de resistencia de unión al cizallamiento de mesa. Las muestras despegadas se examinaron bajo un estereomicroscopio para determinar el modo de falla que se clasificó como cerámica pretratada.</p>

	<p>un fuerte chorro de aire/agua durante 20 s y se secó con aire libre de aceite durante 10 s, y se aplicó Monobond Plus (Ivoclar Vivadent) siguiendo los mismos procedimientos mencionados anteriormente (HFMP).</p> <p>4. Monobond Etch & Prime (Ivoclar Vivadent), una imprimación de cerámica de vidrio autograbante, se aplicó sobre la superficie adhesiva usando un microcepillo, se agitó en la superficie durante 20 s y luego se dejó reaccionar durante otros 40 s, y se enjuagó completamente con un fuerte chorro de aire/agua durante 20 s y secado con aire libre de aceite durante 10 s (MEP).</p>	<p>de permanencia de 30 s antes de analizarlas para detectar.</p>	<p>adhesivo entre cemento resinoso y cerámica (A), mixto (M), cohesivo en cemento resinoso (CR) o cohesivo en cerámica (CC).</p>	<p>La resina de cementación se polimerizó usando una unidad de fotopolimerización LED que operaba a 1200 mW/cm² en modo estándar durante 20 s para fabricar varillas cilíndricas de resina de cementación.</p>
<p>Murillo -Gómez et al. 2019 ³²</p>	<p>Grupo control o sin tratamiento (C); HF (5%) aplicado durante el tiempo recomendado para cada material (LDC: 20 segundos, LEU y PIC: 60 segundos), lavado con agua durante 60 segundos y limpieza ultrasónica durante 5 minutos; e imprimador cerámico autograbante (Monobond Etch & Prime [MBEP]; Ivoclar Vivadent AG) en el que el imprimador se aplicó activamente sobre superficies cerámicas durante 20 segundos, se dejó reaccionar durante 40 segundos y se lavó con agua durante 10 segundos</p>	<p>Termociclado (almacenamiento en agua destilada a 37 °C): 24 horas y 1 año.</p>	<p>Después del envejecimiento, cada muestra se sometió a una carga de tracción (máquina de prueba universal, celda de carga de 50 N, velocidad de la cruceta: 1,0 mm/min).</p>	<p>Se cementaron las barras de resina compuesta y cerámica con la ayuda de una plantilla personalizada y un aumento (×15). Cada cara se polimerizó con luz durante 20 segundos</p>
<p>Cardenas et al. 2019 ³⁰</p>	<p>En el grupo control (HF+SI) se aplicó 5% HF (FGM; Joinville, SC, Brasil) + agente de acoplamiento de silano (Monobond P, Ivoclar Vivadent) según las recomendaciones del fabricante para cada superficie cerámica.</p> <p>Para EMX se aplicó HF 5% durante 20 s, seguido de enjuague con agua durante 30 s, limpieza ultrasónica en agua durante 180 s y aplicación de silano durante 60 s.</p> <p>Para VTR, se aplicó HF 5% durante 60 s, seguido de enjuague con agua por 30 s, limpieza ultrasónica en agua por 180 s y aplicación de silano por 60 s y se aplicó Monobond Etch and Prime (MEP; Ivoclar Vivadent) con fregado por 5, 10, 20, 40 y 60 s y se dejó reaccionar durante 20 o 40 s.</p>	<p>N/A</p>	<p>Se identificó la resistencia a la unión por microcizallamiento. Para verificar el tipo de falla de la unión utilizaron un microscopio óptico.</p>	<p>Ochos tubos Tygon de polietileno transparente, se empaquetaron con cemento de resina fotopolimerizable.</p>
<p>Siqueira et al. 2019 ²⁸</p>	<p>Se analizaron cuatro muestras de LD según los siguientes grupos: 1) sin tratamiento [LD]; 2) Ácido fluorhídrico al 5% + agente de acoplamiento de silano (Monobond P) y, 3) Monobond Etch & Primer (MEP); 4) Monobond Etch & Primer + Monobond P aplicado según las instrucciones del fabricante</p>	<p>La mitad de los ejemplares de cada grupo experimental se almacenaron en agua a 37 °C durante 1 año. La otra mitad se probó después de almacenarse en agua a 37 °C durante 24 h.</p>	<p>La fuerza de unión por microcizallamiento (μSBS) se determinó en una máquina de prueba universal. Las muestras se examinaron bajo un microscopio óptico, para definir la ubicación de la falla de la unión.</p>	<p>Ochos tubos Tygon de polietileno transparente, se empaquetaron con cemento de resina fotopolimerizable.</p>
<p>Dimitriadi et al. 2020 ³³</p>	<p>El grabado ácido con ácido fluorhídrico, el cebador MPTMS prehidrolizado (CLB), utilizado como control. HF+NS: grabado con HF sin silano HF+CLB: grabado con HF más CLB MEP: solo el primer de autograbado HF+MEP: grabado con HF más el primer de autograbado</p>	<p>Los ciclos térmicos 5000×/5–55 °C, tiempo de permanencia de 20 s por baño de agua, tiempo de transferencia de 10 s; almacenamiento C: inmersión en 100 °C agua durante 24 h).</p>	<p>La resistencia al corte (SBS) se efectuó con una máquina de prueba universal operada a una velocidad de cruceta de 1,0 mm/min. Se utilizaron un microscopio estereoscópico para evaluar el modo de falla del material despegado. superficies cerámicas. Los modos de falla se clasificaron como adhesivo en la interfaz cerámica-composite (Tipo I), cohesivo dentro del composite (Tipo II), mixto de tipo I y II (Tipo III) y cohesivo dentro de la cerámica (Tipo IV).</p>	<p>Se colocaron moldes cilíndricos de acetil (diámetro interno = 3 mm, diámetro externo = 5 mm, altura = 2 mm) sobre las superficies tratadas, se rellenaron con una sola capa del composite de baja viscosidad y se irradiaron durante 30 s con una unidad de fotopolimerización LED.</p>
<p>Maier et al. 2020 ²⁹</p>	<p>El grupo 1 se grabó por 20 s con ~5 % de ácido fluorhídrico (HF) durante 20 s (VITA Ceramics Etch, Vita Zahnfabrik). El grupo 2 se grabó con ~5 % HF durante 20 s y se silanizó (ESPE Sil, 3M Oral Care) El grupo 3 fue pretratado con una imprimación de cerámica de vidrio autograbante (Monobond Etch & Prime, Ivoclar Vivadent). El grupo 4 no recibió tratamiento previo.</p>	<p>Todas las muestras se almacenaron durante 24 h a 37°C en agua. Envejecimiento artificialmente mediante termociclados ([TC] 5000 ciclos, 5%/ 55°C, 30 s de tiempo de permanencia) antes de la prueba.</p>	<p>La resistencia a la tracción (TBS) se midió en una máquina de prueba universal a una velocidad de la cruceta de 1 mm/min.</p>	<p>Tres adhesivos universales (iBOND Universal, Heraeus Kulzer; Scotchbond Universal Adhesivo, 3M Oral Care; Futurabond U, Voco) sobre las distintas superficies pretratadas, tomando como control Heliobond (Ivoclar Vivadent), las barras de cada grupo se emparejaron y cementaron perpendicularmente formando un área</p>

