

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA **Programa Macro de Investigación**

SEMINARIO DE GRADUACIÓN

Evaluación de técnicas de adhesión a disilicato de litio y zirconio

Director de Seminario

Dr. David Lafuente Marín

Sustentantes del Seminario de Graduación

- Mario Alberto Chaves Zúñiga
- Raquel Chinchilla Chacón
- Yuliana Jiménez Lobo
- Melissa Zamora Solís

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio Brenes, Costa Rica

San José, Costa Rica

2017

HOJA DE APROBACIÓN

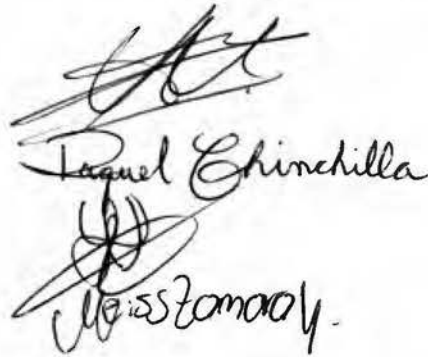
MEMORIA SEMINARIO DE GRADUACIÓN

Nombre del Proyecto: **“Evaluación de técnicas de adhesión a disilicato de litio y zirconio”**

Sustentantes:

Fecha: Diciembre 2017

Nombre	carne
Mario Alberto Chaves Zúñiga	B11917
Raquel Chinchilla Chacón	B21935
Yuliana Jiménez Lobo	A93224
Melissa Zamora Solis	B27414



Miembros del Tribunal

Nombre:

Firma:

David Lapuntz
David Lapuntz
David Lapuntz
Taira Vaz
Carlos E F/1107



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Vicerrectoría de Investigación

Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información (SIBDI)

Autorización para la digitalización, inclusión y publicación de trabajos finales de graduación (TFG) en el acervo digital del Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información de la Universidad de Costa Rica (SIBDI-UCR).
Los abajo firmantes, en su condición de autores del TFG

AUTORIZAMOS de forma gratuita al SIBDI-UCR, a digitalizar e incluir dicho TFG en el acervo digital del SIBDI-UCR y a publicarlo a través de la página web u otro medio electrónico, para ser accesado

Según lo que el SIBDI defina para su consulta o divulgación. Dicho texto se publicará en formato PDF, o en el formato que en su momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre y gratuito, permitiendo su consulta e impresión, pero no su modificación. Los autores del TFG, garantizan al SIBDI-UCR que la tesis es el trabajo original que sirvió para la obtención de su Título, que no infringe ni violenta ningún derecho de terceros.

Lic.,Licda. _____
#cédula _____ Domicilio: _____
Firma: _____, Fecha: _____

Lic.,Licda. _____
#cédula _____ Domicilio: _____
Firma: _____, Fecha: _____

Lic.,Licda. _____
#cédula _____ Domicilio: _____
Firma: _____, Fecha: _____

Lic.,Licda. _____
#cédula _____ Domicilio: _____
Firma: _____, Fecha: _____

Lic.,Licda. _____
#cédula _____ Domicilio: _____
Firma: _____, Fecha: _____

Para uso interno. _____ Número de tesis: _____

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación como símbolo de la culminación de nuestros estudios debería tener un reconocimiento especial para cada una de las personas que, a su modo, nos han colaborado pero es dedicado principalmente a nuestros padres, quienes nos han apoyado en todo momento durante este trayecto educativo, por todo el amor y la paciencia que nos han demostrado y que nos impulsan a concluir con el mayor esfuerzo este proceso.

A nuestros profesores, tutores y guías, de quienes hemos aprendido no solo destrezas teóricas o prácticas sino con quienes nos hemos vuelto allegados con el pasar del tiempo, les agradecemos por su gran apoyo y motivación para concluir este proceso educativo y para la elaboración de este trabajo de investigación.

Han contribuido en gran parte a nuestro desarrollo y formación profesional.

RECONOCIMIENTO

Al Dr. David Lafuente por permitirnos ejecutar el proyecto, y por facilitar la realización del mismo. Por orientarnos durante todo este proceso en el último año de carrera.

CONSTANCIA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Programa Macro de Investigación

SEMINARIO DE GRADUACIÓN

El suscrito, Mario Bonilla Flores, filólogo, ha finalizado la lectura del Trabajo Final de Graduación de los Sustentantes del Seminario de Graduación: Mario Alberto Chaves Zúñiga, Raquel Chinchilla Chacón, Yuliana Jiménez Lobo y Melissa Zamora Solís, titulado: **Evaluación de técnicas de adhesión a disilicato de litio y zirconio**, para optar al grado de Licenciatura en Odontología; y luego de realizar las correcciones pertinentes en cuanto a estilo y redacción da fe de que el trabajo está listo para presentarse, pues se ajusta a las normas gramaticales y ortográficas establecidas para el idioma español.

Dado en Desamparados, San José, el quince de noviembre de dos mil diecisiete a solicitud de los interesados y para los efectos administrativos pertinentes.



Mario Bonilla Flores
Cédula de identidad 104200768
Filólogo
Carné 5670, Colegio de Licenciados y Profesores

ÍNDICE GENERAL

Hoja de aprobación	ii
Memoria	ii
Autorización para la digitalización, inclusión y publicación de trabajos finales de graduación (TFG) en el acervo digital del Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información de la Universidad de Costa Rica (SIBDI-UCR)	iii
Dedicatoria	iv
Reconocimiento.....	iv
Constancia de revisión filológica	Error! Bookmark not defined.
Índice general.....	vi
Índice de imágenes	viii
Índice de tablas	viii
Índice de abreviaturas	ix
Resumen.....	xi
I.Capítulo: Introducción	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Planteamiento del problema	2
1.4. Objetivos del estudio.....	3
1.4.1. Objetivo General:.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos:.....	3
II. Capítulo: Marco Teórico	4
Cerámicas ácido sensibles	4
Cerámicas ácido resistentes	6
Métodos para mejorar la adhesión en restauraciones de zirconio: grabado ácido, silanización y arenado en cerámicas ácido resistentes.....	7
Silanos y agentes de acople	14
III. Capítulo: Métodos del Trabajo	16

IV. Capítulo: Desarrollo	19
4.1. Resultados	19
4.2. Discusión	20
4.3. Conclusiones.....	22
V. Capítulo: Parte Final	23
5.1. Cronograma de actividades	23
5.2. Factores Facilitadores y Dificultades.....	26
5.2.1. Facilidades.....	26
5.2.1. Dificultades	26
5.3. Referencias bibliográficas	27
5.4. Anexos	30

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1. Silanos: Bis-Silane, Silane, Monobond-S, Clearfil Ceramic Primer.	16
Figura 2. Diagrama de muestras.	17
Figura 3. Prueba de falla en máquina Tinius Olsen H10k-S. Ajuste de muestra. .	30
Figura 4. Prueba de falla en máquina Tinius Olsen H10k-S. Momento en el que falla la muestra a la aplicación de la fuerza vertical.	30
Figura 5. Falla de muestras. Máquina Tinius Olsen H10k-S.	31
Figura 6.. Monitor de máquina Tinius Olsen H10k-S.	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados experimentales de los Silanos sometidos a prueba.	19
--	----

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

HSD: Honestly Significant Difference

ANOVA: Analysis of Variance

cm/min: Centímetro por minuto.

mW/cm²: Milivatio por centímetro cuadrado

g: Gramos

mm: Milímetros.

