



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
ESTOMATOLOGÍA

EFFECTO DEL SILANO PRECALENTADO SOBRE LA RESISTENCIA DE
UNIÓN AL MICROCIJALLAMIENTO DE CERÁMICAS DE DISILICATO DE
LITIO: ESTUDIO IN VITRO

EFFECT OF PREHEATED SILANE ON THE MICROSHEAR BOND STRENGTH
OF LITHIUM DISILICATE CERAMICS: IN VITRO STUDY

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA
EN REHABILITACIÓN ORAL

AUTORA

DALILA DELIA BAUTISTA MEZA

ASESOR

ANNA PAOLA FERNANDEZ COLL CARDENAS

LIMA - PERÚ

2026

ASESOR DE TRABAJO ACADÉMICO

Mg. Esp. Anna Paola Fernandez Coll Cardenas

Departamento Académico de Odontología Social

ORCID: 0000-0001-6184-4328

Fecha de aprobación: 01 de julio del 2026

Calificación: Aprobado

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres y hermano, por todos los sacrificios realizados durante toda mi carrera profesional, a través de sus consejos, enseñanzas y mucho amor. También por brindarme siempre los recursos necesarios.

A mi padre por ser mi mayor motivación de vida y guía constante que a través de sus enseñanzas pude cumplir mis objetivos como persona de alto valor y profesionalismo, concluyendo con mucho éxito mi especialidad.

AGRADECIMIENTOS

Doy las gracias a los docentes que, con su apoyo incondicional, genuino compromiso y valiosa orientación, contribuyeron de manera significativa a mi formación profesional y al desarrollo de este trabajo.

A la Universidad Peruana Cayetano Heredia, por la formación académica brindada y por hacer posible la realización de este estudio.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

El autor declara no tener ningún conflicto de interés.

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

La egresada:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	BAUTISTA MEZA DALILA DELIA

Pertenciente al programa de **SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN REHABILITACIÓN ORAL**, autor del trabajo titulado **EFFECTO DEL SILANO PRECALENTADO SOBRE LA RESISTENCIA DE UNIÓN AL MICROCIZALLAMIENTO DE CERÁMICAS DE DISILICATO DE LITIO: ESTUDIO IN VITRO**, el cual ha sido elaborado y aprobado, según corresponda, para optar por el **TÍTULO DE ESPECIALISTA EN REHABILITACIÓN ORAL** bajo la modalidad de **TRABAJO ACADÉMICO**.

En calidad de docente asesor de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	FERNANDEZ COLL CARDENAS ANNA PAOLA	ESTOMATOLOGÍA	ASESOR

Declaro que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **22%**, según el reporte emitido por el software Turnitin® (identificador de entrega: trmsoid::1:3615022025; fecha de entrega: **21-07-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 21 de Julio de 2026**

Firma del asesor
N° DNI: 70010705
ORCID: 0000-0001-6184-4328



TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
Resumen	
Abstract	
I. Introducción	1
II. Objetivos	3
III. Materiales y métodos	4
IV. Resultados esperados	9
V. Conclusiones	10
VI. Referencias bibliográficas	11
VII. Presupuesto y cronograma	14
Anexos	

RESUMEN

Una amplia gama de cerámicas con diferentes técnicas de procesamiento están disponibles para restauraciones indirectas. El éxito de las restauraciones cerámicas depende de los procedimientos de cementación, estas técnicas son seleccionadas de acuerdo al tipo de materiales cerámicos y agentes cementantes. El acondicionamiento de superficie de la cerámica es crucial para conseguir una resistencia adhesiva ideal. **Objetivo:** Evaluar el efecto del silano precalentado sobre la resistencia de unión al microcizallamiento de cerámicas de disilicato de litio durante el protocolo de cementación. **Materiales y métodos:** Estudio experimental in vitro. Se elaborarán 30 discos de 15mm de diámetro y 2mm de espesor, serán divididos en 3 grupos de 10 discos, Se procederá con el protocolo convencional de cementación hasta antes de la aplicación del silano, donde se realizará las variaciones del estudio: Grupo1: aplicación de silano a temperatura ambiente, Grupo2: aplicación de silano con tratamiento térmico a 50 °C., Grupo3: aplicación de silano con tratamiento térmico a 100 °C. Se confeccionarán cilindros de cemento resinoso U200. Serán sometidas a pruebas de microcizallamiento. La normalidad se analizará con la prueba de Shapiro-Wilk y la prueba de Kruskal-Wallis de no presentar distribución normal. **Conclusiones:** A través de este estudio, se espera obtener una eficacia en los tratamientos de adhesión con el precalentamiento del silano, mejorando la resistencia al microcizallamiento de cerámicas.