			adherida cuadrada de 9 mm ² , utilizando Variolink II con una presión constante de 10 N, seguido de fotopolimerización (40 s a 800 mW/cm ²).
Souza et al. 2020 ³⁴	Los tratamientos superficiales se aplicaron según los grupos (n=15) de la siguiente manera: j- HF20sS, HF60sS y HF120sS: La superficie cerámica se grabó con ácido fluorhídrico al 10% (Condac Porcelana FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil) durante 20 s, 60 s o 120 s, respectivamente. Después, los bloques se lavaron con pulverización de aire/agua durante 30 s y se secaron con chorro de aire durante 30 s (ISO/TS 11405). Luego, se aplicó una capa de agente silano con un microcepillo y se dejó durante 1 minuto seguido de un chorro de aire durante 30 s para evaporar el disolvente según las recomendaciones del fabricante. HF20sSBU, HF60sSBU y HF120sSBU: la superficie cerámica se grabó con ácido fluorhídrico al 10% durante 20 s, 60 s o 120 s.	Todas las muestras fueron sometidas a 10.000 ciclos en baños alternos de 5 – 55°C durante 30 s cada uno, con un intervalo de 2 s entre inmersiones.	La prueba de resistencia al corte, la muestra se fijó con un dispositivo metálico a una máquina de prueba universal de modo que la interfaz de cemento de resina/cerámica fuera perpendicular al plano horizontal.
Jungbauer et al. 2021 ²⁰	Las muestras de leucita (LEU) y disilicato de litio (LiSi) se trataron previamente con (i) ácido fluorhídrico al 4 % + silano (HF), (ii) Monobond Etch&Prime (MEP), (iii) silicización + silano (CoJet) y (iv) Molinillo de SiC + silano (SiC).	500 ciclos térmicos (5/55 °C, tiempo de permanencia: 20 s, o 90 días de almacenamiento húmedo en agua destilada a 37 °C	La resistencia al cizallamiento (SBS) en la máquina de prueba universal. Todas las muestras fueron fotografiadas usando un microscopio con aumento de 10x para buscar grietas y determinar el índice de restos de adhesivo (ARI)
Levartovsky et al. 2021 ²¹	Se aplicó ácido HF al 5 % (IPS Ceramic Etching Gel, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) o ácido HF al 9 % (Bisco, Schaumburg, IL, EE. UU.), le aplicaron una fina capa de imprimación a base de silano (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). El exceso restante se dispersó con una fuerte corriente de aire durante 10 s. En el grupo 5 se aplicó EP (Monobond Etch and Prime, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) durante 60 s según las recomendaciones del fabricante. Cada lingote se incrustó en un soporte metálico designado después del tratamiento de la superficie.	N/A	Pruebas de resistencia al corte (SBS) mediante una varilla con filo de cuchillo o ácido HF al 9%, a una velocidad de cruceta de 0,5 mm/min en una máquina de prueba universal. Analizaron utilizando una distribución de Weibull, que dio las probabilidades de ocurrencia de falla
Tribst et al. 2021 ²²	En el tratamiento convencional (T0), la superficie cerámica recibió una aplicación activa de imprimador vitrocerámico autograbante (Monobond Etch & Prime, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) durante 20 s, seguido de 40 s de fraguado. En el tratamiento experimental (T1), la superficie cerámica recibió una imprimación vitrocerámica autograbante (Monobond Etch & Prime, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) durante 60 segundos de fraguado	El protocolo de termociclado consistió en 10.000 ciclos de baños alternos de 30 s a 5°C y 55°C, con un intervalo de 5 s entre inmersiones utilizando un termociclador.	Se utilizaron moldes de polietileno (5 mm de diámetro, 10 mm de longitud) para fabricar cilindros de resina estandarizados. Se fotopolimerizó durante 40 s con una unidad de polimerización LED.
Vichi et al. 2021 ²³	Se realizaron tres protocolos de acondicionamiento de superficies en ZLS y LD antes de cementar con un cemento de resina autoadhesivo (RelyX Unicem 2, RXU): ácido fluorhídrico (HF), HF + silano (HF + S), o Grabado e imprimación monobond (EP) (Monobond Etch & Prime)	N/A	Se fabricaron cilindros dobles de cemento de resina y se fotopolimerizaron durante 10 s (1.200 mW/cm ²) para la prueba de resistencia al corte.
González-Serrano et al. 2021 ²⁴	3 tratamientos de superficie: (1) MI: Aplicación de 5% HF (IPS Ceramic Etching, Ivoclar Vivadent) por 60 s, luego enjuague por 60 s y secado por 30 s para continuar con la aplicación de una imprimación de silano que contiene 10-MDP (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent); (2) MEP: Aplicación de MEP según instrucciones del fabricante; (3) 9,6% HF: Aplicación de 9,6% HF (Porcelana Etchant, Premier Dental) durante 60 s, luego enjuagado durante 60 s y secado durante 30 s, seguido de la aplicación de Monobond Plus.	Se sometió a 10.000 ciclos de TC en baños de agua a 5 °C y 55 °C con un tiempo de permanencia de 30 s entre cada baño.	El cemento de resina autoadhesivo de curado dual (RelyX Unicem 2, 3M ESPE, ST. Paul, MN, EE. UU.) se aplicó sobre la superficie de unión hasta el límite superior del molde de plástico (0,5 mm). El material se polimerizó durante 40 s utilizando una unidad de fotopolimerización LED con una longitud de onda de 430–480 nm y una salida de 1,470 mW/cm ²

Hamood et al. 2021 ²⁵	<p>Grupo (1): Grabado con ácido HF (<5%) más aplicación de imprimación universal (Monobond N).</p> <p>Grupo (2): La superficie de unión se trató con una imprimación cerámica autograbante (Monobond Etch and Prime)</p>	<p>Una hora después de la cementación, todas las muestras se almacenaron en un baño de agua a temperatura ambiente durante 5 meses y se termociclaron durante 10.000 ciclos.</p>	<p>La prueba de corte se realizó aplicando una carga de compresión en la interfaz cerámica/compuesto. Se utilizó una máquina de prueba que se movía a una velocidad de la cruceta de 0,5 mm/min hasta que se produjo la desunión.</p>	<p>Se fabricaron discos de resina compuesta de dimensiones (4 mm de diámetro x 3 mm de espesor). Cada subgrupo se subdividió en dos divisiones (n=8) según el tipo de agente de fijación utilizado, ya sea cemento de resina adhesivo (Multilink N) o cemento de resina autoadhesivo (G-CEM LinkAce).</p>
Baeshe n. 2021 ²⁶	<p>Grupo 1: Las superficies cerámicas se trataron utilizando láser Er-YAG (Chengdu Dien Photoelectric Technology Co., Ltd) a una potencia de 1,00 Gvc y una frecuencia de 1,5 Hz durante aproximadamente 30 s. Las muestras se enjuagaron y secaron. Se colocó agente de acoplamiento S (imprimación cerámica Monobond Plus Ivoclar, vivadent) sobre la superficie de LDC durante 30 s con una sola pasada de cepillo y se secó al aire.</p> <p>Grupo 2: la superficie del LDC se trató con terapia fotodinámica (PDT) utilizando un fotosensibilizador de azul de metileno (MB) a una concentración de 100 mg/l.</p> <p>Grupo 3: HF + S (control): se aplicó 9,5% de ácido HF (gel de grabado cerámico IPS Ivoclar, vivadent) durante un tiempo de 60 s sobre la superficie LDC.</p> <p>Grupo 4: HF + baño ultrasónico (UB) + S: se untó ácido HF al 9,5% en la superficie del LDC como ya se hizo en el grupo anterior.</p> <p>Grupo 5: Las superficies LDC fueron SB con partículas de trióxido de aluminio (Al₂O₃) de 120 µm (sistema CoJet; 3 M ESPE, St. Paul, MN) desde una distancia de 1 mm usando una presión atmosférica de 2,8 atm durante 15 s.</p> <p>Grupo 6: Las superficies LDC se acondicionaron utilizando SECP (Monobond etch and prime, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).</p> <p>Grupo 7: Las muestras de este grupo se acondicionaron en la superficie utilizando ECL (Millennium; Biolase Technology, Inc., San Clemente, CA, EE. UU.) con una frecuencia de 30 Hz y una potencia de 1 W.</p>	<p>Las muestras se transfirieron a un termociclador a una temperatura de entre 5 y 55 °C para replicar las condiciones orales.</p>	<p>Todos los discos LDC se colocaron en un dispositivo de prueba universal para realizar pruebas de resistencia al corte (SBS). Utilizaron un microscopio estereoscópico con un aumento de 60x para descubrir los sitios de falla de la unión utilizando ARI.</p>	<p>Los tratamientos superficiales tanto químicos como mecánicos de LDC fueron seguidos por la colocación de brackets metálicos (bracket Gemini 3M, Unitek) con una superficie base de 12 mm² colocados en todas las muestras utilizando pasta adhesiva transbond XT curada desde cada lado (mesial y distal) con una intensidad de luz 400 mW/cm².</p>
Almiro et al. 2022 ³⁵	<p>Inicialmente, el decimotercer grupo se probó utilizando otro agente acoplador de silano comercial: Monobond Etch & Prime, este grupo no fue grabado con HF, ni tampoco se realizó tratamiento térmico de la superficie silanizada (según las instrucciones proporcionadas por el fabricante), ya que combina en un solo proceso tanto el grabado como la silanización. A esto le siguió una fina capa adhesiva de Optibond FL, de manera igual a los otros grupos experimentales. Estaba destinado a ser comparado como grupo de control. En los doce grupos, después del grabado con HF, las muestras se enjuagaron exhaustivamente durante 20 s y se secaron suavemente al aire con una jeringa de aire-agua durante 5 s. La limpieza posterior al grabado se llevó a cabo utilizando ácido ortofosfórico al 35 %. La silanización se llevó a cabo según las instrucciones del fabricante. Para el bissilano, se mezcló una sola gota de cada botella en una proporción de 1:1, luego se aplicó una capa fina y se dejó actuar durante 30 s más. En el grupo Monobond Plus, se aplicó activamente una fina capa de silano y se dejó actuar durante 60 s. Para el último sistema de silano, ESPE Sil Silane Coupling Agent, se aplicó una capa de silano y posteriormente se dejó secar durante 5 min</p>	<p>Las vigas se sometieron a 10.000 ciclos entre dos baños de agua de 5 y 55 °C con un tiempo de permanencia de 30 s en un termociclador THE-1100.</p>	<p>Prueba de resistencia a la microtracción (µTBS) se realizó estrictamente de acuerdo con las pautas publicadas por la Academy of Dental Materials (2017)</p>	<p>Para simular un composite de resina calentado que actúa como agente de fijación, se precalentó un composite Esamel Plus HRI UD en un horno a 55 °C y empaquetado en todas las muestras en incrementos de menos de 2 mm de altura, en un molde de silicona. Cada capa de resina se polimerizó durante 40 s con una unidad LED de alta intensidad (1500 mW/cm²).</p>
Höller et al. 2022 ³⁶	<p>Grupo 1: Las superficies granalladas se silanizaron (60 s, Monobond Plus Ivoclar Vivadent) bajo cada condición (LC, RC, OC) antes del procedimiento de cementación.</p> <p>Grupo 2: pretratamiento de imprimación de cerámica de vidrio autograbante (MEP), se dejó templar un total de 180 barras LDS (n = 60 por condición ambiental) en las condiciones ambientales respectivas (15 min en LC, RC u OC). para evitar una gran condensación de agua en las superficies de unión. Grupos de control (NoPT), sin tratamientos previos.</p>	<p>Termociclado (TC, 5000 ciclos, 5/55 °C, tiempo de permanencia de 30 s).</p>	<p>La prueba de resistencia a la tracción (TBS) se realizó en una máquina de prueba universal.</p>	<p>Composite de resina condensable nanohíbrida, se polimerizó desde cada lado de cementación.</p>
Lima et al. 2022 ¹	N/A	N/A	N/A	N/A
Çinar et al. 2023 ³¹	<p>Procesos de lavado ultrasónico (US), ácido fosfórico (PA) y lavado solo (W) después de la acidificación de superficies cerámicas.</p>	<p>Envejecimiento a corto plazo (TS) (5000 ciclos térmicos). A largo plazo (TL) envejecimiento (20000 ciclos térmicos), las muestras fueron sometido a un</p>	<p>Pruebas de unión por cizallamiento en las muestras para determinar su resistencia de unión utilizando una máquina de prueba universal.</p>	<p>Los discos de composite se colocaron sobre la superficie de los bloques y luego se aplicó un cemento adhesivo de curado dual. La polimerización se logró manteniendo</p>

