



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA ADHESIVA
ENTRE EL POSTE DE FIBRA DE VIDRIO Y EL
MUÑÓN DE RESINA UTILIZANDO DIFERENTES
TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE

Tesis para obtener el Título de Cirujano Dentista

Sayuri Jhamine Dominguez Cárdenas

Lima - Perú

2016

ASESOR

Esp. Mg. Diana Esmeralda Castillo Andamayo

Departamento de Odontología Social

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Descripción, fabricante y composición de los materiales utilizados en este estudio.	50
Tabla 2.	Medidas de tendencia central y dispersión (MPa) según tipo de material	28
Tabla 3.	Supuesto de Normalidad e Igualdad de Varianzas	30
Tabla 4.	Análisis de Varianzas ANOVA de un factor para muestras independientes	31
Tabla 5.	Comparaciones múltiples	32

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Gráfico representativo de la reacción de acoplamiento de la interface poste de fibra-resina. Tomado de Monticelli F, Osorio R, Sadek FT, Radovic I, Toledano M, Ferrari M. Surface treatments for improving bond strenght to prefabricated fiber posts: A literature review. Operative Dentistry. 2008; 33(3): 346-55.	43
Gráfico 2. Media aritmética según tipo de material	29

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. A,B. Aditamento de plástico	50
Figura 2. Modelo de molde de plástico	50
Figura 3. Uso de Calibrador digital Mitutoyo para confección de moldes de plástico	50
Figura 4. A. Postes White Post DC 0.5, FGM, Brasil, de diámetro 1.4 mm y longitud de 19 mm. B. Postes de fibra de vidrio estériles	51
Figura 5. Instrumental estéril	51
Figura 6. A. Silano de dos componentes, Bis-Silane™, Bisco, 0,5 ml. B. Combinación de los dos componentes	51
Figura 7. A-C. Grupo I (Grupo control -) Tratamiento de superficie: Silano (60s)	52
Figura 8. Frasco de Peróxido de Hidrógeno de 30 volúmenes, Farmacia Universal, 1000 ml.	52
Figura 9. A-C. Grupo II (Grupo control +) Tratamiento de superficie: (9%, 10 min)+Silano (60s)	52
Figura 10. A. Lavado con agua desionizada. B. Capa de silano (60s)	53
Figura 11. Jeringa de ácido fosfórico gel al 37% Etch-37™, Bisco, 13g	53

Figura 12.	A-C. Grupo III: Tratamiento de superficie: Ac. Fosfórico (37%,15s)+Silano (60s)	53
Figura 13.	A. Lavado con agua desionizada. B. Capa de silano (60s)	54
Figura 14.	Frasco de solución de Clorhexidina al 2%, FGM, 100 ml	54
Figura 15.	A-C. Grupo IV: Tratamiento de superficie: Clorhexidina (2%,60s)+Silano(60s)	54
Figura 16.	A. Lavado con agua desionizada. B. Capa de silano (60s)	55
Figura 17.	Resina de polimerización dual (LuxaCore Z Dual, A3, DMG, Hamburgo-Alemania)	55
Figura 18.	Lámpara de luz halógena Litex 680 A, Dentamerica	55
Figura 19.	DigiRate Radiometer LM-100 Monitex. LED/Halogen Light Energy & Temperature	56
Figura 20.	A-C. Elaboración del soporte y colocación de postes (parte cónica)	56
Figura 21.	A,B. Polimerización del soporte por 50 segundos en cada lado	56
Figura 22.	Modelo de soporte	57
Figura 23.	A,B. Elaboración del muñón de resina (parte cilíndrica)	57
Figura 24.	Polimerización del muñón de resina por 40 segundos	57
Figura 25.	A,B. Modelo de muestra completa	58

Figura 26.	Rotulación de cada muestra	58
Figura 27.	Máquina de ensayo universal (Zwick/Roell Z2.5 BT1-FR0.5TS.D14, Ulm-Alemania)	58
Figura 28.	A,B. Confección de aditamentos para la máquina de ensayo universal	59
Figura 29.	Colocación de la muestra	59
Figura 30.	Ensayo de tracción hasta la fractura	59
Figura 31.	Resultados del ensayo	60

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

Bis-GMA	:	Bisfenol glicidil metacrilato
MMP	:	Metaloproteinazas
SEM	:	Microscopía electrónica de barrido
UTM	:	Máquina Universal de tracción
GPa	:	Gigapascal
MPa	:	Megapascuales
F/A	:	Fuerza/Área
vol	:	Volumen
	:	Tamaño muestral
	:	Nivel de confianza
	:	Varianza
	:	Error
mW/cm²	:	Megawatt/centímetros cuadrados
ml	:	Mililitros
g	:	Gramos
%	:	Porcentaje
mm	:	Milímetros
um	:	Micrómetro
s	:	Segundos
bar	:	Unidad de presión
cm	:	Centímetros
min	:	Minutos
250x	:	Tipo de magnificación del SEM
hrs	:	Horas

RESUMEN

La calidad de unión entre la superficie del poste de fibra de vidrio y el muñón es esencial para formar un solo núcleo. Si esta unión es afectada, ocasionaría una mala distribución de las fuerzas oclusales. **Objetivo:** Comparar la resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y muñón de resina utilizando diferentes tratamientos de superficie. **Material y métodos:** La resistencia adhesiva se evaluó mediante el método de tracción. El diseño del estudio fue analítico, corte transversal y experimental in vitro. La población estuvo conformada por postes de fibra de vidrio estériles. El tamaño muestral fue de 24 postes; fueron divididos en cuatro grupos según el tratamiento de superficie: Grupo I, control negativo, con silano (60s); grupo II, control positivo, con peróxido de hidrógeno al 9%(30 volúmenes, 10min) seguido de lavado y silano(60s); grupo III y IV, grupos experimentales, con ácido fosfórico al 37%(15s) lavado y silano(60s) y con clorhexidina al 2%(60s) lavado y silano (60s). Luego, se elaboró un muñón para cada poste, la muestra fue colocada en la máquina de ensayo universal. La fuerza de tracción fue recopilada en Mpa. **Resultados:** Se determinó que el grupo silano obtuvo una media de 15,38; peróxido de hidrógeno al 9%+silano 20,28; ácido fosfórico al 37%+silano 17,08; y clorhexidina al 2%+silano 13,44 Según la prueba de Shapiro Wilk, los cuatro grupos presentan distribución normal ($p>0,05$) y siguiendo la prueba de Barlett, se aprobó el supuesto de homogeneidad ($p>0,05$). Mediante la prueba multivariada de ANOVA; se determinó que existe diferencia estadística ($p=0,0194$), al menos, en un par de los cuatro grupos. **Conclusiones:** Existe diferencia estadísticamente significativa entre el grupo de peróxido de hidrógeno al 9%(30 volúmenes, 10 min)+silano(60s) y clorhexidina al 2%(60s)+silano(60s) ($p=0,025$). Siendo el primero, la sustancia con mayor resistencia adhesiva.

PALABRAS CLAVE: Clorhexidina (DeCS), Peróxido de hidrógeno (DeCS), Poste de fibra de vidrio (NLM).

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	2
II.1. Planteamiento del problema	2
II.2. Justificación	3
III. MARCO CONCEPTUAL	4
IV. OBJETIVOS	19
IV.1. Objetivo general	19
IV.2. Objetivos específicos	19
V. HIPÓTESIS	20
VI. MATERIAL Y MÉTODOS	21
VI.1. Diseño del estudio	21
VI.2. Población	21
VI.3. Muestra	21
VI.4. Criterios de selección	21
VI.4.1. Criterios de inclusión	21
VI.4.2. Criterios de exclusión	22
VI.5. Calibración	22
VI.6. Variables	22
VI.7. Técnicas y/o procedimientos	22
VI.8. Plan de análisis	25
VI.9. Consideraciones éticas	25
VII. RESULTADOS	26
VIII. DISCUSIÓN	33
IX. CONCLUSIONES	36
X. RECOMENDACIONES	37
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
ANEXOS	

I. INTRODUCCIÓN

Los postes de fibra de vidrio son comúnmente utilizados hoy en día en el tratamiento posendodóntico de piezas dentarias con insuficiente estructura coronaria teniendo como alguno de sus objetivos formar un solo núcleo en conjunto con la pieza dentaria tratada. Por tanto, es importante la calidad de unión establecida entre la superficie del poste y el muñón.¹⁻⁵

Durante muchos años se ha investigado los procedimientos del tratamiento de superficie en postes de fibra de vidrio los cuales son mecánicos, químicos o la combinación de ambos, encontrando en los primeros la aplicación del peróxido de hidrógeno, silano, ácido fosfórico, entre otros.^{6,7}

Existen diversos factores que puedan afectar la unión del poste al muñón, ocasionando diversas complicaciones con respecto a la distribución de fuerzas oclusales; por lo cual, es importante la elección de un tratamiento de superficie adecuado y lograr éxito en el tratamiento protésico.^{3,8}

El propósito de la presente investigación es evaluar la resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina utilizando diferentes tratamientos de superficie.

II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

II.1. Planteamiento del problema

El poste de fibra de vidrio introdujo un nuevo paradigma en la rehabilitación del diente endodónticamente tratado gracias a sus diversas características, como su bajo módulo elástico (20-28 Gpa) similar a la dentina (18-24 Gpa), sus propiedades estéticas, su fácil remoción, posibilidad de cementado adhesivo y disipación con mayor uniformidad de las fuerzas generadas por la masticación.^{5,6,9-13}

Muchos estudios in vitro han investigado los factores que afectan la retención del poste al conducto, dentro de los cuales están; el diseño, la longitud, el diámetro del conducto y el tratamiento de la superficie del poste. La interacción química que forma la unión entre la fibra de vidrio y el muñón no es suficiente para resistir el estrés oclusal, por lo cual el tratamiento de la superficie del poste de fibra de vidrio es comúnmente utilizado para mejorar la propiedad adhesiva del poste-muñón.^{3,5,13,14}

La ausencia de la interacción química entre la resina basada en metacrilato (ya sea para muñón o agentes cementantes) y la matriz de resina epoxi de los postes de fibra de vidrio representa la débil unión entre el poste y el muñón. Por lo cual se han sugerido diferentes tipos de tratamiento de superficie del poste de fibra de vidrio.^{1-4,6,8,9,14,15} Muchos autores han realizado estudios in vitro con diversas sustancias como peróxido de hidrógeno, silano, ácido fosfórico, en diferentes porcentajes, tiempos y asociaciones entre ellos. Sin embargo, hasta el día de hoy no ha habido ningún consenso acerca del tratamiento más efectivo para una unión óptima entre el poste de fibra-muñón.¹⁶

El propósito de la presente investigación experimental es evaluar la resistencia adhesiva de diferentes tratamientos de superficie: silano, peróxido de hidrógeno 9%, ácido fosfórico 37% y clorhexidina 2% entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el mejor tratamiento de superficie en postes para optimizar la resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina?

II.2. Justificación

La presente investigación tiene importancia teórica y práctica ya que al comparar los diferentes tipos de tratamiento de la superficie del poste de fibra de vidrio podemos incrementar los conocimientos sobre diversas alternativas que mejorarán los tratamientos rehabilitadores; asimismo se conoce que el poste de fibra de vidrio es el de mayor uso por la similitud de su módulo de elasticidad con la dentina, ayudando a que haya una mejor distribución de las fuerzas oclusales a lo largo de la raíz.

Entre las sustancias más utilizadas para el tratamiento de los postes encontramos al peróxido de hidrógeno, el cual ha sido comparado con diversas sustancias a excepción de la clorhexidina; este último en la literatura actual hace referencia de ser un agente que mejora la adhesión con la resina. Por tanto se le atribuye al presente estudio la importancia práctica-clínica ya que ayudará al profesional a contar con la información necesaria para saber discriminar el uso de diversas sustancias en el acondicionamiento del poste de fibra de vidrio, facilitando así la mejor elección de la misma (aquel que le brinde mayor resistencia adhesiva) en su práctica odontológica.