Palabras claves: Cerámica, Resistencia de cizalladura, Silano precalentado

ABSTRACT

A wide range of ceramics with different processing techniques are available for indirect restorations. The success of ceramic restorations depends on the cementation procedures; these techniques are selected according to the type of ceramic materials and cementing agents. Surface conditioning of the ceramic is crucial to achieving ideal bond strength. **Objective:** To evaluate the effect of preheated silane on the microshear bond strength of lithium disilicate ceramics during the cementation protocol. **Materials and methods:** In vitro experimental study. Thirty discs, 15 mm in diameter and 2 mm thick, will be prepared and divided into three groups of ten discs each. The conventional cementation protocol will be followed up to the application of the silane, at which point the following variations will be implemented: Group 1: application of silane at room temperature; Group 2: application of silane with heat treatment at 50 °C; Group 3: application of silane with heat treatment at 100 °C. U200 resin cement cylinders will be fabricated and subjected to microshear testing. Normality will be assessed using the Shapiro-Wilk test, and the Kruskal-Wallis test will be used if a normal distribution is not observed. **Conclusions:** This study aims to demonstrate the effectiveness of silane preheating in bonding treatments, improving the microshear strength of ceramics.

Keywords: Ceramics, Shear strength, Preheated silane

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de materiales dentales cerámicos ha aumentado de popularidad en los últimos años. En prótesis dentales fijas anteriores el material de elección son las cerámicas feldespáticas y el disilicato de litio, las cuales, deben seguir un adecuado protocolo de cementación para evitar fallas adhesivas, debido a su componente vítreo, estas cerámicas son frágiles y pueden fracturarse (1-3).

En restauraciones de cerámica como el disilicato de litio, el primer paso es aplicar el ácido fluorhídrico sobre la superficie, el cual, forma un ácido hidrofluorosilísico soluble (H_2SiF_6) que ataca selectivamente la fase vítrea, disolviendo la matriz de la superficie y cambiando su topografía irregular, creando microretenciones para la adhesión de la cerámica al cemento resinoso, preparando así la superficie para la colocación del silano (4-6).

El silano produce un enlace químico entre la superficie de la cerámica y el cemento resinoso, el cual, forma tres capas estructurales en el agente de acoplamiento; las cuales, están compuestas por dos capas externas de oligómeros y una intermedia compuesta de uniones de siloxano que forma una red tridimensional hidrolíticamente estable, siendo la capa intermedia la que mejora la adhesión. El tratamiento térmico consolida estas capas formando una monocapa, eliminando el alcohol, agua y diferentes subproductos que mejoran la adhesión en la interface silano –cerámica (6-9)

Actualmente, el silano comercial se presenta principalmente en forma prehidrolizada, siendo el 3-metacriloxipropiltrimetoxisilano (MPS) el compuesto más utilizado en la práctica clínica. Sin embargo, una vez abierto el envase y tras

su primera aplicación, la solución puede volverse turbia debido a la formación de oligómeros (10-14). Este proceso genera una capa superficial gruesa, irregular y con menor resistencia mecánica, lo que afecta la capacidad del silano para establecer una unión adecuada entre la cerámica y el cemento resinoso. Como consecuencia, la resistencia de unión disminuye, por lo que no se recomienda continuar utilizando el material cuando presenta estas alteraciones (14-17).

El objetivo de precalentar el silano a temperaturas entre 50 y 100°C es mejorar significativamente la fuerza de unión química y micromecánica entre la cerámica de disilicato de litio y el cemento resinoso, resultando así una adhesión más duradera y resistente (6). Dentro de este marco, debido a los valores favorables de la resistencia de unión con el precalentamiento del silano, la pregunta de investigación del presente estudio es ¿Cuál es el efecto del silano precalentado sobre la resistencia de unión al microcizallamiento de cerámicas de disilicato de litio durante el protocolo de cementación?

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el efecto del silano precalentado sobre la resistencia de unión al microcizallamiento de cerámicas de disilicato de litio durante el protocolo de cementación.

Objetivos Específicos

1. Evaluar la resistencia de unión al microcizallamiento de cerámicas de disilicato de litio al calentar el silano a 50°C.
2. Evaluar la resistencia de unión al microcizallamiento de cerámicas de disilicato de litio al calentar el silano a 100°C
3. Comparar la resistencia de unión al microcizallamiento de cerámicas de disilicato de litio utilizando protocolo convencional de cementación sin calentamiento de silano y con calentamiento de silano a 50 y 100°C.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del Estudio

Experimental in vitro.