Al₂O₃: Óxido de aluminio

CAD: Computer Aided Design

CAM: Computer Aided Manufacturing

HF: ácido hidrofúorhídrico

ZPC: Cemento de Fosfato de Zinc

RMGIC: cemento de ionómero de vidrio modificado con resina

IQR: mediana de valores y rangos intercuartiles

IC: intervalo de confianza

OH: grupo hidroxilo

Bis-GMA: Bisfenol glicidil metacrilato.

MDP: Monómero ácido fosfatado

MPa: Megapascales

Y-TZP: Fase de zirconio tetragonal

4 META: 4 metacril-oxi-etil-trimelitato-anhíbrido

Bis-GMA: Bisfenol glicidil metacrilato

TC: Termociclado

Hz: Hertz

° C: Grados Celcius

N: Newton

μm : Micrómetros

RESUMEN

Método: 80 muestras, 5x10 mm de cada Emax Press y zirconia ZirCAD (Ivoclar Vivadent) se sinterizaron siguiendo las instrucciones del fabricante antes de colocarse en acrílico y pulido. Cada grupo se dividió en 2 subgrupos de 40 especímenes, la mitad se grabó con ácido fluorhídrico al 9% durante 20 segundos y la otra mitad (n = 40) fue arenado con óxido de aluminio, el tamaño de partícula es de 50 micras, cada subgrupo se dividió luego en cuatro grupos (n = 10) para recibir uno de cuatro silanos: Bis Silane (BISCO), Silane (Ultradent Prods.), Monobond (Ivoclar / Vivadent) y Clearfil Ceramic Primer (Kuraray), siguiendo todas las instrucciones del fabricante.

Los cilindros compuestos prefabricados de 2 mm de diámetro (Brilliant, Coltene) fueron cementados en cada muestra con Variolink II (Ivoclar Vivadent) después de una capa previa de N-Bond Tetric (Ivoclar Vivadent), aplicando una fuerza de 500 gr y eliminando el exceso antes de fotopolimerizar. Las muestras se almacenaron durante 7 días a 37 ° C con una humedad relativa del 100% antes de probarse en cizallamiento a una velocidad de 0,1 cm / min hasta el fallo. Los datos se almacenaron en MPa y se analizaron con un ANOVA de tres vías y los medios se compararon con la prueba de HSD de Tuke, ambos calculados a un nivel de significancia de 0,05.

Resultados: Los medios y la desviación estándar en MPa se muestran en la tabla. Hubo una diferencia estadística entre los silanos. Para el disilicato de litio, el grabado produce un SBS más alto que el arenado, según lo recomendado por el fabricante. El arenado produce un SBS más alto en Zirconia para todos los silanos, excepto Silane de Ultradent Prods.

I.CAPÍTULO: INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

Para elaborar cualquier procedimiento en odontología el profesional debe hacer una evaluación diagnóstica del estado general del paciente, evaluar la funcionalidad y la estética del tratamiento propuesto y efectuar la programación secuenciada de los procedimientos. Además, con el fin de hacer el trabajo clínico eficaz y eficiente el odontólogo debe de conocer las indicaciones y las contraindicaciones, protocolos de uso, ventajas y desventajas de los materiales que utilizará en el tratamiento clínico.

Los sistemas restaurativos fijos son los que se ubican en primer lugar en preferencias de los pacientes, entre los cuales se encuentran desde carillas e incrustaciones tipo inlay como tratamiento más conservador hasta restauraciones que requieren preparaciones de superficie dental más agresiva como lo son incrustaciones tipo onlay, coronas y hasta puentes de tres o más unidades protésicas.

Con cada caso el reto de imitar los tejidos de esmalte y dentina es mayor. Bajo esta premisa muchas de las investigaciones que se efectúan en la actualidad vuelven sus ojos hacia los materiales que se utilizan, elevando el nivel estético cada vez más sin descuidar y más bien aumentando el rendimiento de las mismas.

Varias variables intervienen en la adhesión de la superficie dentaria al intaglio en restauraciones protésicas fijas, algunas tienen lugar en el momento de la preparación, otras en el momento del cementado sobre la superficie dental o sobre el material del que está elaborada la prótesis fija.

Con los años las restauraciones cerámicas han ido mejorando sus propiedades físico- químicas con la meta de lograr una mejor compatibilidad con los sistemas de adhesión y aumentar la longevidad de las restauraciones, promover un buen adapte marginal, alta retención, prevenir la micro filtración y así aumentar la resistencia a la fractura del complejo diente-restauración.

1.2. Justificación

La investigación surge con la necesidad de evaluar las técnicas de adhesión utilizadas en materiales como disilicato de litio y zirconio a la superficie dental, observando los efectos ocasionados por una concentración de ácido hidrofluorhídrico y arenado; sobre la adhesión del cemento polimérico a estos materiales, basado en el estudio del componente porcelana-cemento y del complejo adhesivo.

1.3. Planteamiento del problema

¿Cuál silano es más efectivo en cuanto a fuerza de adhesión entre porcelanas de alta resistencia y el cemento resinoso tomando en cuenta el sustrato y el tratamiento de superficie dado al mismo?

1.4. Objetivos del estudio

1.4.1. Objetivo General: Comparar los resultados obtenidos al utilizar cuatro diferentes silanos órgano funcionales de distintas casas comerciales sobre la adhesión del cemento polimérico en disilicato de litio y zirconio utilizando tratamientos de superficie como ácido hidrofúorhídrico y arenado.

1.4.2. Objetivos Específicos:

- Contrastar el efecto de diferentes tratamientos de superficie en la fuerza de unión del cemento resinoso al disilicato de litio y zirconio.
- Determinar el mejor silano para el disilicato de litio y el zirconio respectivamente.