III. MARCO CONCEPTUAL

La odontología restauradora ha experimentado diversos cambios a lo largo de los años, durante los cuales se han reportado muchos casos de fracturas en dientes con postes con tratamiento de conducto previo. En estos casos se observó que la rigidez del material utilizado afectaba directamente a los tejidos radiculares residuales. De modo tal, que materiales de alto módulo elástico no son capaces de absorber y disipar de manera adecuada las tensiones; lo contrario sucede con los materiales más flexibles.^{6,17} Dados estos problemas, en la década de los 90 surgen los primeros postes de resina reforzada con fibras de carbono, más adelante los de fibra de vidrio y cuarzo.¹⁸⁻²²

Historia

El tratamiento de conductos tiene consecuencias relevantes para la pieza dentaria endodónticamente tratada, provocando una reducción de la resistencia dentaria.^{10,19,21}

Scotti y Ferrari¹⁹ hicieron referencia que desde la propuesta de Fauchard, el poste muñón colado fue considerado como la mejor técnica de reconstrucción del diente hasta 1980 ya que otorgaba una adaptación precisa a la preparación endodóntica. Sin embargo, diversos estudios clínicos demostraban un importante porcentaje de fracasos irreversibles como la fractura de la raíz de soporte, descementado de corona debido a la escasa retención del poste y las corrosiones metálicas.²⁰

Medina et al²³ hicieron referencia que Duret, en 1988, sugirió que un poste ideal debería tener un módulo de elasticidad semejante al de la raíz e innovó con el uso de los postes de fibra de resina epoxi reforzados con fibras de carbono. Sin embargo, fue Lovell el que por primera vez propuso el uso de fibras de carbono en 1983. Debido a las exigencias estéticas, se introdujo los postes de fibra de carbono recubierta con fibras de cuarzo blancas clasificados como postes híbridos. Posteriormente, aparecieron los postes completamente de fibra de cuarzo y de vidrio.^{18,20,24}

Postes

El material que reemplaza al diente despulpado tiene una rigidez que difiere mucho del tejido pulpar, el cual es, básicamente tejido conectivo.²¹ Debido a esto, es difícil devolver la resistencia al diente tratado endodónticamente y más aún si la pieza no cuenta con suficiente remanente dental.²⁴⁻²⁶

Las investigaciones han revelado que el objetivo del poste, independientemente del material, no es reforzar la estructura radicular residual como se pensaba antes, sino permitir la reconstrucción del muñón protésico coronario.^{18,19,27} Sin embargo, se ha encontrado que esta reconstrucción tiene mayor riesgo de fractura que un diente vital.²⁸ Debido a estas complicaciones, las investigaciones se concentraron en los materiales de postes, apareciendo los postes de fibra de vidrio como una buena opción.^{1-4,6,28}

Factores para la elección de poste

En las restauraciones con cerámica es recomendable el uso de poste de fibra de cuarzo ya que éstos resaltan la translucidez de la cerámica. La ventaja del uso de los postes de fibra de cuarzo o de vidrio es que tienen propiedades estructurales y características estéticas satisfactorias. Además, estos pueden ser cementados con diferentes tipos de cementos.^{10,19}

Respecto a la forma del poste, se debe tener en cuenta la conservación del tejido dentario remanente, el cual define la preparación del conducto. Ya que la polimerización del cemento continúa hasta después de preparado el muñón, este debe ocupar el mínimo espacio posible, siendo la mayor parte de la preparación ocupada por el poste.^{9,19}

Ley et al.¹⁸ hacen referencia que Lawrence presenta ciertas características necesarias para la preparación de un poste:

Extensión longitudinal

Scotti y Ferrari¹⁹ hicieron referencia que Shillinburg y Kessler fueron quienes propusieron las características ideales de un poste muñón. Este debe ser $\frac{2}{3}$ de la longitud radicular total del remanente dental, $\frac{1}{3}$ de su diámetro y en el ápice debe quedar un remanente de 4mm del material obturador. Además, se debe tener en consideración, que en piezas dentarias con pérdida de soporte óseo, el poste debe tener la misma extensión longitudinal que la mitad del soporte óseo de la raíz. Teniendo en cuenta estas características se garantiza la permanencia de la prótesis, ya que se evita la concentración de estrés en zonas específicas y fracturas, logrando una distribución uniforme de las fuerzas oclusales a lo largo de toda la superficie radicular externa.^{10,18,20}

Inclinación de las paredes

La preparación del conducto debe seguir la inclinación del conducto previamente ensanchado por el tratamiento endodóntico. Estas paredes deben ser paralelas para evitar el efecto cuña sobre la raíz el cual favorecería una posible fractura.^{9,20}

Diámetro del poste

Como se mencionó anteriormente, el diámetro del poste debe ser $\frac{1}{3}$ del diámetro total de la raíz. Este diámetro es importante para lograr una buena retención de la restauración.^{9,18,20}

Materiales y tipos de poste

Scotti y Ferrari¹⁹ hicieron referencia que Dallari propuso una clasificación de tipos de postes basada en el modo de reconstrucción de la pieza dentaria: postes metálicos con retención intrínseca, pasiva y postes pasivos no metálicos.

Los primeros son los postes metálicos que están en íntimo contacto con la preparación dentaria. Los postes metálicos con retención pasiva son los postes con sistemas de retención metálica y los postes-muñón cementados con técnica adhesiva. La última clasificación hace referencia a los sistemas de retención intraconducto no metálicos, los postes de cerámica y los de resina reforzados con fibras.¹⁰

Actualmente, la clasificación es según el sistema de retención y restauración de un diente endodónticamente tratados:

- a) Postes muñón metálicos cementados pasivamente
- b) Postes preformados cementados pasivamente asociados a la reconstrucción coronaria.¹⁹

Hoy en día, los profesionales cuentan con dos tipos de sistemas de poste-muñón para la rehabilitación del canal radicular y la retención para la prótesis: poste colado metálico y los postes prefabricados. Dentro de los últimos hay una diversidad de tamaños, formas y materiales, siendo los postes de fibra de vidrio uno de los más usados en la actualidad, por su excelente estética, fácil colocación y remoción, adecuada resistencia mecánica y buena relación costo beneficio.^{29,30}

Los postes de fibra están compuestos con finas fibras pretensadas colocadas de manera unidireccional, estas fibras pueden ser de carbono, vidrio o cuarzo. La desventaja de los postes de fibra de carbono fue que no cumplía con los requisitos para una restauración estética, resultando en la producción de postes de fibra de sílica, que son los postes de fibra de cuarzo en una forma cristalizada.²⁴ En su mayoría, las fibras son conglomeradas en una matriz de polímeros, comúnmente resina tipo epoxi, en algunos casos le añaden resinas Bis-GMA (Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato), en otros son a base de dimetacrilatos, con un alto grado de conversión y estructuras altamente reticuladas que unen las fibras.^{14,16,24} Gracias a esta combinación de elementos, los postes de fibra cuentan con una elasticidad similar a la de los tejidos dentarios entre 18 y 24 GPa.^{6,9,17,18} La cantidad de fibras aglomeradas en el poste es directamente proporcional a su resistencia mecánica y su módulo de elasticidad, favoreciendo la longevidad de la prótesis. Los postes de fibra de vidrio presentan un módulo de elasticidad de 20-28 GPa, menor que los de carbono (34 GPa) y los de cuarzo (24 GPa).^{9,24}

Los postes de fibra presentan diferentes formas, cónicos simples o de doble conicidad, cilíndricos o cilindrocónicos. Los primeros buscan imitar la forma del diente para tener mayor tejido dentario, pero esto ocasiona una disminución de capacidad retentiva, lo que no sucede con los cilíndricos. Sin embargo, estos últimos pueden causar un debilitamiento en las paredes radiculares debido a la profundización apical.^{9,19,31}

El uso de postes prefabricados presentan muchas ventajas como la disminución de sesiones, la rapidez de la técnica, presentan una fácil remoción, una excelente estética, no son corroibles y son de bajo costo. Asimismo, presenta desventajas en casos donde no haya una correlación entre el eje coronario y radicular. En estos casos será necesario el cambio de sistema.^{9,31}

Desventajas de los postes

Ley et al.¹⁸ hace referencia las desventajas propuestas por Franklin Ross:

- Postes anchos requieren excesiva ampliación del canal radicular, esto puede ocasionar fractura radicular, perforación o ambas.
- Durante la preparación de una prótesis, cuando la pieza dentaria es desgastada en exceso, puede provocar fuerzas laterales excesivas sobre la raíz, teniendo como consecuencia fractura de la raíz, pérdida de hueso, movilidad, pérdida de la pieza o la combinación de lo mencionado anteriormente.

Por tanto, es de importancia notar el posible fracaso de piezas restauradas con postes cuando existe debilidad de los dientes.

Adhesión y resistencia

Las fuerzas pueden actuar en un cuerpo en diferentes direcciones. Cuando dos fuerzas actúan en la misma dirección (sobre una misma recta) y en sentido contrario (acercando sus puntos de aplicación), generan una tendencia a disminuir la longitud del cuerpo, provocando las tensiones compresivas. Por lo contrario, si dos fuerzas de igual dirección y sentido contrario, producen tensiones traccionales. En el caso de dos fuerzas en sentido contrario, con diferente dirección próximas y paralelas, produce un

desplazamiento de un sector del cuerpo con respecto al otro, es decir, tensiones tangenciales o de corte. Todas las tensiones pueden combinarse en una misma estructura.^{32,33}

Cuando fuerzas externas son suficientemente grandes, se supera la tensión máxima posible de inducir, es decir, las fuerzas otorgadas por las uniones químicas son superadas mediante energía mecánica. Esta tensión máxima conlleva la a ruptura del cuerpo, que es la separación en una determinada zona de los átomos o moléculas que componen el material. Por tanto, la tensión máxima que puede soportar un material es la resistencia. El valor de la resistencia esta en relación de las uniones químicas, y cuanto más firmes sean éstas, la resistencia del material será mayor. Medir la resistencia de un material es medir la carga externa máxima que generan sus uniones previa ruptura. Para esto, se confecciona un cuerpo llamado probeta (muestra) que es sometido a fuerzas de manera progresiva en aumento hasta su ruptura. Ésta fuerza se mide en unidades, generalmente, newton (N). Esta cantidad de fuerza esta relacionada con el tipo de material utilizado y con el tamaño de la probeta (muestra), es así, cuanto mayor sea la dimensión de ésta, mayor fuerza soportará. La resistencia se expresa en función de la superficie sobre la que actúa. Es decir: Resistencia o tensión (Pascal-Pa) = Fuerza (Newton-N) / Superficie (Metro cuadrado-m²).^{32,33}

El fenómeno de adhesión se aplica en diversas situaciones en odontología. Cuando dos sustancias se ponen en contacto, las moléculas de una se adhieren o atraen a las moléculas de la otra, esto se denomina adhesión. Siempre y cuando sean diferentes moléculas, de lo contrario si las moleéculas son del mismo tipo, se denomina cohesión. Por tanto, la adhesión es una atracción molecular o atómica entre dos superficies de contacto dada por una fuerza de atracción interfacial entre dos moléculas o átomos de dos especies diferentes. La adhesión puede ser química, mecánica o la combinación de ambas.^{23,32}

Una apropiada adherencia de una restauracion rígida o una prótesis fija al remanente dentario o a la estructura que lo soporte depende de diferentes condiciones. Como la capacidad de adhesión (resistencia adhesiva) de un agente a la estructura dentaria, material restaurador o material de soporte.^{23,33}

La capacidad de adhesión o resistencia adhesiva de un material a una superficie es la máxima tensión que resiste la unión entre ambos materiales sin desprendimiento. Ésta tensión se da por la relación entre la fuerza involucrada y la medida de la superficie sobre la que actúa (superficie de contacto o adhesión). De esta manera: Resistencia adhesiva = Fuerza / Superficie. De esta ecuación se deduce: Si, Fuerza < Resistencia x Superficie, no habrá desprendimiento. En cambio, si Fuerza > Resistencia x Superficie, habrá desprendimiento.^{32,33}

Clasificación de tratamientos de superficie en postes

Los tratamientos de superficie en los postes de fibra han demostrado que aumentan el área de superficie y exponen las fibras que pueden ser alcanzadas por el proceso de silanización mejorando la resistencia adhesiva entre el poste de fibra y el muñón de resina.¹⁴

El tratamiento de la superficie del poste de fibra sirve para mejorar las propiedades de adhesión de un material, proporcionando una retención química y micromecánica. Estos procedimientos tienen la siguiente clasificación:

- a) Adhesión química entre un composite y un poste.
- b) Rugosidades de la superficie.
- c) Combinación de componentes químicos y micromecánicos.^{1,3-5,9,14,15,18,34}

Adhesión química entre un composite y un poste

La causa más frecuente de falla adhesiva en una pieza dentaria restaurada con un poste de fibra no es la fractura, es la desunión entre la interfase poste-cemento de resina/dentina. A pesar que la adhesión del poste al canal radicular representa la zona más débil de la restauración protésica, la adhesión entre el poste y la resina no deja de ser relevante para el éxito de la restauración. Ya que en este nivel de interfase poste-muñón, sólo la interacción química entre la superficie del poste de fibra y la resina pueden asegurar la unión de éstos como un núcleo.^{6,18,34}

En un intento por maximizar la unión del poste de fibra a la resina, diversas sustancias han sido estudiadas como tratamiento para la superficie de los postes de fibra, siendo algunas técnicas muy agresivas. Sin embargo, hay otras sustancias que selectivamente disuelven la matriz epoxi sin afectar fibras de los postes, como permanganato de potasio, etóxido de sodio, peróxido de hidrógeno, ácido fosfórico, las cuales luego pueden ser silanizadas.^{1,27,34,35}

La silanización es la técnica más usada para mejorar la resistencia adhesiva de los postes de fibra de vidrio a la resina compuesta.^{5,6,17,27} El **silano** es un agente de acoplamiento, mejora la adhesión entre matrices inorgánicas y moléculas poliméricas gracias a su capacidad de reacción intrínseca dual logrando la unión del núcleo de matriz de resina y la fibra de vidrio expuesta.^{27,34} Sin embargo, ésta unión interfacial no es elevada debido a la ausencia de la unión química entre los composites de resina basados en metacrilato y la matriz de resina epoxi de los postes de fibra de vidrio.^{1-4, 15,16} Debido a que los polímeros epóxicos muestran un alto nivel de conversión y estructuras altamente reticuladas que unen las fibras.^{16,24,34}

Los silanos son moléculas bifuncionales con una parte capaz de reaccionar con la resina orgánica y la otra con la fibra de vidrio inorgánica. El tratamiento con silano incrementa la humedad de la superficie creando un enlace con los grupos hidroxilo (-OH) de sustratos inorgánicos como el vidrio.^{5,16,27,34} Los organosilanos tienen la fórmula $R'-Si-(OR)_3$, con un grupo funcional orgánico (R') y tres grupos alcoxi (R). La reacción química empieza con la hidrólisis de los grupos alcoxi (R) en silanol (SiOH) que se condensa formando enlaces siloxano uniéndose a la fibra de vidrio o cuarzo (ANEXO 1, gráfico 1).³⁴

Diversos estudios recomiendan aplicar una capa de silano en la superficie del poste después de utilizar la sustancia que disuelve la matriz de epoxi, ya que las fibras quedan expuestas creando una unión química entre el poste y la resina. Ya que la aplicación exclusiva de silano en la superficie del poste de fibra resulta en una unión insatisfactoria comparado cuando se usa algún tratamiento con rugosidades para exponer las fibras.^{19,34,36}

Los silanos vienen en dos presentaciones, en una solución pre-activada de una fase (prehidrolizada) o en un sistema de dos componentes que debe ser mezclada antes de la aplicación para iniciar la reacción de hidrólisis.²⁷ En el presente estudio se utilizó un silano para acondicionamiento de 2 pasos, que asegura debido a la activación al momento de su uso, una mayor efectividad que los silanos monocomponentes, ya que estos pierden propiedades conforme pasa el tiempo después de su apertura debido a lo volátil del silano. Además, contiene 3-metacrililoiloxipropiltrimetoxisilano (MPS), esta molécula es incapaz de unirse químicamente a la matriz de resina epoxi.²⁷ Sin embargo, los silanos con MPS son capaces de unir los sustratos cubiertos de OH, como las fibras de vidrio. Por tanto, es necesario la exposición de las fibras de vidrio para obtener retención mecánica y unión química.^{5,18,34,35}

En esta clasificación también podemos encontrar sustancias como el peróxido de hidrógeno, ácido fosfórico y como nueva sustancia la solución de clorhexidina.