Muestra

Se elaborarán 30 discos de cerámica de disilicato de litio de 15mm de diámetro por 2 mm de espesor (IPS e. Max Press de Ivoclar Vivadent Schaan Liechtenstein) los cuales serán divididos en 3 grupos de 10 de manera aleatoria (6). El agente de acoplamiento del silano se utilizará de acuerdo a las indicaciones del fabricante:

Grupo 1: Secado del silano a temperatura ambiente.

Grupo 2: Secado de silano a 50°C con horno.

Grupo 3: Secado de silano a 100°C en horno.

Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Discos de disilicato de litio
- Discos que no presenten líneas de fractura.
- Discos que no tengan residuos de acrílico.
- Discos que presenten color uniforme

Criterios de exclusión:

- Discos que presenten burbujas
- Discos que estén contaminados.

Definición operacional de variables

Resistencia de unión al microcizallamiento: Fuerza que mantiene unida a dos elementos de diferente composición, operacionalmente es el valor de la máxima tensión que puede soportar un material antes de romper la unión de dos estructuras diferentes que será medido en Mpa. Temperatura de secado de silano en un horno Programat EP 5000 (Ivoclar vivadent Ellwangen, Alemania): a 50°C y 100°C.

Técnicas y Procedimientos

Capacitación

Se realizará una capacitación en los diversos procedimientos del estudio: acondicionamiento de la cerámica, lavado y secado de discos, precalentamiento del silano, aplicación de silano y adhesivo a la cerámica sintética con matriz de vidrio, elaboración de los cilindros de resina y evaluación de la resistencia al microcizallamiento.

Elaboración de los discos de disilicato de litio:

Se confeccionarán discos de cerámica de disilicato de litio (IPS e-max de ivoclar vivadent Schaan Liechtenstein) con medidas de 15 mm de diámetro $\times$ 2 mm de espesor, se elaborarán sobre un patrón de acrílico; la mezcla de líquido/polvo se harán de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Las muestras se pulirán por ambos lados con puntas diamantadas tronco cónica de grano (838L – Jota) y

lavadas con suficiente agua durante 1 min para poder obtener las muestras estandarizadas.

Acondicionamiento de la cerámica, precalentamiento del silano y aplicación del sistema adhesivo en la cerámica

Los discos de cerámica de disilicato serán acondicionadas con ácido fluorhídrico al 9% (Porcelain Etch; Ultradent, Utah, USA) por 20 segundos, inmediatamente después se retirará el ácido con un chorro de agua por 15 segundos y secarán ligeramente con un chorro de aire por 20 segundos, se aplicará ácido fosfórico al 37% (3M™Scotchbond™) por 60 segundos, después se retirará el ácido con un chorro de agua por 15 segundos y se secarán ligeramente con un chorro de aire por 20 segundos.

Se aplicará silano (Monobond-S Ivoclar-vivadent) mediante una microbrocha sobre la superficie de los discos.

- Grupo 1: Los agentes de acoplamiento de silano se aplicaron de acuerdo con las instrucciones del fabricante durante 60 segundos y se secaron a temperatura ambiente durante 60 segundos.
- Grupo 2: se aplicaron agentes de acoplamiento de silano durante 60 segundos, después se aplicó tratamiento térmico en un horno Programat EP 5000 Ivoclar Vivadent a 50 ° C durante 60 segundos.
- Grupo 3: se aplicaron agentes de acoplamiento de silano durante 60 segundos, después se aplicara tratamiento térmico en un horno Programat EP 5000 Ivoclar Vivadent a 100 ° C durante 60 segundos.

Luego de ese procedimiento se aplicó el adhesivo (Adper Single Bond 2, 3MTM ESPETM; St. Paul, NM, USA) con la ayuda de un microbrush realizando una frotación constante sobre la superficie, sin fotopolimerizar, luego se aplicará el cemento adhesivo (Relix U200)

Colocación de TYGON

Se utilizará un tygon (Aigocath BD: Cundinamarca, Colombia) de diámetro 0.8 y 1mm de altura, para la confección de un cilindro de resina donde se llevará el cemento (RelyX U200 CLICKER universal autoadhesivo) , el tygon será colocado sobre la superficie de la cerámica realizando una presión constante los primeros 10s y fotoactivando por 40s con una lámpara de foto curado LED de 1470 mW/cm² (3MTM EliparTM DeepCure-L;St.Paul,NM,USA), después de la fotopolimerización las muestras que contengan burbujas o algún defecto se desecharan.

Prueba a la resistencia del microcizallamiento

Las muestras ya preparadas que cumplan con los criterios de inclusión serán almacenadas por un día en suero fisiológico a temperatura ambiente y empezará las pruebas de microcizallamiento.