	termociclador, luego de mantenerse en agua destilada durante 24 horas, tanto en 2 baños maría a 5°C como a 55°C con un tiempo de espera de 20 segundos y un tiempo de transferencia de 10 segundos	una luz durante 40 segundos con un dispositivo LED que emite luz visible a 380-515 nm con una intensidad de 1200 mW/cm2.
--	--	--

El 61% de los artículos demuestran una fuerza de unión adecuada para el acondicionante de silano auto acondicionante en cerámicas vítreas odontológicas (Monobond Etch & Prime) ^{1,20-25,28-32,36,37}, con tendencia a un resultado de similitud a la adhesión con el HF+S, el 39% de los estudios reportan valores de fuerza de unión del HF+S superior al MEP en cerámicas de disilicato de litio ^{7,8,14,16,27,34,35}. También brinda alternativa

a la aplicación de nueva imprimación autograbante cerámica (MEP) es eficaz para el tratamiento simplificado de la superficie cerámica cuando se aplica posteriormente un agente adhesivo ¹⁶. Además, el MEP puede ser una alternativa a los efectos nocivos del ácido HF, da resultados clínicamente aceptables en términos de fuerza de unión, se ha llegado a la conclusión de que no es superior al HF ³¹. (Tabla 3)

Tabla 3. Resultados y conclusiones de los estudios seleccionados

Autor. Año	Resultados	Conclusiones
Guimarães et al. 2018 ¹⁶	El tratamiento superficial con ácido fluorhídrico y silano (grupo H/S) mostró los valores más altos de resistencia al corte; sin embargo, no difirió estadísticamente de H/S/A, MBEP/A y H/S/UA. El uso únicamente de Monobond Etch & Prime (grupo MBEP) como tratamiento de superficie condujo a valores de fuerza de unión significativamente más bajos que en el grupo MBEP/A e inferior al tratamiento convencional (H/S) y fue estadísticamente similar al grupo H/UA, que obtuvo los valores más bajos de fuerza de adhesión. El uso de silano previo a la aplicación del adhesivo universal (grupo H/S/UA) promovió valores más elevados que en el grupo en el que se utilizó el adhesivo universal sin silano (H/ UA). Los grupos H/S/A, H/S/UA y MBEP/A mostraron la mayor cantidad de fallas mixtas y un pequeño número de fallas cohesivas en el cemento resinoso.	El tratamiento superficial con HF y silano es una alternativa efectiva y sencilla a la cementación de cerámicas de disilicato de litio; el uso de adhesivo universal no exime de la aplicación de un silano, y la nueva imprimación autograbante cerámica es una alternativa eficaz para el tratamiento simplificado de la superficie cerámica cuando se aplica posteriormente un agente adhesivo.
Lyann et al. 2018 ¹³	Después de 5000 termociclos, no se observó una disminución significativa en la fuerza de unión para MP, PA, HF y ME ($p > 0,05$) en relación con los grupos evaluados al inicio. Por otro lado, 10.000 termociclos redujeron significativamente la fuerza de unión para todos los grupos. Para los tratamientos de superficie, TBS con MP mostró fuerzas de unión significativamente más bajas que los grupos HF y ME en cada termociclo. En cuanto al modo de falla, ME resultó en una falla cohesiva del 100%, pero se observaron más fallas mixtas en MP, PA y HF después de 10.000 termociclos.	En el tratamiento de superficies de vitrocerámicas de disilicato de litio, se descubrió que ME es un sustituto potencial de la combinación de ácido fluorhídrico y Monobond Plus.
Prado et al. 2018 ⁷	HF+S mostró fuerzas de unión más altas que MEP tanto para condiciones de envejecimiento como para materiales cerámicos ($p < 0,05$). Al comparar las condiciones de almacenamiento, hubo una disminución en la fuerza de unión tanto para LDC ($p = 0,001$) como para FC tratados con HF+S. Sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las condiciones iniciales y de envejecimiento cuando se utilizó MEP, independientemente de la cerámica ($p < 0,05$).	El tratamiento superficial cerámico convencional (ácido fluorhídrico + silano) mejoró la fuerza de unión entre el cemento compuesto y las cerámicas de vidrio (disilicato de litio y feldespático). La durabilidad de la resistencia de la unión no se vio afectada por el termociclado y el almacenamiento de agua cuando se utilizó la imprimación cerámica de un solo paso (Monobond Etch & Prime). Mayor unión estable posterior al envejecimiento
Lopes et al. 2018 ²⁷	Todas las muestras CON y dos muestras MEP fallaron antes de la prueba y se les asignó un valor de 0 MPa. La ISBS media osciló entre 0 y 15,0 MPa. La IVO dio como resultado una SBS media estadísticamente más alta ($15,06 \pm 4,1$ MPa) que todos los demás grupos. Sin embargo, los grupos con HF dieron como resultado una ISBS media significativamente mayor que la MEP ($3,86 \pm 1,9$ MPa). El imprimador cerámico autograbante "todo en uno" probado (MEP) resultó en una media estadísticamente más baja de ISBS a LD que cualquiera de los grabadores HF. MEP también dio como resultado el patrón de grabado menos pronunciado en comparación con los grupos en los que se utilizó HF, lo que puede impedir una unión micromecánica duradera.	El grabado con HF seguido de una solución de silano/MDP puede ser más confiable para la adhesión al LD que una imprimación cerámica autograbante. La ausencia de un patrón de grabado resultante de la aplicación de MEP puede impedir la unión micromecánica. La ultramorfología de las superficies LD grabadas depende del gel HF específico utilizado. Si bien el 9% HF debe usarse con precaución, el 10% HF debe evitarse, ya que produce un grabado excesivo. Para geles HF con concentración del 5%, VIT es el más agresivo.
Asiry et al. 2018 ⁸	El SBS se redujo significativamente después de la exposición al termociclado en muestras condicionadas tanto en dos como en un solo paso (Grupo 1b y 2b). El SBS más alto se observó en las muestras tratadas con un sistema de acondicionamiento de dos pasos (grabado con HF al 5%) seguido de muestras acondicionadas en un solo paso cuando no se sometieron a termociclado (2a).	El tradicional acondicionamiento de superficies en dos pasos con 5% HF da como resultado una unión más duradera entre brackets cerámicos que el acondicionamiento en un solo paso. El termociclado reduce significativamente la adhesión de los brackets cerámicos de los dos grupos.