II. CAPÍTULO: MARCO TEÓRICO

Las porcelanas están compuestas por tres materias primas fundamentales cuya proporción varía en función de las propiedades que se quieren obtener o modificar y son feldespato, cuarzo (sílice) y caolín o arcilla. El feldespato es el que brinda la translucidez de la porcelana, el caolín confiere plasticidad facilitando su manejo, mientras que, el sílice es el responsable de la fase cristalina. En el caso de las porcelanas feldespáticas, estas tienen feldespato mayoritariamente, y caolín y arcilla en menor cantidad.

De acuerdo con las investigaciones el principal problema que presentaban las cerámicas feldespáticas era la fragilidad, por lo que surgieron las cerámicas aluminosas, en donde se les añadía un nuevo componente: Óxido de aluminio. Y comprobaron que mejoraba significativamente la resistencia respecto a las porcelanas convencionales hasta el punto que la porcelana aluminosa es el doble de resistente que la porcelana feldespática y su módulo de elasticidad es 50% superior al de las porcelanas tradicionales.

La presencia de alúmina hace que el vidrio disminuya una de sus características propias, que sea menos quebradizo disminuyendo su fragilidad.

Cerámicas ácido sensibles

Ahora bien existe otra clasificación, las cerámicas se dividen en dos grandes grupos: las cerámicas ácido resistentes y las ácido sensibles. Aquellas que son ácido sensibles suelen tener un mejor desempeño desde el punto de vista

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

Para el tratamiento de la superficie cerámica se debe aplicar ácido fluorhídrico (en concentración de 5%) que al reaccionar con la matriz de vidrio de la cerámica (que contiene sílice) formará hidrofluorosilicatos, lo que resultará en una superficie con aspecto microscópico de panal de abejas, muy similar a lo que sucede en la superficie dental con el grabado de ácido fosfórico. La estructura selectivamente retirada deja expuesta una estructura cristalina que aumenta el área superficial de unión, crea retenciones y aumenta la energía superficial antes de colocar el silano y el sistema adhesivo. Otro tratamiento recomendado para las superficies cerámicas se trata del arenado con partículas de 50µm de óxido de aluminio (Al_2O_3) con el fin de crear retención mecánica. La “abrasión con partículas de aire” es un procedimiento estandarizado que se realiza en el laboratorio dental antes de enviar la cerámica para ser cementada. Después del arenado la superficie cerámica puede ser bañada con silano.

Por su parte los silanos favorecen la humectabilidad y unión a las cerámicas mediante el depósito de grupos metacrilatos que se unirán a los de la resina favoreciendo de esta manera la unión entre lo orgánico del cemento de resina y lo inorgánico de la cerámica.

Garboza en su artículo “Influence of surface treatment and adhesive systems on Lithium Disilicate Microshear Bond Strength” concluye que las cerámicas de disilicato de litio que obtuvieron los mejores resultados fueron arenadas, grabadas con ácido fluorhídrico al 10% por 20 segundos, tuvieron una aplicación de silano y finalmente de un adhesivo universal. Además se asegura que la silanización debe ser un paso en el protocolo de cementado de estructuras reforzadas con disilicato de litio, aunque el adhesivo universal que se vaya a aplicar contenga silano en su composición. Es importante resaltar que entre los hallazgos de la investigación de Garboza se menciona que en la mayoría de los grupos de muestras de estudio el fallo fue de tipo adhesivo.

Es imperativo ser cuidadoso con respecto a las concentraciones y tiempos de grabado; ya que si el tiempo o la concentración fueran excesivos, se promovería la disolución de la matriz vítrea alrededor de los cristales, afectando directamente la resistencia a la flexión de la cerámica y las propiedades de la adhesión.

Cerámicas ácido resistentes

Por otra parte las restauraciones de cerámica ácido resistentes u oxicerámicas (el zirconio, por ejemplo) son cerámicas policristalinas de alta densidad, alta resistencia a la fractura, al desgaste, alta dureza y resistencia química, sin vidrio de sílice amorfo en su composición. Sus matrices están formadas de óxido de aluminio o de zirconio, que no reaccionan ante los protocolos de grabado con ácido fluorhídrico. Se utilizan principalmente para la fabricación de estructuras de alta resistencia, aprovechando la gama de posibilidades y la exactitud de los

sistemas CAD-CAM. Sin embargo estos núcleos de tan alta resistencia poseen un compromiso estético por lo que generalmente son recubiertos anatómicamente con cerámicas feldespáticas o vítreas para mejorar su aspecto. Esto mejora en gran medida su aspecto (es decir la estética) pero introduce un posible fallo llamado “chipping” o “cracking” que se refiere al desprendimiento por fallas cohesivas de esta cubierta.

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

Métodos para mejorar la adhesión en restauraciones de zirconio: grabado ácido, silanización y arenado en cerámicas ácido resistentes

En las cerámicas ácido resistentes es necesario establecer vías para aumentar la fuerza de adhesión por esto Laura Angelica Hurtado en el artículo *Efectividad de diferentes tratamientos en la adhesión sobre cerámica de zirconio* propone recurrir a las propiedades químicas propias del dióxido de zirconio como exponente principal de este grupo de cerámicas. Por esto bajo la premisa de que el zirconio es soluble en ácido nítrico, y también en ácido clorhídrico, fluorhídrico y sulfúrico si se introduce calor a la reacción, se plantea la posibilidad de utilizar grabado

ácido y otros tratamientos con tal de mejorar la adhesión mecánica en este tipo de restauraciones. Según Hurtado y los resultados de sus experimentos el grabado con ácido nítrico 0.5 por 5 minutos produce tan buenos resultados como los obtenidos al realizar el tratamiento con ácido fluorhídrico, por lo que lo recomienda como una buena alternativa para uso en la clínica dental. Una situación similar sucedió con el ácido sulfúrico mostrando unos resultados ligeramente menores.

Dentro de la investigación elaborada por Hurtado y col. se analizaron muestras de zirconio sometida a diversos tratamientos y zirconio sin tratamientos, cerámica feldespática y metal - porcelana. Al examinar los valores promedio del zirconio sin tratamiento de silano con los del zirconio tratado con silano no se observan diferencias significativas entre los grupos. Esto comprueba que no hay interacción química ni de los silanos usados (Monobond Plus – Ivoclar, Relyx Primer -3M), ni del nuevo primer para zirconio de Ivoclar (Metal/Zirconia Primer). En la investigación de Hurtado, comparan sus resultados con la anterior información planteada por otros autores, asegurando que la cerámica de zirconio no responde a los procedimientos de silanización como otras cerámicas que reaccionan a los agentes acopladores de silano. Y aunque este no afectó negativamente la adhesión, la investigación condujo a asumir que el silano no fue efectivo.