Se utilizará una máquina de ensayo semi universal (0M 100 – Odeme Dental Research; Brasil) a una velocidad de 0.75 mm/m, con ayuda de un alambre de ortodoncia N°7 (Morelli Ortodontia; Brasil). Y una carga de 50 N, hasta que ocurra la falla.

Estas pruebas se realizarán en el laboratorio de la Centro dental docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia – Sede San Isidro.

Plan de Análisis

Se realizara un análisis descriptivo de las variables numéricas para obtener los promedios y desviación estándar de la resistencia de unión según los diferentes grupos experimentales.

Se hará una comparación de los promedios usando la prueba de T de Student cuando la variable sea paramétrica, caso contrario se utilizaría la prueba U de Mann-Whitney. La normalidad de las variables se calculará con la prueba Shapiro-Wilk.

Aspectos éticos del estudio

Este proyecto se realizará una vez obtenida la aprobación de la Unidad Integrada de Gestión de Investigación, Ciencia y Tecnología (UIGICT) de las Facultades de Medicina, Estomatología y Enfermería y del Comité Institucional de Ética (CIE) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH). Los resultados se presentarán con total autenticidad según los hallazgos encontrados.

IV. RESULTADOS ESPERADOS

Desde una perspectiva teórica, se espera que los resultados sean estadísticamente significativas, como se encontró en los estudios de Abduljabbar T. que tenían especímenes e intervenciones similares en el desempeño de los tratamientos de superficie con silano precalentado en horno a 100°C, mejorando la resistencia de unión al microcizallamiento (16).

Clínicamente, este proyecto proveerá información relevante para la toma de decisiones del profesional que vaya a realizar tratamientos de cementación de cerámicas de disilicato de litio con los protocolos que incluye el calentamiento del silano, y mejorar los resultados clínicos reduciendo la tasa de fallas como la descementación o fracturas.

Por último los hallazgos encontrados en este proyecto de investigación contribuirán a sensibilizar a la población sobre la importancia y actualización en los protocolos de cementación de cerámicas para mejorar su práctica clínica diaria.

V. CONCLUSIONES

A través de este estudio, se espera obtener una visión más clara sobre el manejo y la eficacia en los tratamientos de adhesión con el precalentamiento del silano, mejorando la resistencia al microcizallamiento de cerámicas de disilicato de litio para una práctica odontológica más precisa, predecible y orientada a la obtención de mejores resultados estéticos y de alta duración para los pacientes.

Se considera que los hallazgos de esta investigación podrán aportar información relevante para fortalecer las competencias clínicas relacionadas con el protocolo de cementación.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nuñez-Sarmiento T, Peña-Castillo M, Gomes O, Domínguez J. Preheated silene effect in shear bond of ceramic lithium disilicate and cements.

Rev. CES Odont. 2014; 27(1) pág. 11-17

2. Fuchs F, Westerhove S, Schmohl L, Koenig A, Suharbiansah R, Hahnel S, Rauch A. Influence of the Application Time of Silane for the Bonding Performance between Feldspar or Lithium Disilicate Ceramics and Luting Resin Composites. Journal of Functional Biomaterials. 2023; 14(4):231.<https://doi.org/10.3390/jfb14040231>

3. Perez R, Trujillo A, Bittencourt B, et al. Evaluation of bond strength in lithium disilicate ceramics subjected to different times and methods of removal of hydrofluoric acid residues. J Dent Health Oral Disord Ther . 2021;12(4):91-94. DOI: 10.15406/jdhodt.2021.12.00557

4. Cangas P, Chacón L, Guevara K, Celi M, Quiroz G, Quinapallo V, Cascante M. (2023). Efficacy of silane thermal treatment on the bond strength between nanoceramic composite and Resin cement. Revista De La Facultad De Odontología De La Universidad De Cuenca.1(2) doi.org/10.18537/fouc.v01.n02.a01

5. Corazza P, Cavalcanti S, Queiroz J, Bottino M, Valandro L. Effect of post-silanization heat treatments of silanized feldspathic ceramic on adhesion to resin cement. J Adhes Dent. 2013 Oct;15(5):473-9.