El-Damanhoury y Gaintantzopoulou. 2018 ¹⁴	El tratamiento previo con HFPM resultó en una fuerza de unión significativamente mayor ($P < 0,05$) en todos los grupos excepto en VE, donde no hubo diferencias significativas. Independientemente del método de tratamiento de la superficie, los valores medios de SBS de la cerámica EM fueron significativamente mayores ($p < 0,05$) que los registrados para VM y VE, excepto cuando VE se trató con MEP, donde la diferencia fue estadísticamente insignificante. Se observó un alto porcentaje de falla cohesiva en cerámica cuando VM y VE fueron tratados con HFMP y MEP, mientras que la mayoría de las fallas de los grupos EM fueron de tipo mixto, independientemente del método de pretratamiento de la superficie.	1. La eficacia de grabado de la imprimación cerámica autograbante depende del material y se manifiesta más cuando se utiliza para el pretratamiento de cerámicas de vidrio. 2. Las fuerzas de unión de los cementos de cementación de resina a las cerámicas variaron significativamente con los diferentes métodos de pretratamiento, siendo el ácido fluorhídrico seguido de silanización el método que alcanzó valores más altos con cerámicas feldespáticas y de disilicato de litio.
Murillo-Gómez et al. 2019 ³²	En cuanto a mTBS, la media general de PIC ($24,6 \pm 10,1$ MPa) fue superior ($P.05$) a la de LEU ($14,7 \pm 6,7$ MPa) y LDC ($13,1 \pm 4,8$ MPa), mientras que los grupos de tratamiento HF+S ($17,9 \pm 10,0$ MPa) y MBEP ($20,5 \pm 9,7$ MPa) produjeron valores de mTBS más altos que los grupos de control ($14,2 \pm 5,5$ MPa). Se detectó desunión de la interfaz en los grupos C para LDC y LEU. PIC exhibió una mejor estabilidad de la interfaz. Como MBEP fue tan efectivo como HF+S, combinando un grabador de superficies suave con una imprimación de silano estable en 1 solución única puede ser eficiente.	1. El imprimador de silano autograbante proporcionó una resistencia de unión cerámica/cemento similar al grabado con HF y la aplicación de silano. 2. Ambos tratamientos se vieron afectados por el almacenamiento de agua. 3. La imprimación cerámica de autograbado produjo una menor rugosidad superficial y menos alteraciones morfológicas que el grabado estándar HF.
Cardenas et al. 2019 ³⁰	Para Disilicato de litio: La aplicación de MEP 60/40 resultó en un μ SBS media más alta que la aplicación de HF + SI (prueba de Tukey; $p < 0,05$; Tabla 4). La media μ SBS de los grupos 5/40, 10/40 y 20/40 fue similar a la del grupo control HF + SI (prueba de Tukey; $p > 0,05$; Tabla 4). Por otro lado, los grupos 5/20, 10/20 y 20/20 mostraron un μ SBS media más baja que la obtenida por el grupo control HF + S. Para la cerámica feldespática no hubo diferencias significativas entre los grupos (ANOVA; $p = 0,32$). Es decir, no se observaron diferencias significativas en la μ SBS media cuando se aplicó MEP independientemente del protocolo, en comparación con el grupo de control HF + SI.	MEP proporcionó resultados similares a los obtenidos con HF+SI, y la aplicación activa y prolongada de MEP mejoró la fuerza de unión del disilicato de litio en comparación con HF+SI. Los tiempos de lavado y aplicación de MEP dependieron del material.
Siqueira et al. 2019 ²⁸	Se observó que el uso exclusivo de la imprimación cerámica autograbante dio como resultado propiedades de unión similares en comparación con la combinación con ácido fluorhídrico o silano, inmediatamente después de la preparación de la muestra o después de 1 año de almacenamiento en agua.	El presente estudio demostró que el imprimador cerámico autograbante (MEP) puede producir un grabado superficial en disilicato de litio. La asociación de ácido fluorhídrico o agente de acoplamiento de silano con una imprimación cerámica autograbante no añadió ningún beneficio en términos de interacción química y estabilidad.
Dimitriadi et al. 2020 ³³	Para la condición de almacenamiento A (37 C/1 semana) la clasificación en significancia estadística fue HF+MEP, HF+CLB > HF+NS, MEP, mientras que para las condiciones B (5000 /5-55 C) y C (100 C/24 h) fueron HF+MEP, HF+CLB > HF+NS > MEP ($p < 0,05$). Para los modos de tratamiento, las clasificaciones fueron A, C > B para HF+MEP, y A > B, C para HF+CLB, HF+NS y MEP ($p < 0,05$).	La fuerza de unión de un compuesto de resina al disilicato de litio mediada por la imprimación de autograbado fue menor que la del silano funcional (MPTMS) y el grupo de HF, en todas las condiciones de almacenamiento. El envejecimiento acelerado afectó fuertemente al grupo de imprimación de autograbado, lo que llevó a valores incluso más bajos que el control negativo (sustrato grabado con HF sin silano).
Maier et al. 2020 ²⁹	En general, el grupo 2 (grabado con HF y silanizado) y el grupo 3 (MEP) alcanzaron fuerzas de unión medias significativamente más altas, que el grupo 1 (solo grabado con HF) y el grupo 4 (sin tratamiento previo). Los otros tres adhesivos no mostraron diferencias significativas cuando fueron pretratados con HF y silano o MEP, independientemente del envejecimiento artificial ($p > 0,025$).	Se recomienda el pretratamiento convencional del disilicato de litio con grabado HF y posterior silanización, ya que genera las fuerzas de unión medias más altas y estables. Sin embargo, el tratamiento previo con una imprimación de autograbado para vitrocerámica como Monobond Etch & Prime parece una alternativa aceptable, ya que logró resistencias medias de unión a la tracción que no difieren significativamente de las obtenidas con el grabado convencional con ácido fluorhídrico.
Souza et al. 2020 ³⁴	Para los grupos de HF, el ANOVA de dos vías reveló que el factor "tiempo de grabado" ($p=0,0001$), el factor "agente adhesivo" ($p=0,01$) y la interacción de ambos ($p=0,0001$) fueron significativos. Para los grupos MEP, la prueba t de Student reveló que MEPSBU ($20,25 \pm 8,3$) y MEP ($18,15 \pm 5,3$) no mostraron diferencias significativas en SBS ($p = 0,41$).	La aplicación de SBU después de HF o MEP redujo la resistencia al corte de la cerámica de disilicato de litio; El MEP promovió el módulo de Weibull y la resistencia característica similar a los grupos de HF seguidos del silano. El ángulo de contacto para MEP fue mayor que el de los grupos de grabado con HF, pero similar al de los grupos con silano, excepto HF20s.
Jungbauer et al. 2021 ²⁰	El pretratamiento con MEP resultó en valores de SBS más bajos después de 24 h y 500 ciclos térmicos, con una diferencia en el Grupo LiSi después de 24 h y en grupo LEU después de 500 ciclos térmicos. Después de 90 días de almacenamiento húmedo, hubo valores de SBS más bajos después del pretratamiento de LEU. Dentro de la cerámica LEU, el pretratamiento MEP (23,2 MPa) presentó un SBS inicial más bajo que CoJet (37,0 MPa, $p=0,001$) o SiC (40,9 MPa, $p<0,001$). Después de un envejecimiento de 500 ciclos térmicos, el pretratamiento con MEP (17,7 MPa) dio como resultado valores de SBS más bajos en comparación con HF (33,7 MPa, $p = 0,005$), CoJet (40,6 MPa, $p < 0,001$) y SiC (35,3 MPa, $p < 0,001$).	No es necesaria la aplicación intraoral de HF para la unión ortodóncica. CoJet y MEP son métodos de pretratamiento considerables para unir brackets cerámicos a cerámicas de silicato. Las trituradoras de SiC sólo deben usarse para el pretratamiento de LEU. La adhesión sobre esmalte presentó valores mayores o comparables en comparación con la adhesión sobre restauraciones cerámicas.
Levartovsky et al. 2021 ²¹	El tratamiento con mayor vida característica (parámetro en MPa) fue el grupo 9% HF ≥ 90 s ($17,71$ MPa), mientras que los valores más bajos se observaron en el grupo 5% HF ≥ 20 s ($7,94$ MPa). Por tanto, los valores de SBS no se vieron afectados significativamente por el tiempo de acondicionamiento. Sin embargo, en comparación con el tratamiento con 5% de HF, el tratamiento de superficie con 9% de HF mostró una SBS significativamente mayor, como lo indica el parámetro, mientras que el tratamiento con EP no difirió significativamente en comparación con el 9% de HF durante 20 s. De manera similar, la confiabilidad	Entre los tratamientos de superficie con EP versus ácido HF + silano, se obtuvo SBS significativamente mayor en comparación con 5% HF y no hubo diferencias significativas en comparación con 9% HF durante 20 s. Los valores de SBS con tratamiento EP fueron comparables a aquellos con 9% HF durante 20 s.