Dentro de los estudios citados por Hurtado se menciona el uso de un sistema de arenado con partícula de óxido de aluminio de 50 micrones que otorga muy buenos resultados adhesivos, sin embargo existen autores que sugieren que el arenado podría ser dañino por la creación de microfracturas en la cerámica de zirconio que reducen su resistencia (hasta un 20 a 30%), más aún no se comparan

los efectos del arenado variando la presión ejercida sobre el material. Kern disminuyó la presión del arenado 0.05 – 0.25 Mpa y lo combinó con el uso de primers obteniendo valores considerablemente mayores comparados con los no arenados.

Hurtado concluye que al comparar la resistencia media de unión al corte entre los grupos de zirconio, se observa que la cerámica tratada con los ácidos (fluorhídrico, sulfúrico y nítrico) tuvieron valores superiores comparado al grupo tratado únicamente con silano, con una diferencia estadísticamente significativa. Además se observó con los diferentes tratamientos superficiales un mejor comportamiento y mayor homogeneidad en las cerámicas cementadas con Rely X U100 (3M) que el Multilink (Ivoclar) con una diferencia estadísticamente significativa.

Las estructuras cerámicas requieren de diferente medios cementantes según su composición. Es muy importante conocer si dicha estructura debe ser cementada convencionalmente o si requiere del cementado adhesivo para lograr el éxito de la restauración. La elección del agente cementante y el cumplimiento de los protocolos de cementado son decisivos en el éxito y la longevidad de las restauraciones.

De acuerdo con Lee y col , la adhesión adecuada entre las restauraciones y los dientes es uno de los principales factores de restauración, es por esto que para una adhesión adecuada se debe elegir un cemento que proporcione enlaces sostenibles con diferentes materiales, suficiente compresión y resistencia a la

tracción, humectabilidad y resistencia a la disolución en la cavidad oral. Dentro de los tipos de cemento se encuentran: cemento de fosfato de zinc (ZPC), cemento de poli carboxilato, ionómero de vidrio Cemento, cemento de ionómero de vidrio modificado con resina (RMGIC) y cemento de resina.

Por otra parte, Lee menciona que las demandas de restauraciones totalmente cerámicas han ido en aumento, ya que los tratamientos dentales estéticos son cada vez más necesarios, especialmente, la zirconia es ampliamente utilizado basado en la tecnología CAD / CAM, lo que mejora el proceso y nivel de precisión. Dado que la zirconia tiene una alta resistencia, puede ser cementado utilizando un típico ZPC o RMGIC. Sin embargo, cuando se utilizan cementos de resina, la fuerza a las restauraciones mejora, el sellado marginal, y la resistencia a la fractura de las restauraciones aumenta. Para aumentar las resistencias de unión entre los cementos de resina y la zirconia, los estudios en los tratamientos se ha aplicado el grabado ácido en la superficie del zirconio con lo cual se han intentado mejorar la retentividad micromecánica, pero el grabado con ácido fluorhídrico no tuvo éxito porque la zirconia es una estructura policristalina. El arenado se usó para mejorar las fuerzas de unión mecánica y se determinó que han contribuido a mejorar la fuerza de unión. Otro método para aumentar las fuerzas de unión es el tratamiento con silano, que mejora la vinculación de los agentes de acoplamiento.

En la actualidad, no existe consenso sobre el mejor protocolo de adhesión a zirconio que se utilizan en odontología; lo cual es importante determinar para restauraciones en las que la retención mecánica es deficiente. Por lo tanto se mencionarán ciertas pruebas practicadas al zirconio y agentes cementantes.

De acuerdo con Özcan & Bernascon, dentro de una revisión sistemática con respecto a la adhesión a la zirconia, realizaron estadística descriptiva y las frecuencias de los estudios de parámetros, medias, desviaciones estándar, intervalos de confianza (IC del 95%, sin corregir y corregir), mediana de valores y rangos intercuartiles (IQR) se calcularon para los distintos niveles como: métodos de acondicionamiento superficial (control, físico-químico, físico, químico), cementos (bis-GMA-, MDP-, cementos de resina a base de 4-META, cementos autoadhesivos, ionómero de vidrio), envejecimiento con y sin termociclado (TC), y los métodos de prueba (*macroshear*, *microshear*, macrotensil, y microtensil). Destacaron que la adherencia de los cementos está significativamente influenciada por el acondicionamiento superficial, el tipo de cemento, el método de prueba y la condición de envejecimiento. Después del método de acondicionamiento físico, el cemento basado en monómeros MDP presentó los mayores valores de adhesión en comparación con los de otros cementos de resina utilizando el macrotensil o microtensión. Con base en los resultados de esta revisión sistemática, el aumento de la adhesión se podía esperar después del acondicionamiento físico-químico de zirconia. Los cementos de resina a base de MDP tienden a presentar resultados más altos que los de otros tipos de cemento cuando se ensayan mediante pruebas de macro y microtensión.

Por otra parte se ha evaluado la fuerza después de un envejecimiento artificial, de los enlaces de resina – zirconio producido por métodos disponibles en práctica dental, es por esto que Bömicke et al (2016) utilizaron muestras de ensayo estandarizadas que consisten en cilindros de resina compuesta cementadas con

Y-TZP, los discos se asignaron a 24 grupos (n = 20 por grupo) la superficie de los discos se acondicionó con adhesivo (cemento + primer específico del fabricante). Los métodos de acondicionamiento fueron: ninguno (control), partículas de abrasión (50- μm Al_2O_3 en 0,05, 0,10, o 0,25 MPa), o revestimiento de sílice triboquímico (Rocatec o CoJet). Panavia 21 + Clearfil Primer cerámico, Multilink Automix + Monobond Plus, BiFix QM + Enlace cerámico, o RelyX Ultimate + Scotchbond Universal se utilizaron para la cementación. Los especímenes se almacenaron en agua a 37°C durante 3 días o durante 150 días en conjunción con 37.500 termociclos antes de someterse a un ensayo de tracción (velocidad de la cruceta: 1 mm / min).

Según los resultados obtenidos el acondicionamiento, el cemento, el envejecimiento y todas sus interacciones afectan significativamente la fuerza de unión. Después del almacenamiento en agua durante 3 días, las resistencias de unión oscilaron entre 4 y 45 MPa (los valores fueron más bajos en el BiFix QM). Después del envejecimiento a largo plazo, se obtuvieron los mejores resultados para muestras de zirconia recubiertas con sílice (Rocatec), zirconia simple cementada con Panavia 21 / Clearfil Ceramic Primer; este fue el único grupo para el cual las fuerzas de enlace eran > 10 MPa. El fracaso prematuro del enlace resina-cerámica se observó normalmente durante el envejecimiento a largo plazo, con la única excepción fue de los grupos no control, cementados con Panavia.