El más conocido entre los peróxidos es el **peróxido de hidrógeno o agua oxigenada** y es un potente agente oxidante. El peróxido puro se descompone en forma explosiva con extrema facilidad por lo que se utiliza diluido en agua. El agua oxigenada es inestable y se descompone lentamente liberando oxígeno. La reacción de descomposición del agua oxigenada es: $2\text{H}_2\text{O}_{2(aq)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{O}_{2(g)}$.^{37,38}

En general, la concentración de una solución de agua oxigenada se expresa en volúmenes, pero también es expresada en porcentaje en peso. En el primer caso, la unidad de volúmenes expresa el volumen de oxígeno que es capaz de liberar dicha solución. Es decir, agua oxigenada 10 volúmenes significa que un volumen de la disolución es capaz de liberar por descomposición 10 veces este volumen de oxígeno puro en condiciones normales de presión y temperatura. En el segundo caso, son los gramos de agua oxigenada que hay en 100 g de disolución, es decir, un agua oxigenada al 3% significa que de cada 100g de disolución, 3g son de agua oxigenada. De aquí la relación entre la concentración en volúmenes y el tanto porcentual en peso: 3% equivale a 10 volúmenes, 6% equivale a 20 volúmenes, 9% equivale a 30 volúmenes y así sucesivamente. Ambas formas de expresión de la concentración del agua oxigenada se pueden relacionar utilizando el factor de conversión 3.29 y redondeando el resultado según la fórmula: $\text{Vol} = 3.29 \times C$.

Donde: V=concentración en volúmenes, C=concentración en % en peso.^{37,38}

El agua oxigenada es usado con mucha frecuencia en postes de fibra ya que expone la superficie de las fibras de vidrio disolviendo selectivamente la matriz de resina epoxi a través del mecanismo de oxidación del sustrato (pérdida de átomos de hidrógeno), dejando una superficie de fibras expuestas disponibles para la silanización, mejorando de esta manera la adhesión del poste de fibra de vidrio al muñón de resina.^{1,2,4,6,14-16,34}

Las concentración y tiempos de aplicación varía en diversos estudios. Siendo la concentración de 10% y 24%, durante 20 y 10 minutos respectivamente, la que remueve la capa de resina epoxi efectivamente.^{19,35} Sin embargo, en el 2010, Menezes et al³³ en un estudio in vitro, evaluó la concentración (24% y 50%) y el tiempo de aplicación (1, 5 y 10 min) del peróxido de hidrógeno aplicado en la superficie de postes de fibra de vidrio. Teniendo como resultado, que la aplicación de peróxido de hidrógeno antes del adhesivo y el silano incrementa la resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y la resina sin ninguna diferencia significativa entre la concentración y el tiempo de aplicación. En el 2012, Mosharraf R et al¹⁶ concluye que el uso de peróxido de hidrógeno no aumenta la resistencia adhesiva entre poste-muñón, debido a que no se pudo lograr una adecuada unión entre el poste de fibra expuesto y la resina por la falta de un mediador como el silano antes del uso de un agente adhesivo.

El **ácido fosfórico** es también muy comúnmente utilizado como tratamiento de superficie de los postes de fibra, debido a su habilidad de cambiar la superficie topográfica de los postes mediante un proceso de grabado logrando una mayor superficie de contacto mejorando las interacción entre los postes de fibra de vidrio y la resina.⁵ Los fabricantes de los postes de fibra de vidrio recomiendan el uso de este agente como desinfectante.^{1-4, 14} Algunos autores, manifiestan que el ácido fosfórico al igual que el arenado pueden dañar la integridad del poste de fibra de vidrio afectando su integridad.⁶

El ácido fosfórico ha sido usado para el grabado de la superficies dentales en concentraciones desde 30% hasta 50%. Por lo general, el ácido fosfórico al 37% es usado para la superficie dentaria, además es la concentración más prevalente (21.05%) usado como tratamiento de superficie en postes de fibra en una revisión de la literatura hasta el año 2013, realizado por Coelho et al.^{6,7} Algunos autores, como Saker

et al⁶ usó ácido fosfórico al 37%, siendo este tratamiento el que presentó menor valor de resistencia adhesiva en comparación con los demás grupos experimentales, sin embargo, los valores fueron mayores que los del grupo control que no tuvo ningún tratamiento previo, sin diferencia significativa.

Recientemente la **solución de clorhexidina** ha sido considerada como potencial inhibidor de degradación de las fibras colágenas en la capa híbrida dentinaria favoreciendo la disminución de la degradación de la unión dentina-resina, es decir, una adhesión de mayor longevidad por la desactivación de las Metaloproteinasas (MMP). Además, esta solución es convencionalmente usada como irrigador dentinario por su propiedad antimicrobiana.^{36,39}

Adhesión mediante rugosidades de la superficie

Los postes de fibra tiene un área de superficie relativamente liso, lo cual limita el entrelazamiento entre las superficie del poste y la resina. El arenado con partículas de óxido de aluminio y el grabado previo de los postes de fibra de vidrio crean microrugosidades para favorecer la adhesión mediante una microretención para la resina.^{6,7,16,34} El poste de fibra de vidrio esta compuesto principalmente por una matriz de resina, partículas de relleno inorgánicas y las fibras de vidrio.¹⁶ Por lo cual, muchos autores consideran que este tipo de tratamiento es muy agresivo para el poste ya que puede modificar de manera significativa la integridad del poste de la fibra de vidrio como el ácido hidrofúorhídrico .^{6,7,16,34,35} Sin embargo, el arenado con partículas de oxido de aluminio es aparentemente beneficioso para los postes de fibra de zirconio, ya que crea una capa de sílice en la superficie del poste debido a la alta velocidad del impacto del sílice en el sustrato (poste). Los resultados pueden ser influenciados por el tamaño de la partícula que se use para el arenado, el tiempo de aplicación y la distancia de la aplicación.^{6,15,16,34}

Combinación de componentes químicos y micromecánicos

Muchos estudios han realizado la combinación de diversos componentes químicos, como los mencionados anteriormente, y creando microrrugosidades en la superficie del poste de fibra de vidrio con el fin de obtener una mayor retención del poste de fibra a la

resina. Ya que, a pesar de los agentes de acoplamiento como el silano son capaces de formar uniones con estructuras inorgánicas y orgánicas, su aplicación sin ningún tratamiento de la superficie previo es insuficiente para la mejora de la resistencia adhesiva. Por tanto, la posibilidad de combinar la retención química y micromecánica brindan aparentemente el mejor mecanismo de adhesión entre el poste de fibra de vidrio y la resina.^{6,14,15,27,34}

Resinas para muñón

Los materiales para muñón más usados son los ionómeros de vidrio, resinas compuestas, amalgama y aleaciones metálicas fundidas. De las cuales, la resina compuesta es superior al ionómero de vidrio y amalgama en que mejora la retención y la resistencia a la fractura de los postes. Además, los materiales para muñón de resina compuesta es estéticamente satisfactoria al usar coronas libres de metal. Diferentes tipos de resinas compuestas están disponibles para el uso de la construcción del muñón en postes prefabricados. Una resina compuesta de autocurado o curado dual puede ser utilizada en reemplazo del cementado con un cemento para el poste por separado. Los composites de autocurado y curado dual polimerizan más lento que los materiales fotopolimerizables, permitiendo que el material fluya durante la polimerización, colocando menor estrés en la unión adhesiva.⁶

Antecedentes

En el 2015, Saker et al.⁶, evaluaron el efecto del tratamiento de superficie de 40 postes reforzados con fibra de vidrio. Los postes fueron divididos en cuatro grupos de diez especímenes cada uno de acuerdo al pretratamiento: grupo control, grupos experimentales de: arenado con óxido de aluminio (110µm, 5s, 2.8 bar, 1 cm distancia), ácido fosfórico en gel al 37% (60s, 2min en agua dionizada), y peróxido de hidrógeno 24% (10min). Después del tratamiento todos los postes fueron sumergidos en agua por 30s y secados con aire para ser subdivididos en cinco especímenes los cuales recibirían tratamiento adhesivo con: silano (60s) y sistema adhesivo de un solo paso. Luego se aplicó composite de resina (Multicore) continuando con la prueba de push-out. Obteniendo la mayor fuerza de adhesión con el tratamiento de peróxido de

hidrógeno y silano, seguido del grupo de arenado; el de menor fuerza fue en el grupo del ácido fosfórico con ambos agentes.

En el 2014, Sharma et al.⁴ realizaron un estudio comparativo del efecto de diferentes sustancias en 30 postes de fibra de vidrio en la fuerza de adhesión con el material del muñón. Los especímenes se dividieron en tres grupos de 10 cada uno de acuerdo al tratamiento de la superficie: grupo control, grupos experimentales de: silano (60s), peróxido de hidrógeno 6% (20min), ácido fosfórico 37% (20s). Estas muestras fueron analizadas mediante SEM (250x) y luego fueron colocadas en un molde y llenada con el composite de resina polimerizado por 20s, los especímenes fueron guardados en agua por 24hrs a temperatura ambiente, luego llevadas a la UTM (medido en MPa, F/A). Los resultados demostraron que el peróxido de hidrógeno tuvo un gran impacto en el poste seguido del ácido fosfórico y silano. Además, se observó que la mayor falla ocurre en la unión entre el poste de fibra de vidrio y el muñón resina.

En el 2014, Coelho et al.⁷ realizaron un análisis crítico de las superficies de tratamiento en postes de fibra. Se basaron en la base de datos de PubMed/Medline, consideraron los estudios con postes de fibra de cuarzo y de vidrio en la revisión. Se incluyeron 190 artículos, en los cuales se encontró que las sustancias usadas como pretratamiento de superficie de mayor uso fueron los siguientes, de manera decreciente: silano (60.52%), soluciones alcohólicas (38.94%, usado como agente limpiador), primer y/o sistemas adhesivos (36.84%), arenado (17.89%) y peróxido de hidrógeno (5.78%). De los 190 artículos seleccionados, 40 (21.05%) usaron grabado con ácido, siendo el grabado con ácido fosfórico (30(15.78%)) el más usado, con la concentración de 37% el más prevalente aplicado durante 60 segundos. El uso de peróxido de hidrógeno fue 11(5.78%), con diferentes períodos de aplicación (1,5,10 y 20 min), en todos fue utilizado como grabado químico antes del uso de un optimizador químico como el silano. En la mayoría de artículos se menciona que el uso del arenado afecta las propiedades físicas y mecánicas. Sin embargo, el uso del peróxido de hidrógeno con silano es el más prometedor ya que incrementa la fuerza de adhesión sin dañar los postes de fibra.

En el 2013, Shori et al.³, en un estudio in vitro compararon y evaluaron el efecto de diferentes tratamientos de superficie de postes en la resistencia a la tracción entre el

poste de fibra y el composite de resina. Se utilizaron 20 postes de fibra de cuarzo, las cuales fueron divididas en cuatro grupos de cinco postes cada uno de acuerdo al tratamiento siendo el primero el grupo control, los demás grupos fueron divididos en: silano, peróxido de hidrógeno 10%- silano, ácido fosfórico 37%- silano. Los postes fueron colocados en el centro de en un molde de plástico, el cual se colocó el composite de resina (Multicore) a una altura de 10mm, y polimerizada por 40s cada 2mm. Los especímenes fueron almacenado en agua destilada por 24hrs para luego ser cortadas horizontalmente en 2mm. Luego fueron llevadas al UTM (máquina universal de tracción) produciendo una fuerza de tracción a una velocidad de 3mm/min hasta provocar la fractura, ésta fue medida en MPa, F/A. Se llegó a la conclusión que el peróxido de hidrógeno al 10% junto con el silano logró una mayor unión del poste muñón comparado con las demás sustancias.