	(parámetro) del 9% HF fue significativamente mayor que la del tratamiento con 5% HF.	
	Según los resultados, el proceso de envejecimiento tiene un efecto negativo en la fuerza de unión para todos los grupos excepto para la cerámica a base de disilicato de litio con la aplicación activa de la imprimación cerámica autograbante que ha mostrado valores de fuerza de unión estadísticamente similares antes ($14,83 \pm 4,78$ MPa). y después del envejecimiento ($12,54 \pm 2,90$ MPa). Sin embargo, las muestras envejecidas sin el lavado con imprimación mostraron que la fuerza de unión puede verse afectada negativamente incluso para este material cerámico (disminuyendo de $12,73 \pm 2,74$ MPa a $9,08 \pm 4,58$ MPa). ZLS y LE mostraron resultados prometedores con valores de fuerza de unión más altos para la aplicación activa de la imprimación cerámica autograbante ($13,06 \pm 4,13$ y $10,92 \pm 1,75$ MPa respectivamente); sin embargo, después del envejecimiento, el valor de fuerza de unión se redujo significativamente para ambos materiales ($3,20 \pm 1,13$ y $4,16 \pm 2,12$ MPa respectivamente).	Para garantizar una fuerza de unión duradera, se deben realizar 20 s de aplicación activa seguidos de 40 s de tiempo de reposo de la imprimación cerámica autograbante cuando se utilizan cerámicas de vidrio reforzadas como materiales de restauración. La cerámica a base de disilicato de litio demostró los valores más altos de fuerza de unión en comparación con los otros materiales evaluados, incluso después de la simulación de envejecimiento
Tribst et al. 2021 ²²		
	Los valores medios de μ SBS medidos en el presente estudio fueron 24,66, 23,13 y 28,42 MPa después de acondicionar ZLS con HF, HF + S y EP, respectivamente. LD arrojó 19,73, 27,24 y 31,06 MPa con los mismos protocolos, respectivamente. No se registraron diferencias significativas en la comparación de las fuerzas de unión entre HF y HF + S ($p = 0,387$), o entre HF + S y EP ($p = 0,107$). La interacción entre los protocolos de acondicionamiento material no fue estadísticamente significativa ($p = 0,109$).	En ambos sustratos protésicos, el nuevo primer acondicionador EP tuvo un rendimiento significativamente mejor que el HF y comparable al HF + S. Por lo tanto, como indicación general, la elección entre el protocolo EP o HF + S debe basarse en otros factores además de la fuerza de unión, como como facilidad de uso, momento del procedimiento y preocupaciones sobre peligros. En todos estos aspectos, EP se presenta como una solución preferible a HF + S.
Vichi et al. 2021 ²³		
	El tratamiento con MEP obtuvo una SBS más baja en comparación con los grupos MI y 9,6% HF. Con la cerámica EMP, disminuyó el rendimiento del MEP, sin diferencia entre la fuerza de unión con el MEP y 9,6% HF, posterior al envejecimiento, existió una disminución de las fuerzas.	Los tres tratamientos evaluados (MI, MEP y 9,6% HF) obtuvieron resultados suficientes y aceptables en cuanto a SBS de los brackets APC FF para completar un tratamiento de ortodoncia para todos los materiales CAD/CAM probados, siendo el tratamiento MI el que logró los resultados más altos de SBS para la mayoría de los materiales evaluados. MEP demostró ser un acondicionador ortodóncico válido para la mayoría de los materiales CAD/CAM evaluados, aunque la efectividad de MEP disminuyó drásticamente para CBG y EMA en comparación con el uso de HF
González-Serrano et al. 2021 ²⁴		
	Los valores de SBS oscilaron entre 11,9 y 15,1 MPa en los grupos tratados con HF plus Monobond N y entre 13,9 y 15,8 MPa en los grupos tratados con MEP. La prueba ANOVA mostró una diferencia estadísticamente significativa entre los dos agentes de grabado utilizados para el tratamiento de la superficie, así como el agente de fijación utilizado para la unión.	El uso de Monobond Etch & Prime aumentó significativamente la fuerza de unión a la cerámica de vidrio de disilicato de litio en comparación con la combinación de HF y Monobond N, independientemente de otros factores.
Hamood et al. 2021 ²⁵		
	Entre todos los grupos de acondicionamiento de superficies, los valores de SBS del grupo 2 HF ácido + S mostraron la mayor durabilidad de la unión ($22,28 \pm 1,09$ MPa). Mientras que las muestras de la superficie del Grupo 4 tratadas con $120 \mu\text{m}$ de Al_2O_3 mostraron puntuaciones SBS más bajas ($11,81 \pm 0,55$ MPa) y estas puntuaciones de unión fueron comparables a la PDT usando MBP + S ($12,54 \pm 1,09$ MPa) ($p > 0,05$). En cuanto al análisis de fractura, las fallas de cohesión fueron más relevantes en LDC acondicionado con HF ácido + S, HF + UB + S y SB $120 \mu\text{m}$ Al_2O_3 .	Los PMA condicionados con HF-S siguen siendo el estándar de oro. El uso de PDT para el tratamiento de superficies de LDC y adherido a un soporte metálico no está permitido. El polifluoruro, que es un componente del SECP, es un ácido más suave en comparación con el ácido HF. El fluoruro de amonio produce un patrón de grabado superficial que deteriora la fuerza de unión. PDT utilizado para condicionar a los PMA. Se recomienda ya que reduce la durabilidad de la unión. El uso de ECL-S y HF + UB + S tiene el potencial de usarse como alternativa al HF-S para el acondicionamiento de los PMA.
Baeshen. 2021 ²⁶		
	El grupo Monobond Etch & Prime tuvo fallas completas en las pruebas previas en todos los bloques en la etapa de envejecimiento y, como resultado, fue descartados para posterior análisis estadístico y comparación. Vitrocerámica reforzada con disilicato de litio, según las instrucciones suministradas por el fabricante, debe grabarse con 4,9% HF durante un período de 20 s para minimizar. Daño a la superficie cerámica. Sin embargo, un mejor patrón de acondicionamiento de superficie para el disilicato de litio se ha observado previamente, con grabado HF al 9,5% durante 60 s, lo que demuestra que se beneficia del aumento de tiempo y concentración. Los valores promedio de μ TBS más bajos se obtuvieron para el sistema ESPE Sil Silane Coupling Agent (4,9% HF, 20 s).	De acuerdo con el comportamiento de microtracción obtenido en este estudio de laboratorio para Monobond Etch & Prime, dado que todas las muestras experimentaron fallas previas a la prueba y considerando todas las limitaciones en el diseño del estudio, el uso clínico debe ser cauteloso hasta que haya más evidencia disponible. Específicamente, el grabado de la superficie de la cerámica de disilicato de litio con 9,5% HF durante 60 s, seguido de la aplicación de bis-silano, produjo el μ TBS más alto.
Almiro et al. 2022 ³⁵		
	Las muestras pretratadas con MEP exhibieron un TBS significativamente mayor en comparación con muestras pretratadas con GBL para tres entornos ambientales diferente	El pretratamiento MEP es una posible alternativa al GBL para la reparación de vitrocerámicas de disilicato de litio. El aumento de la humedad redujo significativamente la adherencia potencial de los composites de resina para vitrocerámicas de disilicato de litio pretratadas con MEP y GB. Minimizar la humedad es favorable para la adhesión de las reparaciones de composites de resina a la vitrocerámica de disilicato de litio.
Höller et al. 2022 ³⁶		
	La fuerza de unión a la cerámica de disilicato de litio fue mayor cuando se usó una imprimación de ácido fluorhídrico + cerámica de vidrio que cuando se usó un adhesivo universal que contenía ácido fluorhídrico + silano ($P < .05$), excepto cuando se usó una concentración de ácido del 9% al 10% en combinación con envejecimiento estático ($p=0,100$). Una imprimación cerámica de autograbado promovió valores de fuerza de unión con disilicato de litio que fueron similares a los de la imprimación de ácido fluorhídrico + cerámica de vidrio ($P>0,100$).	1. Los adhesivos universales que contienen silano no generan una fuerza de unión efectiva a las vitrocerámicas en comparación con una imprimación para vitrocerámica (imprimación que contiene silano). 2. Una imprimación de cerámica de vidrio de autograbado parece dar como resultado una fuerza de unión adecuada para las restauraciones a base de cerámica de vidrio, va que esta imprimación mostró
Lima et al. 2022 ¹		

valores de fuerza de unión similares en comparación con los del tratamiento convencional.