Debido a lo anterior la mayoría de las estrategias de unión no fueron las adecuadas con la zirconia, con resistencia aceptable después del envejecimiento

a largo plazo y sería poco prudente basarse únicamente en la adhesión para la retención de las restauraciones cementadas con Y-TZP.

Bielen et al (2015) realizaron otro tipo de pruebas en las cuales utilizaron IPS e.max ZirCAD (Ivoclar Vivadent) los bloques fueron asignados aleatoriamente a uno de los 4 grupos: (1) mantenida en estado sinterizado (control), (2) arenada con 50-pm Al_2O_3 (Danville), o usando arenado de sílica triboquímica (3) CoJet (3M ESPE) y (4) SilJet (Danville). Se añadieron los especímenes de zirconia pretratado químicamente utilizando 10-MDP / primer cerámico de silano (Clearfil Ceramic Primer, Kuraray Noritake). Se unieron dos bloques de zirconia tratados previamente de forma idéntica usando cemento resina-compuesto (RelyX Ultimate, 3M ESPE). Los especímenes se recortaron en la interface a una forma de reloj de arena cilíndrica y se almacenaron en disolventes destilados Agua (7 días, 37 ° C), después de lo cual se sometieron a pruebas aleatorias o se sometieron a un envejecimiento mecánico adicional que implica una tensión de tracción cíclica (10 N, 10 Hz, 10.000 ciclos).

El análisis Weibull reveló los más altos parámetros de esta escala, cuando el zirconio era arenado con sílica triboquímica, usando CoJet o SilJet. El parámetro de Weibull de Al_2O_3 arenado de Zirconio, se redujo significativamente en el envejecimiento mecánico, pero no cuando el zirconio fue arenado con sílice triboquímico.

Por lo tanto la forma residual de la superficie pre-tratada de la zirconia utilizando el arenado de sílice triboquímico (CoJet, SilJet) dió como resultado la durabilidad

de unión más favorable de un cemento compuesto de resina (RelyX Ultimate) a zirconia dental antes y después del envejecimiento.

Silanos y agentes de acople

Los silanos son moléculas bifuncionales que unen dióxido de silicio con grupos OH de la superficie cerámica. También poseen un grupo funcional que polimeriza con la matriz orgánica de la resina. Es por esto que, según el artículo de Blatz, la adición de silano a una superficie cerámica pretratada proporciona enlaces químicos covalentes y puentes de hidrógeno.

Por otra parte los agentes de acople del silano usualmente contienen el agente de acople y un ácido débil que promueve la formación de uniones de siloxano.

Otro beneficio de la silanización es que aumenta la humectabilidad de la superficie cerámica.

Lacy et al realizaron estudios en donde se analizó un arenado de superficie con macropartículas de sílice a cerámica y no se encontró retentividad, excepto cuando fue usado con un agente de unión del silano. Algunos silanos que contenían ácidos carboxílicos proveyeron suficiente fuerza de adhesión, aún sin grabado con HF, fue exitoso después de grabado con ácido fosfórico. Por otra parte Núñez menciona que Sorensen y sus colaboradores demostraron que el grabado y la silanización disminuyen considerablemente la micro filtración.

Los contaminantes orgánicos residuales podrían disminuir las fuerzas de adhesión por lo que se recomienda removerlas antes de la aplicación del sistema adhesivo preferiblemente con ácido fosfórico o solventes (acetona-alcohol).

Los primers de silano pueden ser categorizados en 3 grupos: no hidrolizados (primer silano líquido), prehidrolizados y 2 o 3 primer silano líquido.

Usualmente los agentes de acople del silano contienen altos niveles de solventes. Se debe ser riguroso en el cuidado pertinente para los silanos de una sola botella ya que estos tienen una vida media limitada y son susceptibles a la evaporación rápida del solvente e hidrolización, haciendo la solución inservible. Uno de los signos para reconocer cuando esto haya sucedido es observar una fase lechosa o acuosa.

Muchos sistemas adhesivos promocionan contar con silanos dentro de su composición (Clearfil Porcelain Bond Activator and Clearfil SE Bond; Kuraray, Osaka) y ser aplicado en un solo paso, sin embargo el silano se mezcla con los componentes del sistema adhesivo y su estructura química no es igual por lo que sería preferible que estos no intercambiaran componentes que posiblemente no sean compatibles.

III. CAPÍTULO: MÉTODOS DEL TRABAJO

Para la parte experimental de esta investigación se estableció un método en el cual se pudiera evaluar únicamente la efectividad de la variable que en este caso es el silano. Se probó cuatro silanos (Fig 1.) de diferentes casas comerciales: Bis Silane™ de casa comercial BISCO, Silane de la casa Ultradent®, Monobond de la casa comercial Ivoclar Vivadent® y Clearfil™ Ceramic Primer de la japonesa Kuraray.



Figura 1. Silanos: Bis-Silane, Silane, Monobond-S, Clearfil Ceramic Primer.

Dos tipos de cerámicas se pusieron a prueba Emax Press® (Disilicato de Litio) y ZirCAD® (Zirconia) ambas de la casa comercial Ivoclar Vivadent®.

Se usó 80 muestras rectangulares, con medidas de 5 mm ancho, 10mm de largo y 3mm de alto, de cada una de las cerámicas anteriormente mencionadas, es importante aclarar que cada una de estas muestras fue sinterizada según las instrucciones del fabricante previo al inicio de la etapa experimental. Cada grupo se dividió en dos sub grupos de 40 ejemplares, es decir, se contaba con dos grupos de 40 muestras de Emax Press y con otros dos grupos de 40 muestras de

ZirCAD. Cada muestra de cerámica fue embebida en cilindros de acrílico autopolimerizable dejando una superficie descubierta. Cada una de estos cilindros, fue pulido en el lado del cual la muestra de cerámica tenía su superficie expuesta utilizando lija de agua número 400.

En cuanto al tratamiento de superficie de las cerámicas, un sub grupo de cada cerámica fue grabado con ácido fluorhídrico (HF) al 9.0% por 20 segundos, mientras el otro grupo de cada cerámica fue arenada con partículas de 50µm de óxido de aluminio.

Una vez cumplido el tratamiento de superficie cada subgrupo (n=40) se dividió en cuatro grupos de 10 elementos (Fig 2.) cada uno. Cada grupo nuevo (n=10) recibió uno de los silanos que se probó.