En el 2011, Sumitha et al.² examinaron la influencia de diferentes tratamientos de superficie en la fuerza interfacial entre postes de fibra de cuarzo y composite de resina. Para este estudio se utilizó 40 postes divididos en cuatro grupos de 10 cada uno. Las sustancias usadas fueron: permanganato de potasio (10min), peróxido de hidrógeno 10% (10min), ácido fosfórico 37% (5min), silano (60s), siendo éste ultimo el grupo control. Después del tratamiento de superficie, todos los postes fueron limpiados ultrasónicamente por 10min en agua desionizada, sumergidos en etanol al 95% y secado con un flujo de aire. Una capa de silano fue aplicado en todos los postes. Luego se construyó el muñón con un composite de resina dual (Multicore) en un molde rectangular con una altura de 10mm, polimerizado cada 2mm por 40s. Todos los postes fueron almacenados en agua destilada por 24hrs luego colocadas en moldes de acrílicos para ser cortadas en 2-3mm horizontalmente, llevados a UTM (máquina universal de tracción) sometidos a una fuerza de tracción de velocidad 1mm/min hasta la fractura. Un resultado significativo se logró utilizando permanganato de potasio como tratamiento de superficie en postes de fibra de cuarzo.

En el 2008, Mazzitelli et al.⁴⁰ realizaron un estudio en 40 postes de fibra de cuarzo, divididos en 8 grupos. Estos fueron acondicionados con diferentes químicos (peróxido de hidrógeno (10%, 20 min), peróxido de hidrógeno (30%, 10 min), etóxido de sodio (21%, 20 min), permanganato de potasio, ácido hidrofúorhídrico (4%, 1 min), con arenado, y con silano). Teniendo como objetivo analizar la superficie de los postes

mediante la fuerza microscópica anatómica, grabando los promedios de aspereza de las fibras y la matriz de resina. Después del acondicionamiento respectivo, cada poste fue cortado longitudinalmente en dos partes. Se llegó a la conclusión que el ácido hidrófluorhídrico daña la superficie del poste de cuarzo, mientras que el permanganato de potasio y el etóxido de sodio remueven parte de la matriz de resina epoxi incrementando la superficie de adhesión.

En el 2004, Monticelli et al.⁴¹, realizaron un estudio in vitro, en el cual observaron la influencia de diferentes acondicionadores (permanganato de potasio, peróxido de hidrógeno 10%, etóxido de sodio 21%, permanganato de potasio y ácido clorhídrico 10 vol, silano) en postes de fibra. Logrando una influencia significativa con el uso del permanganato de potasio.

IV. OBJETIVOS

IV.1. Objetivo general

Determinar la resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y muñón de resina utilizando diferentes tratamientos de superficie.

IV.2. Objetivos específicos

1. Determinar la resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina previo acondicionamiento de silano por 60 segundos.
2. Determinar la resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina previo acondicionamiento de peróxido de hidrógeno al 9% (30 volúmenes) por 10 minutos y luego silano por 60 segundos.
3. Determinar la resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina previo acondicionamiento de ácido fosfórico gel al 37% por 15 segundos y luego silano por 60 segundos.
4. Determinar la resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina previo acondicionamiento de solución de clorhexidina al 2% por 60 segundos y silano por 60 segundos.
5. Determinar que tratamiento de superficie tuvo mayor y menor resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y muñón de resina.
6. Determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre algunos de los grupos experimentales.
7. Determinar que tratamiento de superficie en postes de fibra de vidrio es el mejor para el logro de una mayor resistencia adhesiva.

V. HIPÓTESIS

La resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y muñón de resina utilizando solución de clorhexidina al 2% y silano es similar a la resistencia adhesiva utilizando peróxido de hidrógeno al 9% (30 volúmenes) y silano.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

VI.1. Diseño del estudio

El presente estudio fue de tipo analítico, experimental de corte transversal.

VI.2. Población

La población estuvo conformada por postes de fibra de vidrio, libres de contaminación y estériles.

VI.3. Muestra

Se determinó el tamaño muestral teniendo como referencia los datos obtenidos de la prueba piloto realizada donde se aplicó la siguiente fórmula para hallar el tamaño muestral (comparación de medias):

Donde:
$$n = \frac{Z_{1-\alpha}^2 \cdot S^2}{d^2}$$

Z = Nivel de confianza

S^2 = Varianza

d = Error

$d = 3.5$

$$n = \frac{1.96^2 \cdot 4.19^2}{3.5^2} = 5.50$$

Por tanto, la muestra estuvo conformada por 6 postes de fibra de vidrio por cada grupo de estudio.

VI.4. Criterios de selección

VI.4.1. Criterios de inclusión

Postes de fibra de vidrio radiopacos

Postes de fibra de vidrio de la misma marca, longitud, diámetro.

Material de reconstrucción de muñones de polimerización dual

VI.4.2. Criterios de exclusión

Postes de diferentes marcas, longitud o diámetro.

Postes con algún defecto en la superficie.

Material de construcción de muñones de polimerización dual de diferentes marcas.

VI.5. Calibración

La calibración se llevó a cabo en el laboratorio de Ingeniería Mecánica, sección de Materiales, de la Pontificia Universidad Católica del Perú. (PUCP)

VI.6. Variables

Operacionalización de variables (ANEXO 2).

VI.7. Técnicas y/o procedimientos

Método: Observación estructurada

Instrumento:

- Máquina de ensayo universal Z2.5 BT1-FR0.5TS.D14 (Zwick/Roell, Ulm-Alemania).
- Ficha de recolección de datos (ANEXO 3).

Procedimiento:

El presente estudio in vitro se llevó a cabo en el Departamento de Laboratorio de Ingeniería Mecánica, sección de Materiales, de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Previa autorización del Comité de Investigación de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y el Comité de Ética del mismo (ANEXO 4). Además, se envió una solicitud de carta de presentación de tesis al Decanato de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. (ANEXO 5) Esta carta fue enviada al laboratorio de materiales de la Pontificia Universidad Católica del Perú. (ANEXO 6)

Luego de autorizada la ejecución del estudio por el Laboratorio de Ingeniería Mecánica, sección de Materiales, de la Pontificia Universidad Católica del Perú, se programó el día de realización del experimento.

Previamente se confeccionó un aditamento de plástico que permitió realizar cuatro muestras a la vez que mantuvieron los postes en el centro de cada molde. Además, se confeccionó cuatro moldes de plástico cilíndrico con un diámetro de 6 mm y una altura de 10 mm; y cuatro moldes de plástico cilíndrico con un diámetro de 6 mm y una altura de 4 mm. Veinticuatro postes de fibra de vidrio (White Post DC 0.5, FGM) de diámetro 1.4 mm y longitud de 19 mm esterilizados a 121° C y 15 psi, según las recomendaciones del fabricante, fueron utilizados en este estudio.(ANEXO 7, Figura 1-5)

Todos los postes fueron divididos en cuatro grupos, al azar, de acuerdo a los diferentes tratamientos de superficie (ANEXO 8, Tabla 1):

- Grupo I – Grupo control negativo, con aplicación de silano por 60 segundos.
- Grupo II – Grupo control positivo con aplicación de peróxido de hidrógeno al 9% (30 volúmenes), en la superficie del poste por 10 minutos, lavado con agua desionizada y aplicación de una capa de silano por 60 segundos.^{14,19,35}
- Grupo III – Grupo experimental con ácido fosfórico 37% fue aplicado en la superficie del poste por 15 segundos , lavado con agua desionizada y aplicación de una capa de silano por 60 segundos.⁵
- Grupo IV – Grupo experimental con solución de Clorhexidina al 2% fue aplicado en la superficie del poste por 60 segundos, lavado con agua desionizada y aplicación de una capa de silano por 60 segundos. (ANEXO 7, Figura 6-16)

Elaboración del muñón

Cuatro moldes previamente envaselinados de 4 mm de altura fueron colocados en el aditamento de plástico, colocado en una platina estéril; luego, se inyectó la resina de polimerización dual en cada molde (LuxaCore Z Dual, A3, DMG, Hamburgo-Alemania) utilizando la boquilla automix, cada poste fue colocado de manera perpendicular en el centro del molde utilizando la parte cilíndrica del poste, luego se procedió a polimerizar

por 40 segundos con luz halógena, con intensidad luminosa de 526 mW/cm^2 (esta fue calibrada por DigiRate Radiometer LM-100 Monitex. LED/Halogen Light Energy & Temperature) directamente desde el orificio del molde lo más cercano posible al material siguiendo las indicaciones del fabricante, quien indica que se debe usar como mínimo una intensidad luminosa de 400 mW/cm^2 . (ANEXO 7, Figura 17-26)

Elaboración del soporte

Cuatro moldes previamente envaselinados de 10 mm de altura fueron colocados en el aditamento de plástico; luego se inyectó la resina de polimerización dual en cada molde utilizando la boquilla automix. Los postes-muñón previamente confeccionados fueron colocados de manera perpendicular en el centro del molde utilizando la parte cónica del poste, luego se procedió a polimerizar por 50 segundos con luz halógena, directamente desde el orificio del molde lo más cercano posible al material siguiendo las indicaciones del fabricante. Por último, la parte cónica de la muestra que estuvo en contacto con la platina fue polimerizado por 50 segundos adicionales. (ANEXO 7, Figura 17-26)

Ensayo de tracción

Previo ensayo, se confeccionó dos aditamentos rústicos que ayudaron a la colocación de cada muestra. Las muestras no fueron almacenadas bajo ninguna condición, debido a que en el presente estudio no se buscó resultados después de un proceso de envejecimiento, además según Sahafi et al ⁴² y Bitter et al ⁴³ la resistencia adhesiva entre el poste y el muñón depende más del material del poste y el tratamiento de superficie que de la duración y condiciones de almacenamiento. Cada muestra fue colocada en la máquina de ensayo universal (Zwick/Roell Z2.5 BT1-FR0.5TS.D14, Ulm-Alemania), produciendo una fuerza con velocidad de 3mm/min hasta que ocurra la fractura entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina. La fuerza de tracción de cada muestra fue calculado de la siguiente manera: fuerza a la fractura (N)/área de superficie (mm^2) expresado en Mpa; éstos datos fueron recopilados en la ficha de recolección de datos (ANEXO 3) y analizados posteriormente.(ANEXO 7, Figura 27-31)

VI.8. Plan de análisis

Análisis univariado:

Las variables cuantitativas se hicieron con las medidas de tendencia central (media y mediana), y las medidas de dispersión (desviación estándar, intercuartílica y varianza).

Análisis bivariado:

Para realizar el análisis de la relación entre variables, debido a que la distribución fue normal se utilizó la prueba t student para muestras independientes. Además, se utilizó la prueba multivariada de ANOVA de un factor y la prueba Pos Hoc de Scheffe también conocida como comparaciones múltiples.

VI.9. Consideraciones éticas

Este estudio fue aprobado por el Comité de Investigación de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y el Comité Institucional de Ética (CIE) del mismo. Teniendo como código de aprobación CAREG-ORVEI-006-016, SIDISI 66386. (ANEXO 4)

VII. RESULTADOS

La presente investigación “in vitro” tuvo como propósito evaluar la resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina, luego de utilizar diferentes tratamientos de superficie sobre postes de fibra de vidrio. Los tratamientos de superficie que se utilizaron fueron: Grupo control: Silano (60s) y peróxido de hidrógeno al 9% (30 volúmenes, 10min) y silano (60s), positivo y negativo respectivamente. Grupo experimental: ácido fosfórico 37% (15s) y silano (60s), clorhexidina 2% (60s) y silano (60s).