El valor más alto de fuerza de unión HF+US en e.max CAD fue $20,07 \pm 31$, mientras que la medición más baja MEP+W fue $16:08 \pm :20$ MPa. Los valores de fuerza de unión de TS y TL en Celtra Duoblock fueron significativamente más altos que los del bloque e.max CAD ($p < 0:05$). Las medidas para HF+ PA, HF+ US y MEP+US son todas similares. En el bloque e.max CAD, los valores de diferencia HF+W y MEP+W fueron significativamente más altos que las mediciones de otros grupos.

El efecto del ácido fosfórico sobre la cerámica puede haber sido débil en el presente estudio, y la razón por la cual el grupo MEP + PA tuvo el valor de unión más bajo puede ser que el ácido fosfórico también redujo el efecto del MEP. Los valores de fuerza de unión disminuyeron significativamente en comparación con 5000 en grupos que recibieron 20 000 ciclos térmicos. El MEP puede ser una alternativa a los efectos nocivos del ácido HF, da resultados clínicamente aceptables en términos de fuerza de unión, se ha llegado a la conclusión de que no es superior al HF. En los casos en los que la primera prioridad es una alta resistencia de unión, se deben preferir las vitrocerámicas reforzadas con circonio a las vitrocerámicas de disilicato de litio.

Cinar et al. 2023 ³¹

Discusión

La investigación está fundamentada en el estudio de la fuerza adhesiva del silano auto acondicionante de un solo paso, sobre cerámicas de vidrio ácido sensibles, a través de una revisión teórica, en vista de que los especialistas requieren de la correcta selección del acondicionamiento que se adapte a los materiales como cerámica a base de disilicato de litio, feldespáticas y disilicato de litio reforzada con zirconia, que permita la unión entre los sustratos dentales y las cerámicas vítreas, en función de la capacidad de la fuerza adhesiva y la funcionalidad, en la actualidad los procedimientos más utilizados son el ácido fluorhídrico + silano (dos pasos) y el silano autoacondicionante (un paso) ².

Al efectuar la revisión teórica de 23 artículos que cumplieron con los criterios del estudio, se evidencia que la mayoría de las investigaciones fue de tipo *In Vitro*, donde utilizaron bloques de disilicato de litio para CAD/CAM, identificaron la fuerza adhesiva o de unión a través de la prueba de resistencia de corte/microcorte (máquina de prueba universal) e investigaron el modo de falla de la interface utilizando microscopía óptica y consideraron el envejecimiento artificial con un dispositivo de termociclado empleando desde 500 ciclos a 20000 ciclos (5 °C- 55 °C).

Entre los resultados más importante es que 14 artículos (61%) confirman un comportamiento de la fuerza de unión favorable del

silano autoacondicionante (Monobond Prime&Etch) a las cerámicas a base de disilicato de litio, confirmado por Lyann et al. 2018 ³⁷establecieron que el MPE es una alternativa potencial a la combinación del ácido fluorhídrico y Monobond Plus, en vista de que demostraron que la fuerza de unión no fue afectada al envejecimiento de 5000 ciclos, no obstante a 10000 ciclos el MEP reporta similar comportamiento de fuerza adhesiva que HF y los demás grupos, indicando que este producto logra una micro-retención y silinización efectiva en un solo paso, diversos estudios recomienda la utilización de MEP ^{1,20-25,28-32,36,37}, debido a que los valores de fuerza de unión estuvieron por encima de los 5 a 10 MPa. Por esta razón, Jungbauer et al. 2021 ²⁰ expresan que MEP es un método de pretratamiento considerable para unir brackets cerámicos a material de restauración de cerámicas de disilicato de litio como sustituto a la aplicación intraoral de HF para la unión ortodóncica.

Siqueira et al. 2019 ²⁸, informan que el patrón de grabado producido por la imprimación cerámica autograbante se logra mediante la interacción del polifluoruro de amonio con la superficie cerámica, este compuesto es una sal ácida, con una acidez más suave que el ácido fluorhídrico y, por lo tanto, produce una disolución parcial de la matriz vítrea que la lograda por el ácido fluorhídrico, pero aún suficiente para promover un adhesivo que se entrelaza con la superficie cerámica.

Hamood et al. 2021,²⁵ demostró valores en el grupo MEP de fuerza de unión 13,9 a 15,8 MPa, indicando que el MEP aumentó significativo de la resistencia adhesiva posterior al envejecimiento por 5 meses con 10000 ciclos de la cerámica de vidrio de disilicato de litio en comparación con la combinación de HF y Monobond N, independientemente de otros factores como el tiempo de grabado y el envejecimiento. Lopes et al. 2018²⁷, recomienda que, para garantizar una fuerza de unión duradera, se deben realizar 20 s de aplicación activa seguidos de 40 s de tiempo de reposo de la imprimación cerámica autograbante cuando se utilizan cerámicas de vidrio reforzadas como materiales de restauración.

Prado et al. 2018⁷, mencionan que la resistencia de unión del MEP posterior al envejecimiento (12000 ciclos) es similar a la reportada antes del termociclado y que la durabilidad no es afectada por el almacenamiento de agua cuando se utilizó la imprimación cerámica de un solo paso, en comparación con HF+S que disminuyó la fuerza de unión posterior al envejecimiento. El comportamiento de reducción de la adhesión luego del envejecimiento es lo esperado (por efecto de la degradación de los enlaces), sin embargo, es una ventaja que el MEP soportará el proceso de simulación de condiciones orales y la variación de temperatura, atribuyen esta situación a mecanismo de acción de compuesto metacrilato de trimetoxisililpropilo, elemento responsable de la unión química⁷.

Sin embargo, Dimitriadi et al. 2020³³, aducen que el envejecimiento acelerado afectó fuertemente al grupo de imprimación de autograbado, lo que llevó a valores incluso más bajos que el control negativo (sustrato grabado con HF sin silano). Hallazgos confirmados por Almiro et al. 2022³⁵, identificaron que el MEP en vitrocerámica reforzada con disilicato de litio presentó fallas completas en las pruebas previas en todos los bloques en la etapa de envejecimiento y, como resultado, fueron descartados para poste-

rior análisis estadísticos. Esta información difiere de Trisbst et al. 2021²², el proceso de envejecimiento tiene un efecto negativo en la fuerza de unión para todos los grupos, excepto para la cerámica a base de disilicato de litio con la aplicación activa de la imprimación cerámica autograbante que ha mostrado valores de fuerza de unión estadísticamente similares antes ($14,83 \pm 4,78$ MPa) y después del envejecimiento ($12,54 \pm 2,90$ MPa). Según Prado et al. 2018⁷, el efecto adhesivo del MEP en cerámica vítrea posterior al envejecimiento no está bien definida en la literatura.

En el estudio de Cardenas et al. 2019³⁰, identificaron que la aplicación de MEP 60 s y 40 s de tiempo de lavado resultó en una mayor resistencia al corte que HF+S en cerámicas de disilicato de litio, esto puede estar relacionado a que cuando se enjuaga la cerámica, se elimina el polifluoruro y los grupos silanol ya no se estabilizan, formando un proceso de funcionalización altamente efectivo que compensa el patrón de grabado menos pronunciado³¹. También mencionan que el MEP logra fuerzas de unión similares a las de la combinación de grabado HF y Monobond Plus, incluso si produce un patrón de grabado menos pronunciado, debido a que los iones de polifluoruro de amonio inducen la formación de grupos silanol reactivos.