Se fabricó 160 cilindros de resina Brilliant™ de Coltene de 2mm de diámetro por 3mm de alto. Los 160 cilindros fueron cubiertos con dos capas de adhesivo Tetric® N-Bond de la casa comercial Ivoclar Vivadent®. Y cementados a cada una

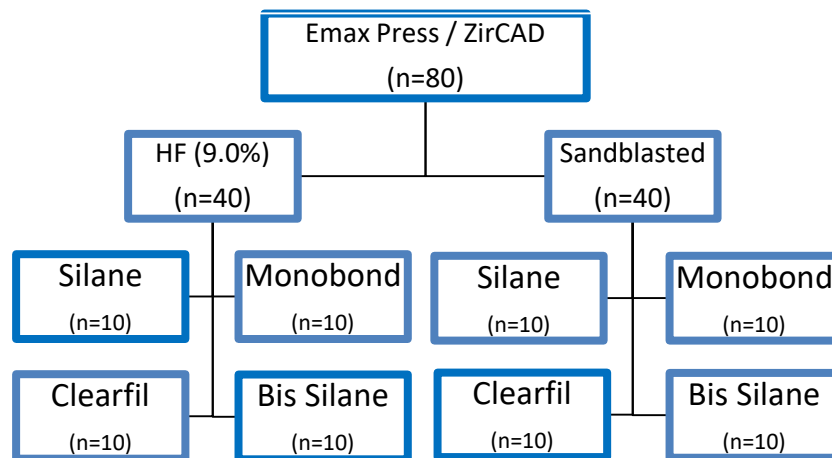


Figura 2. Diagrama de muestras.

de las muestras de cerámica utilizando Variolink® II también de la casa comercial Ivoclar Vivadent®. A cada uno de los 160 cilindros de resina se les aplicó una fuerza compresiva de 500g y se les removió el exceso de cementos antes de fotocurar por 20 segundos utilizando una lámpara de fotocurado marca Gnatus con luz led que genera una intensidad de 1200 mW/cm².

Una vez realizado lo anterior se mantuvo todas las muestras cerámicas con los cilindros de resina cementados en una incubadora durante 7 días a 37.5 °C, con una humedad relativa del 100%.

Transcurridos los 7 días correspondientes al periodo de incubación se procedió a fallar las muestras sometiéndolas a una prueba de fuerza en cizalla. Se utilizó la máquina de pruebas universales, Tinius Olsen H10k-S, a una velocidad de 0.1cm/min. Los resultados de cada una de la pruebas fueron almacenados en MPa. Los datos obtenidos de las pruebas efectuadas fueron sometidos a un análisis de varianza de tres vías con significancia del 0.05. De igual manera los promedios fueron empleados en el Test HSD de Turkey con un nivel de significancia del 0.05, el mismo utilizado en el análisis de varianza.

IV. CAPÍTULO: DESARROLLO

4.1. Resultados

Los medios y la desviación estándar en MPa se muestran en la tabla. Hubo una diferencia estadística entre los silanos. Para el disilicato de litio, el grabado produce un SBS más alto que el arenado, según lo recomendado por el fabricante. El arenado produce un SBS más alto en Zirconia para todos los silanos, excepto Silane de Ultradent Prods.

	<i>Emax Press®</i>		<i>Zir CAD®</i>	
	<i>SandBlasted (MPa)</i>	<i>9.0% HF (MPa)</i>	<i>SandBlasted (MPa)</i>	<i>9.0% HF (MPa)</i>
BIS-SILANE	44.8(10.3)	42.8(10.8)	24.5(4.7)	19.2(6.0)
SILANE	13.9(3.8)	42.1(9.0)	39.2(8.5)	40.4(12.9)
MONOBOND	37.0(8.5)	53.0(6.0)	37.4(9.1)	23.4(5.3)
CLEARFIL CP	21.7(4.9)	41.3(5.6)	47.5(8.4)	31.0(7.8)

Tabla 1. Resultados experimentales de los Silanos sometidos a prueba.

4.2. Discusión

Basados en los resultados obtenidos, se observó como el disilicato de litio obtuvo mayor adhesión vs el zirconio, tanto para arenado como para grabado.

Según la literatura de Caparroso Pérez, Carlos et al, esta unión se explica cuando el ácido fluorhídrico ataca la fase vítrea y forma una superficie retentiva para una adhesión micromecánica y el silano, como agente de unión, promueve un enlace químico entre la sílice del disilicato de litio y los grupos metacrilato del cemento de resina.

Wang H, en su investigación también demostró que el arenado mecánicamente incrementa el crecimiento de fisuras superficiales y defectos persistentes y reduce la resistencia y el pronóstico a largo plazo de las estructuras de zirconio.

Esta teoría es apoyada por otros investigadores como Zhan, y Thompson quienes también han demostrado que el arenado mecánicamente asiste el crecimiento de fisuras y defectos superficiales reduciendo la resistencia y el pronóstico final de la restauración.

De acuerdo con el fabricante de EMAX el arenado con óxido de aluminio no está indicado en esta cerámica, sino más bien debemos grabar la superficie con ácido fluorhídrico al 5% durante 20 segundos para crear retenciones en el interior de la porcelana. El grabado ayuda a la retención con el adhesivo y cementos resinosos de tal magnitud, que es posible elaborar carillas, grabarlas y

cementarlas con la retención suficiente para que estas se unan a la estructura dental de manera permanente.

Según nuestros resultados ambas cerámicas, tienen mayor adhesión cuando son grabadas previamente que cuando son arenadas solamente.

En cuanto al tipo de silano, en nuestro estudio no obtuvimos una diferencia estadística significativa con los 4 silanos utilizados. Sin embargo, vemos como el monobond tiene mejores resultados con 37 MP, apenas 5MP más arriba que los otros tres. Sabemos que el silano al ser una molécula bifuncional, le permite acoplarse a partículas orgánicas como inorgánicas. Por lo anterior, es esperable que la porción órgano funcional de la partícula de silano se una con la resina que posea mayor carga orgánica, en este caso la resina de cementación, al haber utilizado un mismo cemento resinoso con los cuatro silanos, no hubo mayor diferencia.

De acuerdo con Cagri Ural, los silanos disminuyen la tensión superficial de un sustrato, aumentando su energía superficial, haciéndola accesible para una unión efectiva. Por lo tanto, una matriz hidrofóbica como la resina puede adherirse a superficies hidrofílicas tales como sílice, vidrio y vitrocerámica, mientras que los extremos monoméricos de las moléculas de silano reaccionan con los grupos de metacrilato de las resinas adhesivas por medio de un proceso de polimerización de radicales libres.