Los resultados de la media y los valores de la resistencia a la tracción de todos los grupos fueron calculados de la siguiente manera, el grupo silano obtuvo una media de 15.38; el peróxido de hidrógeno 9% y silano, 20.28; ácido fosfórico 37% y silano, 17.08; y la clorhexidina 2% y silano, 13.44. Según las medidas de tendencia central (media y mediana), el grupo de peróxido de hidrógeno 9% y silano; y la clorhexidina 2% y silano presentan la mayor y menor resistencia adhesiva respectivamente en comparación con las demás sustancias evaluadas. Además, se puede observar que la dispersión (desviación estándar y dispersión intercuartílica) de los datos es baja ($CV < 0.33$), por lo que se decidió elegir la media aritmética y desviación estándar para la realización de los gráficos. (Tabla 2, Gráfico 2)

Para elegir si se realiza una prueba paramétrica o no paramétrica es necesario comprobar si los valores presentan distribución normal y varianza homogénea. La prueba de Shapiro Wilk nos muestra que los cuatro grupos presentan distribución normal ($p > 0.05$) y la prueba de Barlett nos muestra que se aprueba el supuesto de homogeneidad ($p > 0.05$). Esta prueba nos permitió decidir que las pruebas paramétricas son las de mejor opción. Por tanto, se elige utilizar la prueba multivariada de ANOVA de un factor. (Tabla 3)

Al evaluar la resistencia adhesiva de los diferentes tratamientos de superficie entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina, mediante la prueba multivariada de ANOVA de un factor; se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.0194$), al menos, en un par de los cuatro grupos. (Tabla 4)

Cuando se hizo la comparación de la resistencia adhesiva de los diferentes tipos de sustancias usados en el tratamiento de superficie del poste de fibra de vidrio, mediante la prueba Pos Hoc de Scheffe también conocida como comparaciones múltiples; se pudo observar las diferencias estadísticas que se presentaban entre los grupos. Llegando a la conclusión que el grupo de peróxido de hidrógeno 9% y silano es el que presenta mayor resistencia, estas diferencias son estadísticamente significativas sólo con el grupo de clorhexidina 2% y silano ($p=0.025$); mientras que, con los otros grupos estas diferencias no son estadísticas significativas. (Tabla 5)

Tabla 2. Medidas de tendencia central y dispersión (MPa) según tipo de material

Material	Media	D.E.	Mediana	DIC	cv
Silano	15.388	4.728	15.656	2.665	0.307
H ₂ O ₂ 9%+Silano	20.283	3.103	20.119	2.615	0.153
Ac.Fosfórico 37%+Silano	17.080	3.291	17.683	2.493	0.193
CHX 2%+Silano	13.444	2.413	14.179	1.999	0.179
Total	16.549	4.142	16.455	2.442	0.249

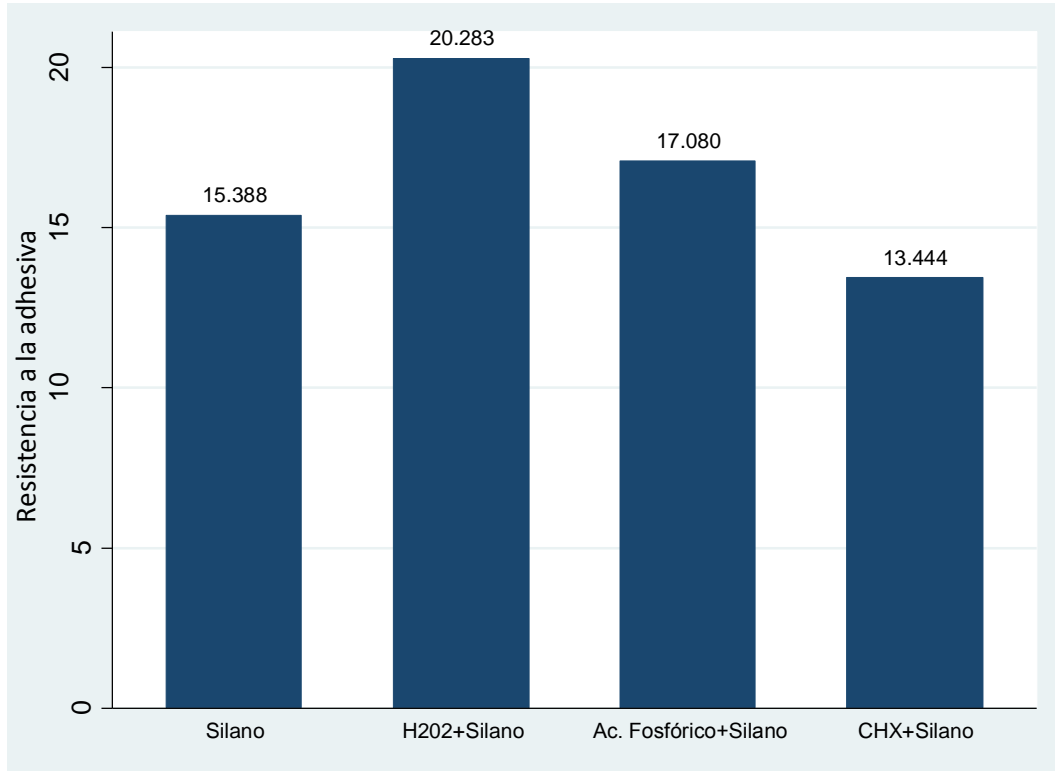


Gráfico 2. Media aritmética según tipo de material

Tabla 3. Supuesto de Normalidad e Igualdad de Varianzas

Grupos	Material	Obs	skewness	kurtosis	Z	Prob>z
I	Silano	6	0.122	2.285	-2.194	0.98588
II	H ₂ O ₂ 9%+Silano	6	0.209	1.484	0.271	0.39328
III	Ac.Fosfórico 37%+Silano	6	-0.067	1.699	-0.604	0.72722
IV	CHX 2%+Silano	6	-0.554	1.809	0.149	0.44074
Prueba de Barlett						p=0.532

Tabla 4. Análisis de Varianzas ANOVA de un factor para muestras independientes.

Fuente	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Media Cuadrados	Distribución F	Valor p
Entre grupos	3	151.282	50.428	4.15	0.0194
Dentro de grupos	20	243.223	12.161		
Total	23	394.507	17.152		

Tabla 5. Comparaciones múltiples

Materiales	Diferencias de medias (valor p)		
	Silano	H₂O₂+Silano	Ac. Fosfórico+ Silano
H ₂ O ₂ 9%+Silano	4.89496 (0.147)		
Ac.Fosfórico 37%+Silano	1.69151 (0.871)	-3.20345 (0.486)	
CHX 2%+Silano	-1.94416 (0.817)	-6.83912 (0.025)	-3.63567 (0.377)

Prueba Scheffe

VIII. DISCUSIÓN

El presente estudio de tipo experimental “in vitro” tuvo como propósito evaluar la resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina luego de la acción con diferentes tratamientos de superficie. Para este fin, se seleccionaron los siguientes tratamientos de superficie: Grupo control: Silano (60s) y peróxido de hidrógeno al 9% (30 volúmenes, 10min) y silano (60s), positivo y negativo respectivamente. Grupo experimental: ácido fosfórico 37% (15s) y silano (60s), clorhexidina 2% (60s) y silano (60s). El tamaño muestral se obtuvo previa prueba piloto donde se aplicó la fórmula de comparación de medias, el cual tuvo como resultado seis muestras por cada grupo. Luego de la aplicación de los tratamientos de superficie a cada poste, se confeccionó la muestra (poste-muñón) y posteriormente se realizó la prueba de tracción. Finalmente, se realizaron las pruebas estadísticas correspondientes con los valores obtenidos.

El tratamiento de la superficie del poste de fibra sirve para mejorar las propiedades de adhesión de un material, proporcionando una retención química y micromecánica. La posibilidad de combinar la retención química y micromecánica brindan aparentemente el mejor mecanismo de adhesión.^{14,15} Debido a esto, muchos estudios han realizado la combinación de diversos componentes químicos y creando microrrugosidades en la superficie del poste de fibra de vidrio con el fin de obtener una mayor retención del poste de fibra al muñón de resina garantizando la longevidad de la prótesis.⁴⁴

Los postes de fibra están compuestos con finas fibras pretensadas colocadas de manera unidireccional, estas fibras pueden ser de carbono, vidrio o cuarzo. En su mayoría conglomeradas con una resina tipo epoxi, en algunos casos le añaden resinas Bis-GMA, en otros son a base de dimetacrilatos.¹⁹ Debido a esto, el peróxido de hidrógeno es usado con mucha frecuencia ya que expone la superficie de las fibras de vidrio disolviendo la matriz de resina epoxi a través del mecanismo de oxidación del sustrato, mejorando de esta manera la adhesión del poste de fibra de vidrio al muñón de resina.^{1,2,4,15} Ya que el peróxido de hidrógeno brinda la retención micromecánica, el silano brinda la retención química mejorando la adhesión entre matrices inorgánicas y orgánicas gracias a su capacidad de reacción intrínseca dual logrando la unión del núcleo de matriz de resina y la fibra de vidrio expuesta. Sin embargo, esta unión

interfacial no es elevada debido a la ausencia de la unión química entre los composites de resina basados en metacrilato y la matriz de resina epoxi de los postes de fibra de vidrio.^{1-4, 15} Por tanto, se sigue en la búsqueda de un tratamiento de superficie del poste de fibra de vidrio que supere al peróxido de hidrógeno junto con el silano.

Saker et al.⁶, evaluaron el efecto del tratamiento de superficie de 40 postes reforzados con fibra de vidrio. Donde utilizaron como tratamientos de superficie: arenado con óxido de aluminio (110um, 5s, 2.8 bar, 1 cm distancia), ácido fosfórico en gel al 37% (60s, 2min en agua dionizada), peróxido de hidrógeno 24% (10min). Después del tratamiento todos los postes fueron sumergidos en agua por 30s y secados con aire para ser subdivididos en cinco especímenes los cuales recibirían tratamiento adhesivo con: silano (60s) y sistema adhesivo de un solo paso. Luego se aplicó composite de resina (Multicore) continuando con la prueba de push-out. Obteniendo la mayor fuerza de adhesión con el tratamiento de peróxido de hidrógeno y silano, seguido del grupo de arenado; el de menor fuerza fue en el grupo del ácido fosfórico con ambos agentes. En comparación con el presente estudio también se observa una mayor resistencia con el peróxido de hidrógeno y silano; diferenciándose en el tipo de prueba utilizada y en el porcentaje de peróxido de hidrógeno aplicado en los postes de fibra de vidrio.

Sharma et al.⁴ realizaron un estudio comparativo del efecto de diferentes sustancias en 30 postes de fibra de vidrio en la fuerza de adhesión con el material del muñon. Los tratamientos de la superficie que utilizaron fueron: silano (60s), peróxido de hidrógeno 6% (20min), ácido fosfórico 37% (20s). Los resultados demostraron que el peróxido de hidrógeno tuvo un gran impacto en el poste seguido del ácido fosfórico y silano. A diferencia del presente estudio, el porcentaje del peróxido de hidrógeno fue menor y no aplicaron una capa de silano. Sin embargo, observamos que también hubo una mayor resistencia con el peróxido de hidrógeno.

El presente estudio concuerda con el análisis crítico de las superficies de tratamiento en postes de fibra realizado por Machado et al., quienes se basaron en la base de datos de PubMed/Medline, consideraron los estudios con postes de fibra de cuarzo y de vidrio en la revisión. Se incluyeron 190 artículos, donde la mayoría de artículos se menciona que el uso del arenado afecta las propiedades físicas y mecánicas. Sin

embargo, el uso del peróxido de hidrógeno con silano es el más prometedor ya que incrementa la fuerza de adhesión sin dañar los postes de fibra.⁷

En referencia a los postes de fibra de cuarzo Shori et al.³ y Sumitha et al.² obtuvieron resultados diferentes. Siendo Shori et al.³ quien llegó a la conclusión que el peróxido de hidrógeno al 10% junto con el silano logran una mayor unión del poste muñón comparado con primer y ácido fosfórico 37% y silano. Y Sumitha et al.² logró un resultado significativo utilizando permanganato de potasio como tratamiento de superficie en postes de fibra de cuarzo, en comparación con peróxido de hidrógeno 10% (10min), ácido fosfórico 37% (5min) y silano (60s). Este último estudio coincide con los resultados de Mazzitelli et al.⁴⁰ quienes realizaron un estudio en postes de fibra de cuarzo, en el cual estos fueron acondicionados con diferentes químicos (ácido hidrofúorhídrico, permanganato de potasio, etóxido de sodio) con arenado. Llegando a la conclusión que el ácido hidrofúorhídrico daña la superficie de poste de cuarzo, mientras que el permanganato de potasio y el etóxido de sodio remueven parte de la matriz de resina epoxi incrementando la superficie de adhesión.

Con el presente estudio se determinó que el grupo de peróxido de hidrógeno 9% y silano presenta mayor resistencia, seguido de ácido fosfórico 37% y silano, silano solamente y la clorhexidina 2% y silano presenta la menor menor de todas las sustancias evaluadas. Los hallazgos de este estudio "in vitro" permiten ratificar que el mejor tratamiento en postes de fibra de vidrio es el peróxido de hidrógeno 9% y silano.

IX. CONCLUSIONES

De acuerdo a la metodología utilizada en el presente estudio y a los resultados obtenidos, se puede concluir lo siguiente:

1. La resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina previo tratamiento de superficie de silano (60s) tuvo una media de 15.38.
2. La resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina previo tratamiento de superficie de peróxido de hidrógeno 9% (30 volúmenes, 10 min) y silano (60s) tuvo una media de 20.28.
3. La resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina previo tratamiento de superficie de ácido fosfórico gel 37% (15s) y silano (60s) tuvo una media de 17.08.
4. La resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina previo tratamiento de superficie de solución de clorhexidina al 2% (60s) y silano (60s) tuvo una media de 13.44.
5. Se presentó mayor resistencia adhesiva en el grupo de peróxido de hidrógeno 9% (30 volúmenes, 10 min) y silano (60s) el cual fue 20.28 ; y menor en el grupo de clorhexidina 2% (60s) y silano (60s) el cual fue 13.44.
6. Existe diferencia estadísticamente significativa entre el grupo de peróxido de hidrógeno 9% (30 volúmenes, 10 min) y silano (60s) el cual fue 20.28 vs clorhexidina 2% (60s) y silano (60s) el cual fue 13.44.
7. El mejor tratamiento de superficie en postes de fibra de vidrio para una mayor resistencia adhesiva (entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina) es el peróxido de hidrógeno 9% (30 volúmenes, 10 min) y silano (60s) que obtuvo una media de 20.28.

X. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda aumentar el tamaño muestral para poder realizar un protocolo sobre los tratamientos de superficie en postes de fibra de vidrio.
2. Se recomienda realizar estudios longitudinales con el fin de obtener información a largo plazo sobre el tema.
3. Se recomienda realizar mayores estudios de resistencia adhesiva con el tratamiento de superficie de solución de clorhexidina en postes de fibra de vidrio con diferentes porcentajes y tiempos, ya que es una sustancia con potencial adhesivo.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Miranda A, Resende V, De Sousa M, Guimarães M, Estrela C, Soares C. Effect of surface treatment of fiber glass post on bond strength to root dentin. *Braz Dent J*. 2014; 25(4): 314-20.
2. Sumitha M, Kothandaraman R, Sekar M. Evaluation of post-surface conditioning to improve interfacial adhesion in post-core restorations. *J Conserv Dent*. 2011; 14(1): 28-31.
3. Shori D, Pandey S, Kubde R, Rathod Y, Atara R, Rathi S. To evaluate and compare the effect of different post surface treatments on the tensile bond strength between fiber post and composite resin. *J Int Oral Health*. 2013; 5(5): 27-32.
4. Sharma A, Samadi F, Jaiswal JN, Saha S. A comparative evaluation of effect of different solvents on the shear bond strength of glass reinforced post to core material. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2014; 7(3): 192-6.
5. Cecchin D, Farina AP, Pino R, Ratto R. Acid etching and surface coating of glass-fiber posts: Bond strength and interface analysis. *Braz Dent J*. 2016; 27(2): 228-33.
6. Saker S, El-Kholany N, El-Wassefy N. Effect of different surface treatments on push-out bond strength of glass fiber posts to resin composite core material. *J Dent App*. 2015; 2(6): 246-50.
7. Coelho A, Rezende A, Gomes P, Giovani A, Araújo L, Faria-E-Silva A, et al. Critical analysis of fiber post surface treatment: A review *Biosci J*. 2014; 30(3): 914-24.
8. Mosharraf R, Ranjbarian P. Effect of post surface conditioning before silanization on bond strength between fiber post and resin cement. *J Adv Prosthodont*. 2013; 5(2): 126-32.
9. Calabria D. Postes prefabricados de fibra. Consideraciones para su uso clínico. *Odontoestomatología* [Internet]. 2010 Dic [citado: 15 Enero 2016]; 12(16):[aprox. 18p.]. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-93392010000300002&script=sci_arttext
10. Chavez N. Resistencia a la fractura de piezas dentales restauradas con anclajes de fibra de carbono y colados-Estudio in vitro [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2002.
11. De Lima A. Anatomização de pinos de fibra de vidro. Estudo de propriedades mecânicas na interface restauradora adesiva [tesis]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista; 2014.
12. Spazzin A, Moraes R, Cecchin D, Farina A, Carlini-Júnior B, Correr-Sobrinho L. Morphological analysis of glass, carbon and glass/carbon fiber posts and bonding to self or dual-cured resin luting agents. *J Appl Oral Sci*. 2009; 17(5): 476-80.

13. Prithviraj DR, Soni R, Ramaswamy S, Shruthi DP. Evaluation of the effect of different surface treatments on the retention of post: A laboratory study. *Indian J Dent Res.* 2010; 21(2): 201-6.
14. Zago L, Ribeiro F, Guimarães C, Miranda AD, Soares A, Estrela C, et al. Surface treatment of glass fiber and carbon fiber posts: SEM characterization. *Microsc. Res. Tech.* [Internet]. 2011 [citado: 19 Julio 2016]; 74(12): [aprox. 5p.]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/jemt.20999>.
15. Mukund C, Meena A, Chitre V. Surface conditioning treatments for improving adhesion of fiber posts. *Journal of Orofacial Research.* 2012; 2(1): 37-41.
16. Mosharraf R, Baghaei N. Comparative evaluation of effect of different surface treatment methods on bond strength between fiber post and composite core. *J Adv Prosthodont.* 2012; 4(2): 103-8.
17. Gençoglu N, Sezgin P, Gündoğar M, Sivet C. The effect of surface treatments on the bond strength of fiber post to root canal dentin. *Marmara Dental Journal.* 2013; 1: 35-8.
18. Ley A, Vera J, Dib A, Henry S. Uso y abuso de los postes: Una revisión de la literatura. *ADM.* 2002; 59(4): 134-6.
19. Scotti R, Ferrari M. Pernos de fibra. Bases teóricas y aplicaciones clínicas. Segunda Edición. Barcelona: Masson; 2004.
20. Pegoraro L, Lins A, Dos Reis C, Bonfante G, Rodríguez P, Bonachela V. Prótesis Fija. Primera edición. São Paulo: Artes Médicas Latinoamérica; 2001.
21. Rodrigues G, De Freitas P, Simamoto P, Marcondes L, Soares A, Soares C. Effecto of post type and restorative techniques on the strain and fracture resistance of flared incisor roots. *Braz Dent J.* 2011; 22(3): 230-7.
22. Tranchesi F, Monticelli F, Goracci C, Tay F, Cardoso P, Ferrari M. Bond strength performance of different resin composites used as core materials around fiber posts. *Dent Mater.* 2007; 23(1): 95-9.
23. Medina D, Kaplan A, Avalos M. Mecanismos de falla en postes de fibra de vidrio. CONAMET-SAM [Internet]. 2008 [citado: 28 Diciembre 2015]; [aprox. 8p.]. Disponible en: <http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/CONAMET-SAM2008/pdfs/g6.pdf>.
24. Lamichhane A, Xu C, Zhang F. Dental fiber-post resin base material: a review. *J Adv Prosthodont.* 2014; 6:60-5.
25. Molero F, Bazán R. Resistencia a la compresión de espigo muñones elaborados con dos tipos de materiales plásticos. *Kiru.* 2010; 7(2): 63-8.
26. Qing H, Zhu Z, Chao Y, Zhang W. In vitro evaluation of the fracture resistance of anterior endodontically treated teeth restored with glass fiber and zircon posts. *J Prosthet Dent.* 2007; 97(2): 93-8.

27. Novais VR, Simamoto PC, Rontani RM, Correr-Sobrinho L, Soares CJ. Bond strenght between fiber posts and composite resin core-influence of temperature on silane coupling agents. *Braz Dent J.* 2011; 23(1): 8-14.
28. Vallejo M, Maya C, Martínez N. Resistencia a la fracura de dientes con debilitamiento radicular. *CES Odont.* 2011; 24(1): 59-69.
29. Genovese K, Lamberti L, Pappalettere C. Finite element analysis of a new customized composite post system for endodontically treated teeth. *J Bio Mech.* 2004; 38(2005): 2375-89.
30. Kogan E, Zyman G. Estudio comparativo de la adaptación de 3 sistemas prefabricados de postes endodónticos a la preparación del conducto. *ADM.* 2004; 61(3): 102-8.
31. Barbosa F, Braz R. Durabilidad de la línea de unión de restauraciones adhesivas. *Acta Odontol Venez.* 2009; 47(1): 1-6.
32. Anusavice KJ. *Phillips ciencia de los materiales dentales.* Undécima edición. España: Elseiver España; 2008.
33. Macchi RL. *Materiales Dentales.* Cuarta edición. Argentina: Editorial Médica Panamericana: 2007.
34. Monticelli F, Osorio R, Sadek FT, Radovic I, Toledano M, Ferrari M. Surface treatments for improving bond strenght to prefabricated fiber posts: A literature review. *Operative Dentistry.* 2008; 33(3): 346-55.
35. De Sousa M, Cavalcanti E, Vinícius P, Faria-e-Silva AL, Soares CJ, Marcondes LR. Fiber post etching with hydrogen peroxide: Effect of concentration and application time. *JOE.* 2011; 37(3): 398-402.
36. Hidalgo R. Reacción de la dentina a los sistemas adhesivos resinosos: aspectos biológicos relacionados y biodegradación de la capa híbrida. *Rev Estomatol Herediana.* 2008; 18(1): 50-64.
37. Bottani E, Odetti HS. *Química inorgánica.* Cuarta edición. Santa Fe: Ediciones UNL; 2006.
38. Molinero MJ, García ML. *Formulación magistral. Prácticas de laboratorio.* Primera edición. Madrid: Ediciones Paraninfo, SA; 2014.
39. Herrera D, Kose C, Villa F, Stanislawczuk R, Reis A, Dourado A. Clorhexidina como alternativa para maximizar la longevidad de restauraciones adhesivas. *Rev Estomatol Herediana.* 2010; 20(7): 78-84.
40. Mazzitelli C, Ferrari M, Toledano M, Osorio E, Monticelli F, Osorio R. Surface roughness analysis of fiber post conditioning processes. *J Dent Res.* 2008; 87(2): 186-90.

41. Monticelli F, Goracci C, Ferrari M. Micromorphology of the fiber post-resin core unit: a scanning electron microscopy evaluation. *Dent Mater.* 2004; 20(2): 176-83.
42. Sahafi A, Peutzfeldt A. Durability of the bond between resin composite cores and prefabricated posts. *Acta Odontol Scand.* 2009; 67(5): 271-6.
43. Bitter K, Neumann K, Kielbassa AM. Effect of salinization on bond strenght of fiber posts to various resin cements. *Quintessence Int.* 2007; 38(2): 121-28.
44. Sahafi A, Peutzfeldt A. Durability of the bond between resin composite cores and prefabricated posts. *Acta Odontol Scand.* 2009; 67(5): 271-6.
45. Monticelli F, Toledano M, Tay F, Cury A, Goracci C, Ferrari M. Post-surface conditioning improves interface adhesion in post/core restorations. *Dent Mater.* 2006; 22(7): 602-9.
46. Umut A, Kurt M, Duran I, Uludamar A, Inan O. Effect of different acids and etching time on the bond strenght of glass fiber-reinforced composite root canal posts to composite core material. *Quintessence Int.* 2012; 43(1): 1-8.
47. Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR, et al. The adhesion between fibre posts and composite resin cores: evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. *International Endodontic J* 2006; 39: 31-39.
48. Wrbas K, Schirrmeister J, Altenburger M, Agrafioti A, Hellwig E. Bond strength between fibre posts and composite resin core: effect of post surface silanization. *International Endodontic J* 2007; 40: 538-43.
49. Yenisey M, Kulunk S. Effects of chemical surface treatments of quartz and glass fiber posts on the retention of a composite resin. *J Prosthet Dent* 2008; 99(1): 38-45.
50. Cekic-Nagas I, Sukuroglu E, Canay S. Does the surface treatment affect the bond strength of various fibre-post systems to resin-core materiales? *J Dent* 2011; 39(2): 171-9.
51. Novais VR, Simamotos PC, Rontani RM, Correr-Sobrinho L, Soares CJ. Bond strength between fiber posts and composite resin core: influence of temperature on silane coupling agents. *Braz Dent J* 2012; 23(1): 8-14.
52. Elsaka SE. Influence os chemical surface treatments on adhesion of fiber posts to composite resin core materials. *Dent Mater* 2013; 29(5): 550-8.

ANEXO 1

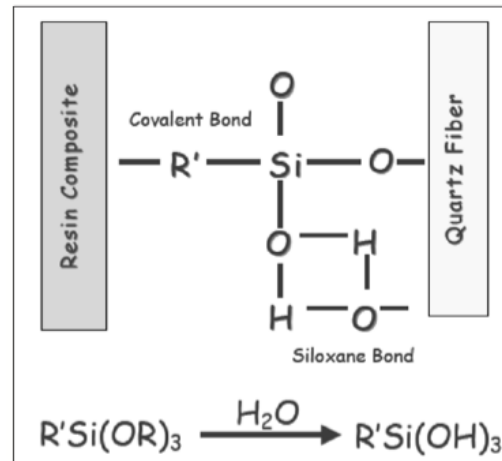


Gráfico 1. Gráfico representativo de la reacción de acoplamiento de la interface poste de fibra-resina. Tomado de: Monticelli F, Osorio R, Sadek FT, Radovic I, Toledano M, Ferrari M. Surface treatments for improving bond strenght to prefabricated fiber posts: A literature review. Operative Dentistry. 2008; 33(3): 346-55.

ANEXO 2

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Tipo	Escala de medición	Valores O Categorías
Resistencia adhesiva	Fuerza de tracción (en una muestra de una prueba de tensión) sobre el punto de fractura.	La tensión necesaria para fracturar un material o estructura.	Es la fuerza a la fractura sobre el área de superficie	Cuantitativa	Razón	MPa
Tipos de acondicionamientos	Consiste en la preparación de la superficie mediante la aplicación de una sustancia	Sustancias de diferentes concentraciones, consistencia y propiedades químicas	Sustancias aplicadas en diferentes tiempos sobre la superficie del poste de fibra de vidrio.	Cualitativa	Nominal Politómico	<p>Grupo I (Grupo control): Silano (60s)</p> <p>Grupo II: Peróxido de hidrógeno (9,11%,10min)+ Silano (60s)</p> <p>Grupo III: Ácido Fosfórico (37%, 15s)+Silano (60s)</p> <p>Grupo IV: Clorhexidina (2%, 60s)+Silano (60s)</p>

ANEXO 3**FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

	TRATAMIENTO DE SUPERFICIE (Silano 60s)		
MUESTRA	Área de contacto (Carga (N)	Resistencia a la tracción (Mpa)
I-1			
I-2			
I-3			
I-4			
I-5			
I-6			

	TRATAMIENTO DE SUPERFICIE (Peróxido de hidrógeno (9,11%,10min)+Silano (60s))		
MUESTRA	Área de contacto (Carga (N)	Resistencia a la tracción (Mpa)
II-1			
II-2			
II-3			
II-4			
II-5			
II-6			

TRATAMIENTO DE SUPERFICIE (Ácido Fosfórico (37%, 15s)+Silano (60s))			
MUESTRA	Área de contacto (Carga (N)	Resistencia a la tracción (Mpa)
III-1			
III-2			
III-3			
III-4			
III-5			
III-6			

TRATAMIENTO DE SUPERFICIE (Clorhexidina (2%, 60s)+Silano (60s))			
MUESTRA	Área de contacto (Carga (N)	Resistencia a la tracción (Mpa)
IV-1			
IV-2			
IV-3			
IV-4			
IV-5			
IV-6			

ANEXO 8

Tabla 1. Descripción, fabricante y composición de los materiales utilizados en este estudio.