En el estudio de Çınar et al. 2023³¹, identificaron que el MEP es una alternativa a los efectos nocivos del ácido HF, ofrece resultados clínicamente aceptables en términos de fuerza de unión, sin embargo la fuerza adhesiva no es superior al HF. En los casos en los que la alta resistencia de la unión es la primera prioridad, se deben preferir las vitrocerámicas reforzadas con óxido de circonio a las vitrocerámicas de disilicato de litio, con mejores resultados de adhesión con el lavado ultrasónico que el lavado con ácido fosfórico en la rutina clínica. No obstante, Cardenas et al. 2019³⁰ aducen que la habilidad de la unión de MEP depende del tipo de material vítrea (disilicato de litio o cerámica

feldespática), en vista de que para la cerámica feldespática no hubo significancia entre los grupos, es decir, no se observaron diferencias significativas en la fuerza de unión media cuando se aplicó MEP independientemente del protocolo, en comparación con el grupo de control HF + Si.

Dentro de los antecedentes investigativos se encuentra la revisión sistemática efectuada por Lima et al. 2022¹, quienes realizaron una búsqueda de datos PubMed/Medline, Scopus, LILACS e ISI Web of Science hasta abril de 2021, donde incluyeron 33 estudios, demostrando que la imprimación de autograbado en cerámica de vidrio reportan una fuerza de unión igual a la obtenida por el tratamiento convencional de dos pasos. Sobre esto varios estudios confirman la similitud de la fuerza de unión entre el MEP en cerámica a base de disilicato de litio y el HF+S^{21,23,28,32}.

Otra investigación es la de Valencia y González. 2019³⁸, quienes realizaron una revisión bibliográfica y reporte de caso clínico, estableciendo que MEP puede ser empleado con resultados positivos de la fuerza de unión, en vista de que no reportan signos clínicos de falla durante el seguimiento del caso por 9 meses, con el enfoque bibliográfico se identificó que la mayoría de los estudios *In Vitro* indican que es igual la fuerza de unión con el **silano** auto acondicionante y el tratamiento de ácido fluorhídrico + silano.

Sin embargo, varias investigaciones que afirman que la fuerza de unión del tratamiento HF+ S en cerámica disilicato de litio es superior al MEP tales como Lopes et al. 2018²⁷, quienes expresan que HF+ Silano/MDP brinda mayor resistencia al cizallamiento que MEP (3,86 MPa), informando que el MEP impide una unión micromecánica duradera, sobre esto Asiry et al. 2018⁸, menciona que el tratamiento convencional de dos con 5% HF aporta resultados de unión más duradero que MEP. El-Damhoury y Gaintantzopoulouc et al. 2018¹⁴, aducen que HF+S alcanzan mayor valores de fuerza de unión con cerámica feldespá-

tica y disilicato de litio en comparación con MEP, similar hallazgos presentan Souza et al. 2020³⁴, menciona que los tratamientos de HF a los 20 segundos de la aplicación seguidos del silano son los tratamientos superficiales más adecuados para la cerámica de disilicato de litio.

Guimares et al. 2018¹⁶ especifica que aplicar solo MEP en cerámicas vítreas producen menores valores de resistencia al corte y mayor posibilidad de fallas adhesivas, que la nueva imprimación autograbante cerámica es una alternativa eficaz para el tratamiento simplificado de la superficie cerámica cuando se utiliza posteriormente a un agente adhesivo. No obstante, Souza et al. 2020³⁴ la aplicación de un adhesivo universal después de HF o MEP reduce la resistencia al corte de la cerámica de disilicato de litio.

La principal limitación de la investigación es que los estudios son *In vitro*, sin poder reportar datos de estudios clínicos en pacientes, lo que impide obtener datos de la tasa de éxito en el tipo de la fuerza de unión o capacidad adhesiva de las cerámicas vítreas con tratamiento HF+ S, HF y MEP. Otro inconveniente es la variabilidad de los procedimientos y las pruebas para determinar la fuerza de unión, que disminuye la confiabilidad de los resultados de los artículos. La fortaleza del estudio, es poder informar que la capacidad de adhesión del **silano** auto acondicionante en cerámica vítrea empleada en odontología es similar al método de acondicionamiento de porcelana vítrea de dos pasos (ácido fluorhídrico + silano), todavía es incierto el efecto sobre el envejecimiento en la fuerza de unión del MEP con cerámica disilicato de litio, con esta información se puede brindar otra alternativa que HF+S.

Conclusiones

Durante la búsqueda de información se determinó que el acondicionamiento de cerámica de vidrio (disilicato de litio, feldespática y disilicato reforzado con zirconio) de autograbado de un solo paso brinda una opción adecuada para las restauraciones a

base de cerámica vítreas, debido a que la fuerza de adhesiva con Monobond Etch and Prime es similar al acondicionamiento de porcelana vítrea de dos pasos (ácido fluorhídrico + silano), sin el riesgo que evidencia la utilización de ácido fluorhídrico en la cavidad oral. La evidencia no es concluyente sobre el efecto del envejecimiento en la fuerza de unión de Monobond Etch and Prime, por lo tal motivo se ameritan mayor cantidad de estudios con la estandarización del procedimiento y el tiempo del envejecimiento.

Bibliografía

- Lima RBW, Muniz I de AF, Campos DES, Murillo-Gómez F, Andrade AKM de, Duarte RM, et al. Effect of universal adhesives and self-etch ceramic primers on bond strength to glass ceramics: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *J Prosthet Dent*. 10 de marzo de 2022;S0022-3913(22)00055-5.
- Rosa WL de O da, Piva E, Silva AF da. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry* [Internet]. 1 de julio de 2015 [citado 12 de junio de 2023];43(7):765-76. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030057121500086X>
- Della Bona A, Borba M, Benetti P, Pecho OE, Alessandretti R, Mosele JC, et al. Adhesion to Dental Ceramics. *Curr Oral Health Rep* [Internet]. 1 de diciembre de 2014 [citado 12 de junio de 2023];1(4):232-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40496-014-0030-y>
- Sakaguchi RL, Powers JM, editores. Chapter 9 - Restorative Materials—Composites and Polymers. En: *Craig's Restorative Dental Materials (Thirteenth Edition)* [Internet]. Saint Louis: Mosby; 2012 [citado 12 de junio de 2023]. p. 161-98. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978032308108510009X>
- Grégoire G, Poulet PP, Sharrock P, Destruhaut F, Tavernier B. Hydrofluoric acid etching versus self-etching glass ceramic primer: consequences on the interface with resin cements. *Oral Health and Care*. 2019;4(3):1-7.
- Lanza MDS, Vasconcellos WA, Miranda GLP de, Peixoto RTR da C, Lanza LD. Different bonding agents effect on adhesive bond strength: lithium disilicate glass ceramic. *Rev odontol UNESP* [Internet]. 7 de septiembre de 2020 [citado 12 de junio de 2023];49:e20200020. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rounesp/a/CRS7TQR8LJXGWR-HYRGbpHNx/>
- Prado M, Prochnow C, Marchionatti AME, Baldissara P, Valandro LF, Wandscher VF. Ceramic Surface Treatment with a Single-component Primer: Resin Adhesion to Glass Ceramics. *J Adhes Dent*. 2018;20(2):99-105.
- Asiry MA, AlShahrani I, Alaqeel SM, Durgesh BH, Ramakrishnaiah R. Effect of two-step and one-step surface conditioning of glass ceramic on adhesion strength of orthodontic bracket and effect of thermo-cycling on adhesion strength. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* [Internet]. 1 de agosto de 2018 [citado 12 de junio de 2023];84:22-7. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751616118304120>
- Ramakrishnaiah R, Alaqeel SM, Alkheraif AA, Divakar DD, Matinlinna JP, Vallittu PK. Two-step vs. one-step conditioning systems and adhesive interface of glass ceramic surface and resin systems. *Journal of Adhesion Science and Technology* [Internet]. 2 de septiembre de 2018 [citado 12 de junio de 2023];32(17):1952-63. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/01694243.2018.1455798>
- Papia E, Jimbo R, Chrcanovic BR, Andersson M, Vult von Steyern P. Surface structure and mechanical properties of impaction-modified Y-TZP. *Dental Materials* [Internet]. 2014 [citado 2 de agosto de 2020];30(8):808-16. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0109564114001237>
- Siqueira FS, Alessi RS, Cardenas AF, Kose C, Souza Pinto SC, Bandeca MC, et al. New Single-bottle Ceramic Primer: 6-month Case Report and Laboratory Performance. *J Contemp Dent Pract*. 1 de diciembre de 2016;17(12):1033-9.
- Vivadent I. Monobond Etch & Prime Etch and one easy step Monobond Etch & Prime. Product brochure. 2015;
- Lyann SK, Takagaki T, Nikaido T, Uo M, Ikeda M, Sadr A, et al. Effect of different surface treatments on the tensile bond strength to lithium disilicate glass ceramics. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2018;20(3):1-5.
- El-Damanhoury HM, Gaintantzopoulou MD. Self-etching ceramic primer versus hydrofluoric acid etching: Etching efficacy and bonding performance. *Journal of Prosthodontic Research*. 2018;62(1):75-83.
- Swank HM, Motyka NC, Bailey CW, Vandewalle KS. Bond strength of resin cement to ceramic with simplified primers and pretreatment solutions. Vol. 66, *General Dentistry*. 2018. p. 33-7.