6. Matinlinna J, Lung C, Tsoi J. Silane adhesion mechanism in dental applications and surface treatments: A review. *Dent Mater.* 2018 Jan;34(1):13-28.
7. Giraldo T, Villada V, Castillo M, Gomes O, Dominguez J. Active and Passive Application of the phosphoric acid on the Bond strength of lithium disilicate. *Brazilian Dental Journal* 2016; 27(1): 90-94
8. Chávez P. Resistencia de unión al microcizallamiento de una cerámica feldespática acondicionada con ácido fluorhídrico sometida a la aplicación de ácido fosfórico como técnica de remoción según tipo, método y tiempo. Estudio in vitro [tesis maestría] Lima, Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2019.
9. Steinhauser H, Turssi C, Franca F, Amaral F, Basting R. Micro shear bond strength and surface micromorphology of a feldspathic ceramic treated with different cleaning methods after hydrofluoric acid etching. *J Appl Oral Sci.* 2014 Apr; 22(2):85-90.
10. Tannen D, Wallum A, Mitchell T, Renda J, Vandewalle K. Bond Strength of Silane-Containing Universal Bonding Agents to Lithium Disilicate. *J Clin Exp Dent.* 2025; 17(4):e358-65.
11. Zakir M, Jin X, Ashraf U. The Role of Silane Coupling Agents and Universal Primers in Durable Adhesion to Dental Restorative Materials - a Review. *Dental restorative materials.* July 2016. DOI 10.1007/s40496-016-0108-9
12. Lawson NC, Burgess JO. Dental Ceramics: a current review. *Compend Contin Educ Dent.* 2014 Mar; 35(3): 161-6
13. Brunetto J, Pesqueira A, do Vale-Souza J, Piacenza L, Dos Santos D, Goiato M. Comparison of self-etching and conventional bifunctional coupling agent in

lithium disilicate ceramic: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Exp Dent*. 2024 Mar 1;16(3):e367-e376. doi: 10.4317/jced.61369. PMID: 38600931; PMCID: PMC11003285.

14. Dapieve K, Pilecco R, Pivetta J, Machry R, Werner A, Kleverlaan C, Pereira G, Valandro L. Is the application of a silane-based coupling agent necessary to stabilize the fatigue performance of bonded simplified lithium disilicate restorations? *J Mech Behav Biomed Mater*. 2022 Feb;126:104989. doi: 10.1016/j.jmbbm.2021.104989. Epub 2021 Nov 22. PMID: 34864398.

15. Li X, Liang S, Inokoshi M, Zhao S, Hong G, Yao C, Huang C. Different surface treatments and adhesive monomers for zirconia-resin bonds: A systematic review and network meta-analysis. *Jpn Dent Sci Rev*. 2024 Dec;60:175-189. doi: 10.1016/j.jdsr.2024.05.004. Epub 2024 Jun 7. PMID: 38938474; PMCID: PMC11208804.

16. Abduljabbar T, AlQahtani M, Jeaidi Z, Vohra F. Influence of silane and heated silane on the bond strength of lithium disilicate ceramics - An in vitro study. *Pak J Med Sci*. 2016 May-Jun;32(3):550-4. doi: 10.12669/pjms.323.9851. PMID: 27375687; PMCID: PMC4928396.

17. Silva U, Maia A, Silva I, Miranda M, Brandt W. Influence of the Multiple Layers Application and the Heating of Silane on the Bond Strength between Lithium Disilicate Ceramics and Resinous Cement. *Eur J Dent*. 2021 Oct;15(4):720-726. doi: 10.1055/s-0041-1729457. Epub 2021 Jul 7. PMID: 34233363; PMCID: PMC8630959.

VII. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

Presupuesto

Descripción	P. Unitario S/.	Cantidad	Total
Discos de di/li emax	80	10	800 soles
Ácido fluorhídrico ultradent	40	1	40 soles
Adhesivo Adper 3m	120	1	120 soles
Silano, monobond S	35	10	350 soles
Cemento relix u200	300	1	300 soles
Tygon	35	3	105 soles
Alambre de Ortodoncia	5		
Horno Empress	Prestado por Universidad. lab	1	
Máquina de ensayo	Prestado por Universidad. Lab	1	
Total			1715 soles

Cronograma

Actividad	Junio	Julio	Agosto
Redacción de proyecto	x		
Aprobación de ética	x		
Levantamiento de datos		x	
Informe final		x	
Publicación			x

ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Valores y categorías
Resistencia a la unión	Fuerza que mantiene unida a dos estructuras diferentes	Valor de la fuerza necesaria para producir una falla en la adhesión de la restauración.	Nivel de resistencia adhesiva en MPa.	Cuantitativa Continuo	De Razón	De 0 a más
Temperatura de secado	Nivel de calor aplicado a un material para remover la humedad mediante evaporación.	Valor del calor de los cuerpos o del ambiente que se expresa en grados.	Superficie sometida a calentamiento, medida en grados Celsius	Cualitativa Dicotómica	Ordinal	Temperatura 1= 50°C 2= 100°