Material	Descripción	Fabricante	Composición*
White Post DC 0.5	Poste de fibra de vidrio	FGM, Brasil	Fibra de vidrio, resina epoxi, carga inorgánica, promotores de polimerización.
Luxacore Z Dual	Resina de polimerización dual	DMG, Hamburgo, Alemania	Vidrio de bario, ácido silícico pirógeno, material de nanorelleno, dióxido de circonio en una matriz de resinas dentales de base Bis-GMA.
Bis-Silane TM	Silano de dos componentes	Bisco, Inc.	Parte A: Etanol (50-75%), 3-metacrililoiloxipropiltri metoxisilano (5-10%) Parte B: Etanol (50-75%)
Etch-37 TM	Ácido fosfórico gel 37%	Bisco, Inc	Ácido fosfórico (30-50%), cloruro de benzalconio 1%
Agua oxigenada 30 volúmenes	Peróxido de hidrógeno 9%	Farmacia universal	Peróxido de hidrógeno de 9%, agua destilada.
Clorhexidina s 2%	Digluconato de clorhexidina 2%	FGM, Brasil	Digluconato de Clorhexidina al 2%
*Indicado	por	el	fabricante.

ANEXO 6

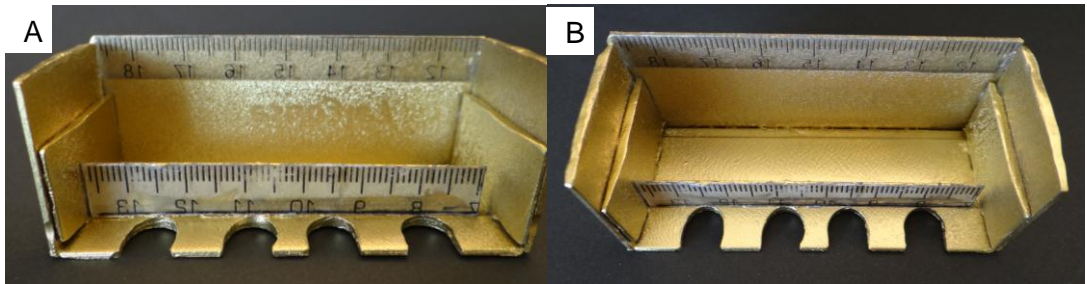


Figura 1. A,B. Aditamento de plástico



Figura 2. Modelo de molde de plástico



Figura 3. Uso de Calibrador digital Mitutoyo para confección de moldes de plástico



Figura 4. A. Postes White Post DC 0.5, FGM, Brasil, de diámetro 1.4 mm y longitud de 19 mm. B. Postes de fibra de vidrio estériles



Figura 5. Instrumental estéril

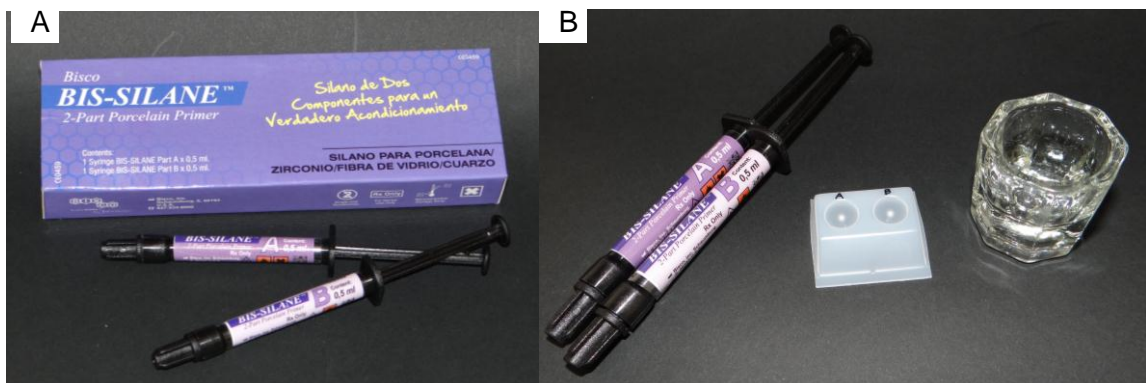


Figura 6. A. Silano de dos componentes, Bis-Silane™, Bisco, 0,5 ml. B. Combinación de los dos componentes

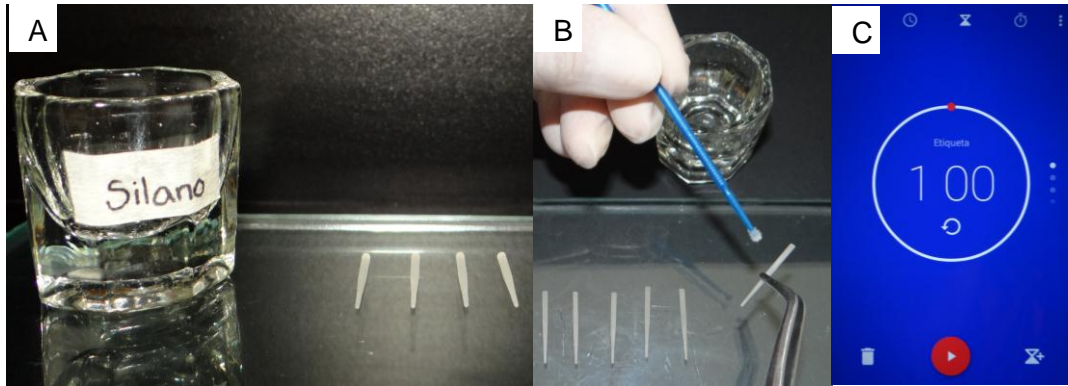


Figura 7. A-C. Grupo I (Grupo control -) Tratamiento de superficie: Silano (60s)

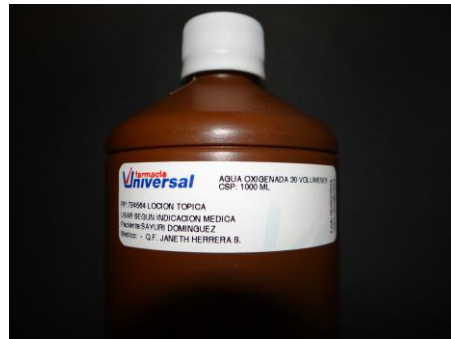


Figura 8. Frasco de Peróxido de Hidrógeno de 30 volúmenes, Farmacia Universal, 1000 ml.

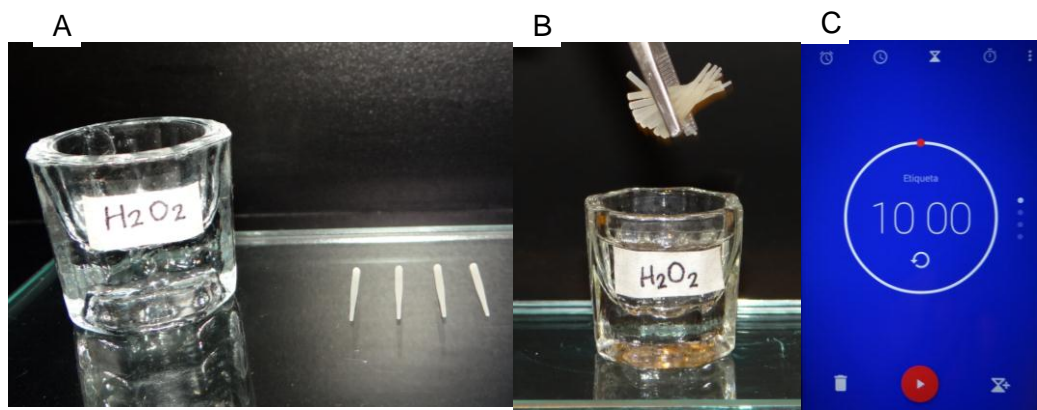


Figura 9. A-C. Grupo II (Grupo control +) Tratamiento de superficie: H_2O_2 (9%, 10 min)+Silano (60s)

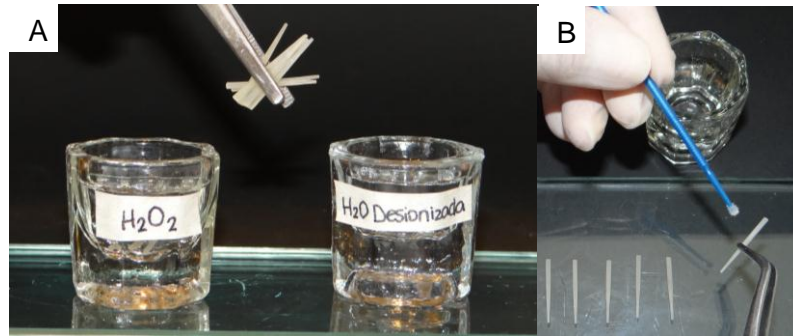


Figura 10. A. Lavado con agua desionizada. B. Capa de silano (60s)



Figura 11. Jeringa de ácido fosfórico gel al 37% Etch-37™, Bisco, 13g

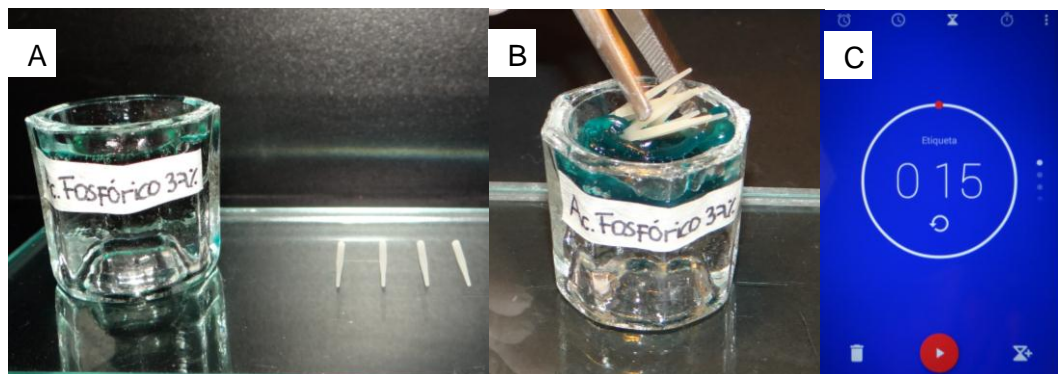


Figura 12. A-C. Grupo III: Tratamiento de superficie: Ac. Fosfórico (37%,15s)+Silano (60s)

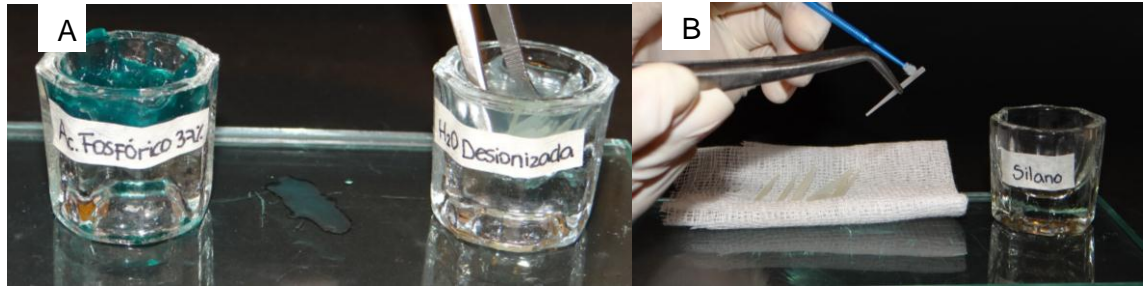


Figura 13. A. Lavado con agua desionizada. B. Capa de silano (60s)



Figura 14. Frasco de solución de Clorhexidina al 2%, FGM, 100 ml

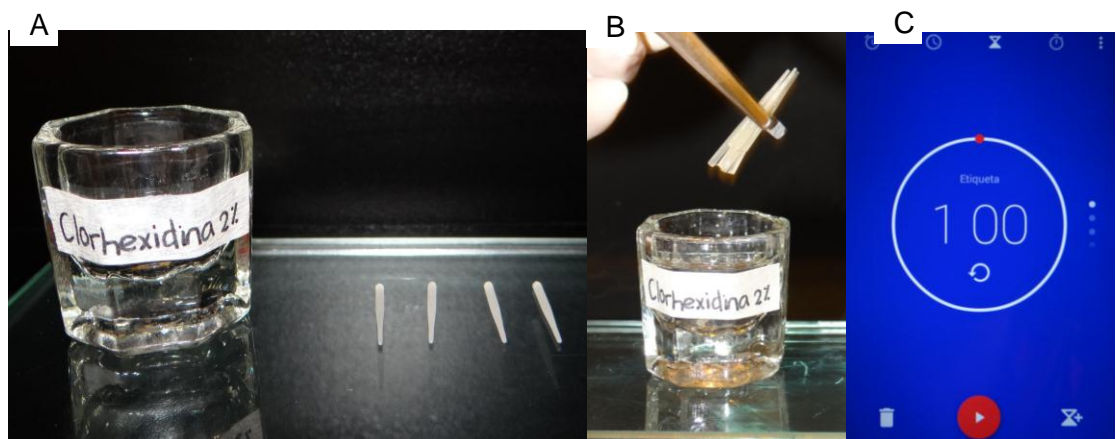


Figura 15. A-C. Grupo IV: Tratamiento de superficie: Clorhexidina (2%,60s) + Silano (60s)