4.3. Conclusiones

- Después de sometidas a fuerzas de cizalla, la adhesión es mayor en porcelanas derivadas de disilicato de litio que en porcelanas de zirconio.
- El mejor tratamiento que se le da a la superficie interna de la porcelana, resultó ser el grabado con ácido fluorhídrico al 5% durante 20 segundos, tanto para disilicato de litio como para el zirconio.
- No existe diferencia estadísticamente significativa en la adhesión que se logra con distintos silanos, tanto en las muestras grabadas como arenadas, ni para el disilicato ni para el zirconio.

V. CAPÍTULO: PARTE FINAL

5.1. Cronograma de actividades

Fecha	Actividad	Recursos	Responsables	Evaluación del director	Evaluación del grupo
3-3-17	1. Explicación del proyecto. 2. Entrega de fechas importantes. 3. Asignación de responsabilidades. 4. Instrucciones básicas.	Oficina del Dr. Lafuente	David Lafuente Raquel Chinchilla Yuliana Jiménez Mario Zúñiga Melissa Zamora		
24.3.17	Se nos entregaron los materiales para trabajar.		David Lafuente Raquel Chinchilla Yuliana Jiménez Mario Zúñiga Melissa Zamora		
14-4-17	Búsqueda de artículos y lectura.	Lab. Proyecto macro	David Lafuente Raquel Chinchilla Yuliana Jiménez Mario Zúñiga Melissa Zamora		
21.4.17	Preparación de porcelanas, pulido de superficies con lija de agua	Lab. Proyecto macro	David Lafuente Raquel Chinchilla Yuliana Jiménez Mario Zúñiga Melissa Zamora		
28.4.17	Preparación de porcelana		David Lafuente Raquel Chinchilla Yuliana Jiménez		

	s, pulido de superficies con lija de agua		Mario Zúñiga Melissa Zamora		
12-5-17	Elaboración del marco teórico	Biblioteca de Salud	David Lafuente Raquel Chinchilla Yuliana Jiménez Mario Zúñiga Melissa Zamora		
19-5-17	Elaboración de cilindros de resina	Lab.Proyecto Macro	David Lafuente Raquel Chinchilla Yuliana Jiménez Mario Zúñiga Melissa Zamora		
26-5-17	Elaboración de cilindros de resina	Lab.Proyecto Macro	David Lafuente Raquel Chinchilla Yuliana Jiménez Mario Zúñiga Melissa Zamora		
9-6-17	Elaboración de cilindros de resina	Lab.Proyecto Macro	David Lafuente Raquel Chinchilla Yuliana Jiménez Mario Zúñiga Melissa Zamora		
16-6-17	Se envían a arenar las muestras.	Lab.Proyecto Macro	Yuliana Jiménez		
11-8-17	Colocación de los silanos, se deja en incubadora.	Lab.Proyecto Macro	David Lafuente Raquel Chinchilla Yuliana Jiménez Mario Zúñiga Melissa Zamora		
18-8-17	Se sacan las muestras, y se fallan.	Lab.Proyecto Macro	David Lafuente Raquel Chinchilla Yuliana Jiménez Mario Zúñiga Melissa Zamora		
25-8-17	Se liján las superficies de las muestras y se	Lab.Proyecto Macro	David Lafuente Raquel Chinchilla Yuliana Jiménez Mario Zúñiga Melissa Zamora		

	envían a arenar.				
1-9-17	Colocación de los silanos, se deja en incubadora a las segundas muestras.	Lab. Proyecto Macro	David Lafuente Raquel Chinchilla Yuliana Jiménez Mario Zúñiga Melissa Zamora		
8-9-17	Se fallan los resultados de las segundas muestras.	Lab. Proyecto Macro	David Lafuente Raquel Chinchilla Yuliana Jiménez Mario Zúñiga Melissa Zamora		
29-9-17	Se realiza estadística y tablas comparativas.	Oficina del Dr. Lafuente	David.Lafuente		
13-10-17	Se elabora el póster.	Biblioteca de Salud	David Lafuente Raquel Chinchilla Yuliana Jiménez Mario Zúñiga Melissa Zamora		
13-10-17	Elaboración de resultados y discusión.	Biblioteca de Salud	David Lafuente Raquel Chinchilla Yuliana Jiménez Mario Zúñiga Melissa Zamora		
Mes de Octubre.	Se da formato al trabajo escrito.	Biblioteca de Salud	David Lafuente Raquel Chinchilla Yuliana Jiménez Mario Zúñiga Melissa Zamora		

5.2. Factores Facilitadores y Dificultades

5.2.1. Facilidades

- Laboratorio que cuenta con la maquinaria necesaria para el proyecto.
- Aporte de los materiales utilizados por parte del profesor encargado, para realizar todas las pruebas necesarias.

5.2.1. Dificultades

- Poca disponibilidad de horarios por parte de los integrantes del proyecto, debido a la presencia de algunos de ellos en externado clínico.
- Poco conocimiento sobre el manejo de la maquinaria presente en el laboratorio.

5.3. Referencias bibliográficas

- Hurtado FL, Calvo RJN. Efectividad de diferentes tratamientos en la adhesión sobre cerámica de zirconia. *Acta Odontol Col* (2012); 2(1).p87-100.
- Álvarez FM, PeñaLJM, González GIR, Olay GM. Características generales y propiedades de las cerámicas sin metal. *RCOE*. 2003 Oct;8(5):525-46.
- Bömicke W, Schürz A, Krisam J, Rammelsberg P, Rues S. Durability of Resin-Zirconia Bonds Produced Using Methods Available in Dental Practice. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2016 Jan 1;18 (1).
- Bielen V, De Munck J, Zhang F, Vanmeensel K, Minakuchi S, Vleugels J, Naert I, Van Meerbeek B. Bonding Effectiveness to Differently Sandblasted Dental Zirconia. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2015 May 1;17 (3).
- Corts JP, Abella R. Protocolos de cementado de restauraciones cerámicas. *Actas Odontológicas*. 2016 Mar 18;10 (2):37-44.
- Caparroso,C et al. Evaluación in vitro del efecto de la concentración y el tiempo de aplicación del ácido fluorhídrico sobre la adhesión del disilicato de litio. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* [online]. 2014, vol.26, n.1, pp.62-75. ISSN 0121-246X.
- Corral C, Bader M, Astorga C. Estudio Comparativo in vitro del Grado de Sellado Marginal Obtenido en Restauraciones Indirectas de Resina Compuesta Cementadas con Cemento Autoadhesivo y Cemento con Sistema Adhesivo de Grabado y Enjuague. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*. 2009;2(1):10-15.