- Guimarães HAB, Cardoso PC, Decurcio RA, Monteiro LJE, de Almeida LN, Martins WF, et al. Simplified Surface Treatments for Ceramic Cementation: Use of Universal Adhesive and Self-Etching Ceramic Primer. *Int J Biomater* [Internet]. 31 de diciembre de 2018 [citado 15 de agosto de 2023];2018:2598073. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6332979/>
- Winter R. Glass Ceramic Bonding: 3 Commonly Asked Questions - Spear Education [Internet]. 2016 [citado 15 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.speareducation.com/2016/08/glass-ceramic-bonding-3-commonly-asked-questions>
- Chakmakchi M. Evaluate the effect of surface treatments on shear bond strength between lithium disilicate ceramic and dentin. *Journal of Baghdad College of Dentistry* [Internet]. 15 de septiembre de 2017 [citado 15 de agosto de 2023];29(3):1-8. Disponible en: <https://jbc.d.uobaghdad.edu.iq/index.php/jbcd/article/view/2207>
- Maqbool B, Rego HMC, Santos GC, Ari N, Santos MJMC. Effect of different surface treatment protocols on the bond strength between lithium disilicate and resin cements. *Odontology*. 10 de abril de 2023;3(1):1-6.
- Jungbauer R, Kirschneck C, Hammer CM, Proff P, Edelhoff D, Stawarczyk B. Orthodontic bonding to silicate ceramics: impact of different pretreatment methods on shear bond strength between ceramic restorations and ceramic brackets. *Clin Oral Invest* [Internet]. 2021 [citado 1 de agosto de 2023];26(3):2827-37. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00784-021-04260-5>
- Levartovsky S, Bohbot H, Shem-Tov K, Brosh T, Pilo R. Effect of Different Surface Treatments of Lithium Disilicate on the Adhesive Properties of Resin Cements. *Materials (Basel)* [Internet]. 15 de junio de 2021 [citado 20 de octubre de 2023];14(12):3302. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8232589/>
- Tribst JPM, Diamantino PJS, de Freitas MR, Tanaka IV, Silva-Concilio LR, de Melo RM, et al. Effect of active application of self-etching ceramic primer on the long-term bond strength of different dental CAD/CAM materials. *J Clin Exp Dent*. noviembre de 2021;13(11):e1089-95.
- Vichi A, Fabian Fonzar R, Carrabba M, Louca C, Scotti N, Mazzitelli C, et al. Comparison between Hydrofluoric Acid and Single-Component Primer as Conditioners on Resin Cement Adhesion to Lithium Silicate and Lithium Disilicate Glass Ceramics. *Materials (Basel)* [Internet]. 10 de noviembre de 2021 [citado 20 de octubre de 2023];14(22):6776. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8621437/>
- González-Serrano C, Phark JH, Fuentes MV, Albaldadejo A, Sánchez-Monescillo A, Duarte S, et al. Effect of a single-component ceramic conditioner on shear bond strength of precoated brackets to different CAD/CAM materials. *Clin Oral Investig*. abril de 2021;25(4):1953-65.
- Hamood S, Attia A, El-Layeh M. Effect of Etching Time and Technique on Bonding to Machinable Glass Ceramic. *Mansoura Journal of Dentistry* [Internet]. 1 de septiembre de 2021 [citado 20 de octubre de 2023];8(31):50-4. Disponible en: https://mjd.journals.ekb.eg/article_200347.html
- Baeshen H. Influence of photodynamic therapy and different conventional methods on conditioning of lithium di silicate ceramics bonded to metallic brackets: An assessment of bond strength. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy* [Internet]. 1 de junio de 2021 [citado 20 de octubre de 2023];34(1):102210. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1572100021000363>
- Lopes GC, Perdigão J, Baptista D, Ballarin A. Does a Self-etching Ceramic Primer Improve Bonding to Lithium Disilicate Ceramics? Bond Strengths and FESEM Analyses. *Oper Dent*. 2018;44(2):210-8.
- Siqueira FSF de, Campos VS, Wendlinger M, Muso RAC, Gomes JC, Reis A, et al. Effect of Self-Etching Primer Associated to Hydrofluoric acid or Silane on Bonding to Lithium Disilicate. *Braz Dent J*. 2019;30(2):171-8.
- Maier E, Bordihn V, Belli R, Taschner M, Petschelt A, Lohbauer U, et al. New Approaches in Bonding to Glass-Ceramic: Self-Etch Glass-Ceramic Primer and Universal Adhesives. *J Adhes Dent*. 2020;21(3):209-17.
- Cardenas AFM, Quintero-Calderon AS, Siqueira FSF de, Campos VS, Wendlinger M, Pulido-Mora CA, et al. Do Different Application Modes Improve the Bonding Performance of Self-etching Ceramic Primer to Lithium Disilicate and Feldspathic Ceramics. *J Adhes Dent* [Internet]. 1 de enero de 2019 [citado 20 de octubre de 2023];21(4):319-27. Disponible en: <https://doi.org/10.3290/j.jad.a42929>
- Çınar Ş, Fildişi MA, Altan B, Ozkan D. Effects of Two Different Acid Etching and Surface Washing Methods on Bond Strength on Different CAD-CAM Blocks under Aging Protocols. *BioMed Research International* [Internet]. 20 de enero de 2023 [citado 15 de agosto de 2023];2023:e7982813. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2023/7982813/>

Murillo-Gómez F, De Goes MF. Bonding effectiveness of tooth-colored materials to resin cement provided by self-etching silane primer after short- and long-term storage. *J Prosthet Dent.* abril de 2019;121(4):713.e1-713.e8.

Dimitriadi M, Zinelis S, Zafiropoulou M, Silikas N, Eliades G. Self-Etch Silane Primer: Reactivity and Bonding with a Lithium Disilicate Ceramic. *Materials (Basel)* [Internet]. 31 de enero de 2020 [citado 20 de octubre de 2023];13(3):641. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7040894/>

Souza KB, Moura DMD, da Silva SEG, de Araújo GM, Pinto R de AS, Leite FPP, et al. Effect of different surface treatments and multimode adhesive application on the Weibull characteristics, wettability, surface topography and adhesion to CAD/CAM lithium disilicate ceramic. *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2020 [citado 20 de octubre de 2023];28(1):e20200122. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7695128/>

Almiro M, Marinho B, Delgado AHS, Rua J, Monteiro P, Santos IC, et al. Increasing Acid Concentration, Time and Using a Two-Part Silane Potentiates Bond Strength of Lithium Disilicate-Reinforced Glass Ceramic to Resin Composite: An Exploratory Laboratory Study. *Materials (Basel)* [Internet]. 10 de marzo de 2022 [citado 20 de octubre de 2023];15(6):2045. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8950098/>

Höller B, Belli R, Petschelt A, Lohbauer U, Zorzin JI. Influence of Simulated Oral Conditions on Different Pretreatment Methods for the Repair of Glass-Ceramic Restorations. *J Adhes Dent.* 1 de marzo de 2022;24(1):57-66.

Lyann SK, Takagaki T, Nikaido T, Uo M, Ikeda M, Sadr A, et al. Effect of Different Surface Treatments on the Tensile Bond Strength to Lithium Disilicate Glass Ceramics. *J Adhes Dent.* 2018;20(3):261-8.

Valencia J de JC, González ACS. Monobond Etch and Prime: single bottle and one step ceramic conditioner. *Rev ADM* [Internet]. 2 de enero de 2019 [citado 4 de julio de 2023];75(6):358-69. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenl.cgi?IDARTICULO=84194>



CITAR ESTE ARTICULO:

Obando Piedra, J. C., & Delgado Gaete, B. A. (2023). Estudio de la fuerza adhesiva del silano autocondicionante para cerámicas vítreas odontológica. Revisión teórica. *RECIMUNDO*, 7(3), 247-268. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(3\).sep.2023.247-268](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(3).sep.2023.247-268)