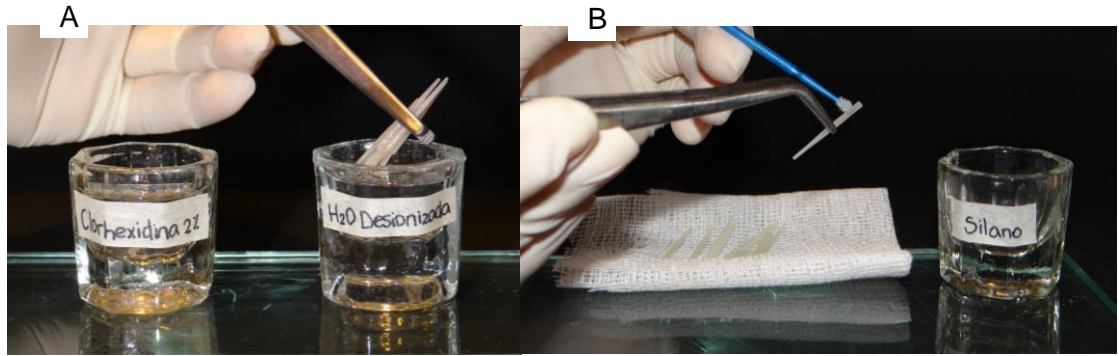


Figura 16. A. Lavado con agua desionizada. B. Capa de silano (60s)



Figura 17. Resina de polimerización dual (LuxaCore Z Dual, A3, DMG, Hamburgo-Alemania)



Figura 18. Lámpara de luz halógena Litex 680 A, Dentamerica



Figura 19. DigiRate Radiometer LM-100 Monitex. LED/Halogen Light Energy & Temperature

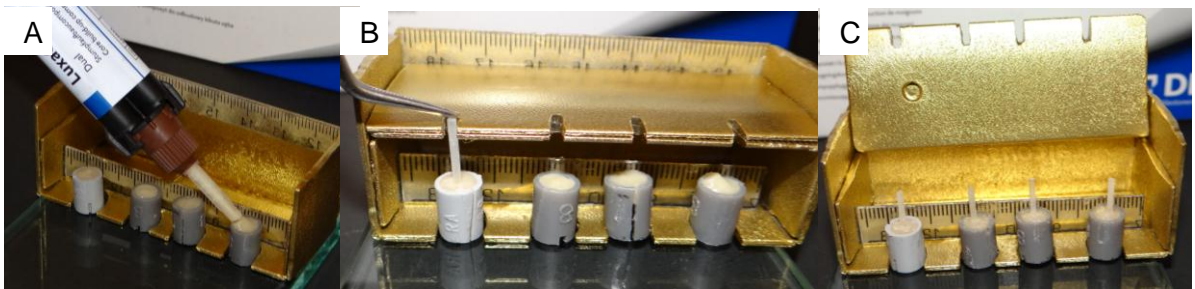


Figura 20. A-C. Elaboración del soporte y colocación de postes (parte cónica)

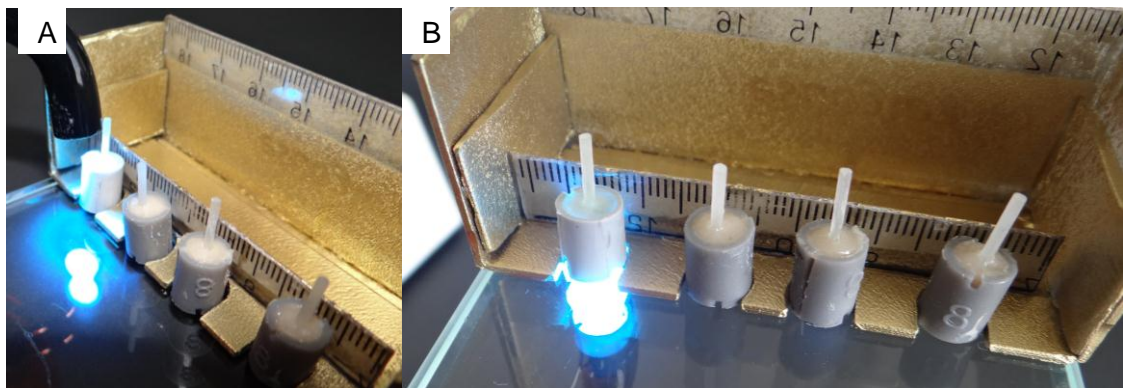


Figura 21. A,B. Polimerización del soporte por 50 segundos en cada lado

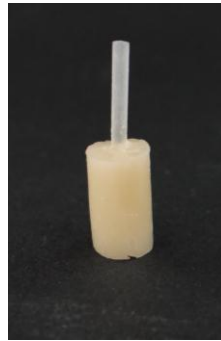


Figura 22. Modelo de soporte

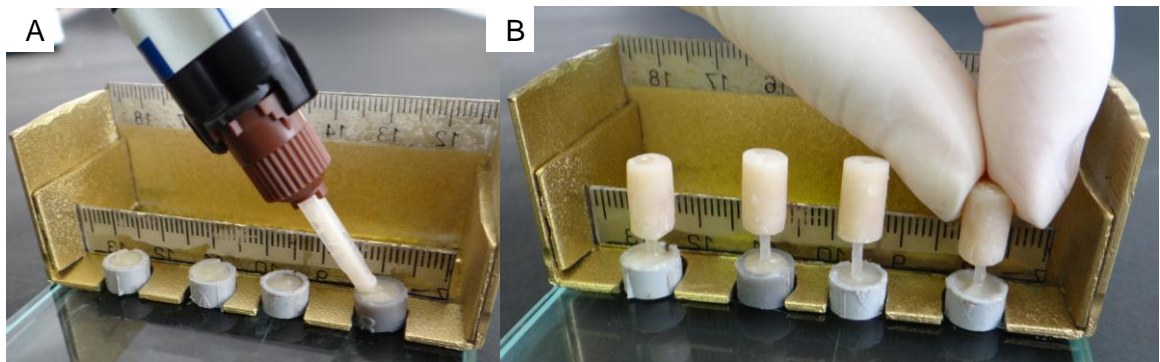


Figura 23. A,B. Elaboración del muñón de resina (parte cilíndrica)

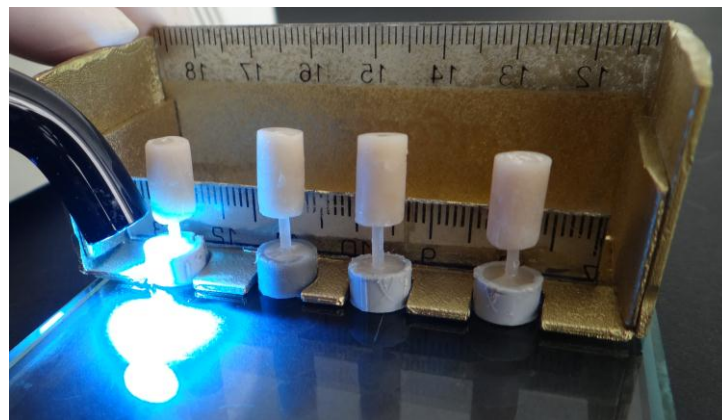


Figura 24. Polimerización del muñón de resina por 40 segundos

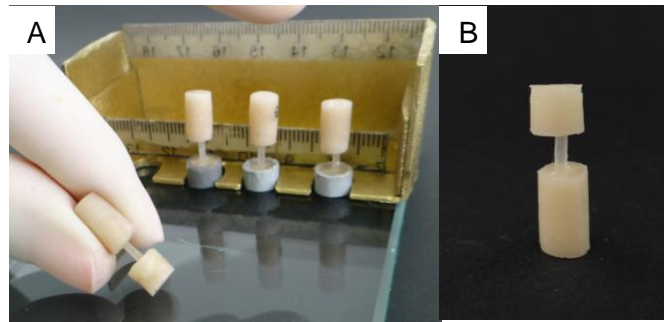


Figura 25. A,B. Modelo de muestra completa

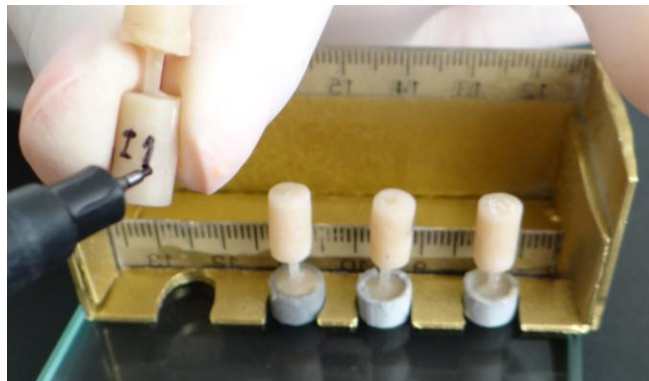


Figura 26. Rotulación de cada muestra



Figura 27. Máquina de ensayo universal (Zwick/Roell Z2.5 BT1-FR0.5TS.D14, Ulm-Alemania)

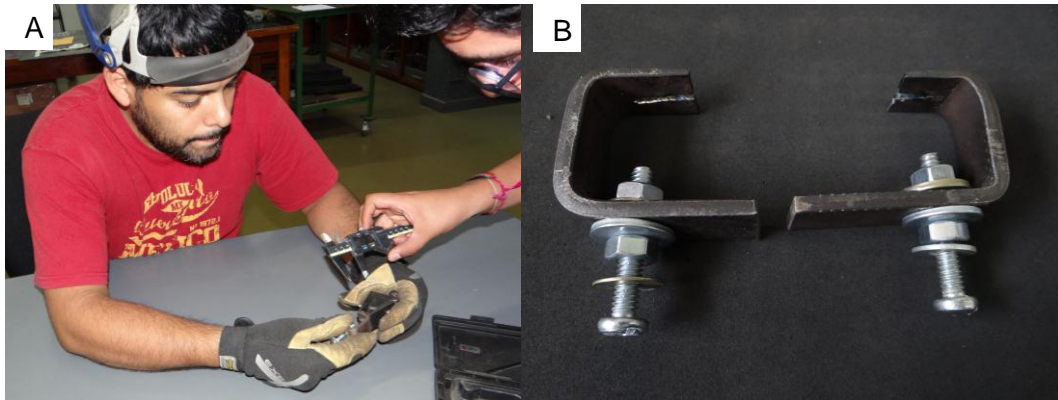


Figura 28. A,B. Confección de aditamentos para la máquina de ensayo universal



Figura 29. Colocación de la muestra

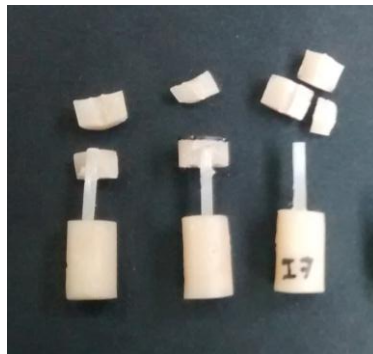


Figura 30. Ensayo de tracción hasta la fractura

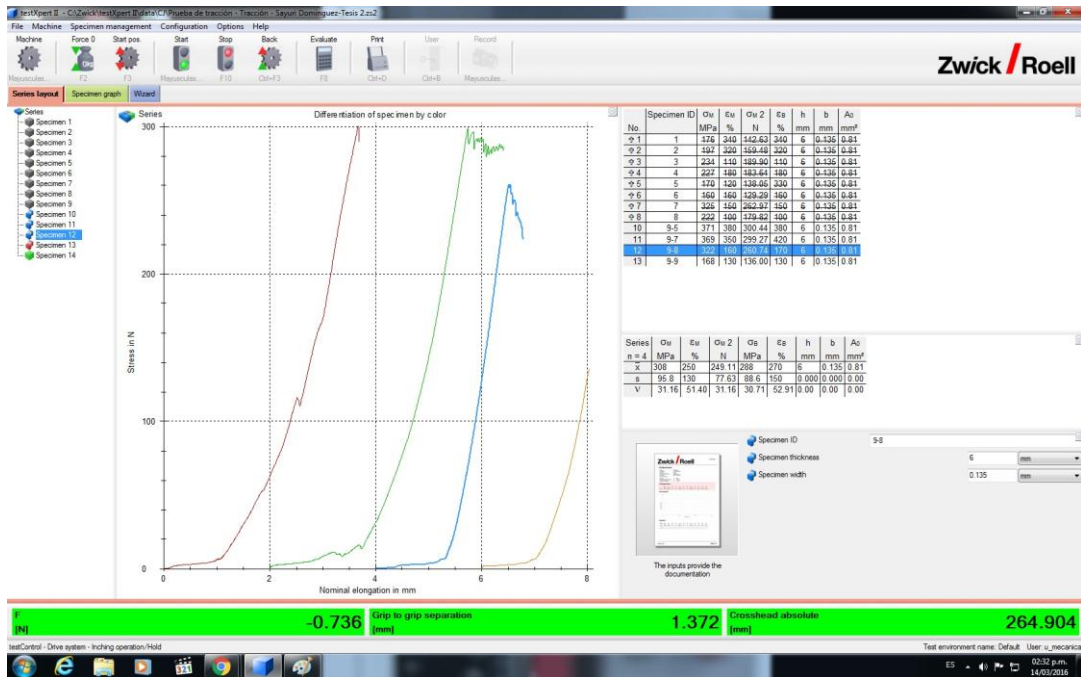


Figura 31. Resultados del ensayo