- Curtis AR, Wright AJ, Fleming GJ. The influence of surface modification techniques on the performance of a Y-TZP dental ceramic. *Journal of dentistry*. 2006 Mar 31;34(3):195-206.
- Garboza CS, Berger SB, Guiraldo RD, Fugolin AP, Gonini-Júnior A, Moura SK, Lopes MB. Influence of Surface Treatments and Adhesive Systems on Lithium Disilicate Microshear Bond Strength. *Brazilian dental journal*. 2016 Aug;27(4):458-62.
- Guzmán HJ. Protocolos para la cementación adhesiva de restauraciones cerámicas: una revisión actualizada 2013. *Fundación Universitaria UniCIEO*. 2013:106-12.
- Kamada K, Yoshida K, Atsuta M. Effect of ceramic surface treatments on the bond of four resin luting agents to a ceramic material. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1998 May 31;79(5):508-13
- Lee SE, Bae JH, Choi JW, Jeon YC, Jeong CM, Yoon MJ, Huh JB. Comparative shear-bond strength of six dental self-adhesive resin cements to zirconia. *Materials*. 2015 Jun 5;8(6):3306-15.
- Martínez RF, Pradíes RG, Suárez GM, Rivera GB. Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. *RCOE*. 2007 Dec;12(4):253-63.
- Nakayama D, Koizumi H, Komine F, Blatz MB, Tanoue N, Matsumura H. Adhesive bonding of zirconia with single-liquid acidic primers and a tri-n-butylborane initiated acrylic resin. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2010 Jul 1;12(4).

- Özcan M, Bernasconi M. Adhesion to zirconia used for dental restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Adhes Dent.* 2015 Feb;17(1):7-26.
- Blatz, M. Dent, a Avishani Sadan, and Kern, M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosth Dent.* 2003. 89(3): 268- 354.
- Núñez, T. Peña, M. Mongruel, O. Domínguez, J. Efecto del silano precalentado en la resistencia de unión de las cerámicas de disilicato de litio y cementos. (2014) *CES odontología* 27(1).p11-17
- Kussano, M. Bonfante, G. Gilmar, J. Nogueira, H. Evaluation of shear bond strength of composite to porcelain according to surface treatment. 2003 *Braz.Dent.J:*14(2).
- Wang H, Aboushelib M, Feilzer A. Strength influencing variables on CAD/CAM zirconia frameworks. *Dental Materials.* 2008;24(5):633-638.
- Zhang Y, Lawn B, Rekow E, Thompson V. Effect of sandblasting on the long-term performance of dental ceramics. *Journal of Biomedical Materials Research.* 2004;71B (2):381-386.

5.4. Anexos

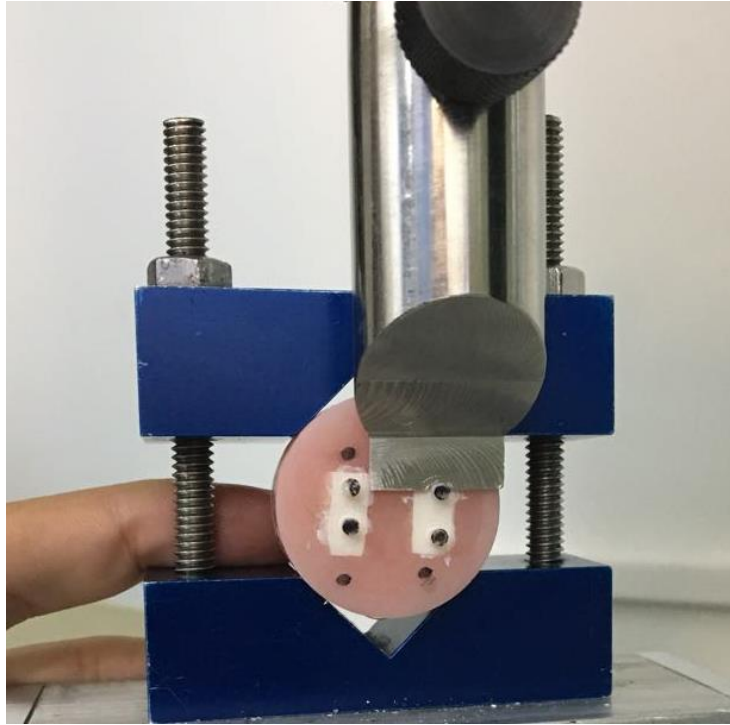


Figura 3. Prueba de falla en máquina Tinius Olsen H10k-S. Ajuste de muestra.

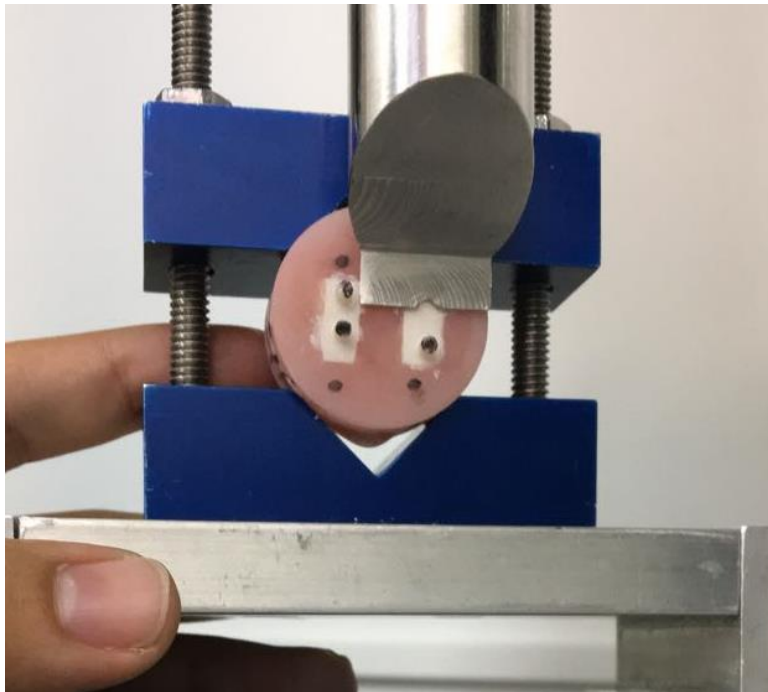


Figura 4. Prueba de falla en máquina Tinius Olsen H10k-S. Momento en el que falla la muestra a la aplicación de la fuerza vertical.



Figura 5. Falla de muestras. Máquina Tinius Olsen H10k-S.



Figura 6.. Monitor de máquina Tinius Olsen H10k-S.