



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultades de Medicina, de Estomatología y de Enfermería

**RESISTENCIA DE UNIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS INDIRECTAS A LA
DENTINA UTILIZANDO DOS PROTOCOLOS DE ACONDICIONAMIENTO Y DOS
SISTEMAS ADHESIVOS CONVENCIONALES DE TRES PASOS.**

BOND RESISTANCE OF INDIRECT COMPOSITE TO DENTINE USING TWO
CONDITIONING PROTOCOLS AND TWO CONVENTIONAL ADHESIVE SYSTEMS
OF THREE STEPS.

Trabajo de Investigación para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Alumnos:

Bazalar Herrera, María Alexandra
Cáceda Saavedra, Andrea Victoria
Carreón García, Deborah Alondra

Asesor:

Ph. D John Alexis Dominguez

Docente: Departamento Académico Odontología Social - UPCH

Lima – Perú

2018

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
Introducción	5
Objetivos	6
Material y métodos	6
Resultados	13
Discusión	14
Conclusiones	18
Declaración de conflictos de interés	18
Referencias bibliográficas	19
Anexos	21

RESUMEN

Antecedentes: El éxito de las restauraciones indirectas dependerá de un buen protocolo de cementación, por lo tanto, el rendimiento clínico a largo plazo será influenciado por los protocolos de tratamiento superficial que se apliquen a dichas restauraciones. **Objetivo:** Evaluar los valores de resistencia de unión de dos protocolos de acondicionamiento sobre la superficie de resinas compuestas indirectas utilizando dos sistemas adhesivos convencionales de tres pasos. **Materiales y métodos:** Para la prueba de microtracción, se confeccionaron treinta y dos bloques de resina compuesta Filtek Suprem Z350 (2mm de altura y 10mm de diámetro) y se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos de acuerdo a los tratamientos de superficie: Grupo 1= Ácido fluorhídrico + Adhesivo Optibond FL, Kerr, Grupo 2= Ácido fluorhídrico + Optibond FL, Kerr, Grupo 3= Ácido fosfórico + Scotchbond Multipurpose, 3M, Grupo 4= Ácido fosfórico + Scotchbond Multipurpose, 3M. Los bloques de resina fueron cementados con Relyx ACR. Las muestras fueron seccionadas de mesial a distal con un 1mm de distancia; del mismo modo se realizaron cortes consecutivos de vestibular a lingual/palatino (n=14), los palitos obtenidos fueron llevados a la máquina de ensayo Microtensile OM100 con células de carga de 500N, con una velocidad de 0.75mm/min. Para la evaluación morfológica superficial se confeccionaron tres discos de resinas distribuidos en tres grupos: el primero fue de control sin ningún tratamiento, el segundo se le aplicó grabado con ácido fosfórico al 37% y al tercero con ácido fluorhídrico al 9%, se analizó el efecto superficial del ácido grabador con microscopía electrónica de barrido (MEB). **Resultados:** Se encontró una diferencia significativa en la aplicación de dos protocolos de acondicionamiento siendo el ácido fluorhídrico el que tuvo mayor valor utilizando el sistema adhesivo Optibond FL Kerr (39.55 ± 14.32). Así mismo, a la evaluación de MEB, se encontró que el ácido fluorhídrico genera mayores microporosidades en la superficie de resina. **Conclusiones:** La aplicación de ácido fluorhídrico obtuvo valores de resistencia de unión más altos que el ácido fosfórico, siendo significativos al utilizar el adhesivo Optibond FL, Kerr. El ácido fluorhídrico presentó mayores microporosidades en comparación del ácido fosfórico sobre la superficie de resina.

Palabras claves:

Ácido fluorhídrico. Microscopía electrónica. Microtracción. Resinas compuestas.

ABSTRACT

Background: The success of indirect restorations will depend on a good cementing protocol, therefore, the long-term clinical performance will be influenced by the surface treatment protocols that are applied to these restorations. **Objective:** The aim of the study was to evaluate the tensile bond strength of two conditioning protocols on the surface of indirect composite resins using two conventional adhesive systems of three steps. **Materials and methods:** In vitro experimental study of cross section. For the microtraction test, thirty-two Filtek Suprem Z350 composite resin blocks (2mm high and 10mm diameter) were made and randomly divided into four groups according to the surface treatments: Group 1 = Phosphoric acid + Optibond FL adhesive, Kerr, Group 2 = Hydrofluoric acid + Optibond FL, Kerr, Group 3 = Phosphoric acid + Scotch bond, 3M, Group 4 = Hydrofluoric acid + Scotch bond, 3M. The resin blocks were cemented with Relyx ACR. The samples were sectioned from mesial to distal with a 1mm distance; in the same way consecutive cuts were made from vestibular to lingual / palatal (n = 14), the obtained sticks were taken to the Microtensile OM100 test machine with load cells of 500N, with a speed of 0.75mm / min. For the superficial morphological evaluation, three discs of resin were made distributed in three groups: the first one was control without any treatment, the second one was etched with 37% phosphoric acid and the third one with 9% hydrofluoric acid. Surfaces were characterized under scanning electron microscopy (SEM). **Results:** A significant difference was found in the application of two conditioning protocols, hydrofluoric acid being the one that had the highest value using the Optibond FL Kerr adhesive system (39.55 ± 14.32). Likewise, to the evaluation of MEB, it was found that hydrofluoric acid generates micro-porosities on the resin surface. **Conclusions:** The application of hydrofluoric acid obtained higher bonding strength values than phosphoric acid, being significant when using the adhesive Optibond FL, Kerr. The hydrofluoric acid presented greater microporosities compared to the phosphoric acid on the resin surface.

Keywords:

Hydrofluoric acid. Dental cements Dentine. Electron microscopy. Microtraction
Composite resins.

INTRODUCCIÓN

En el campo de la odontología, conforme han pasado los años, se ha visto en aumento el uso de la resina compuesta en piezas afectadas con caries dental (1). Una de las alternativas es la técnica de restauración indirecta, la cual permite manipular el material de resina fuera de la boca permitiendo una mejor anatomía, contactos proximales y un ajuste oclusal preliminar de la superficie. Además, su alto volumen de relleno inorgánico permite que sea utilizado en dientes anteriores como posteriores con mejores propiedades de manejo clínico y acabado estético (2,3,4,5).

El éxito de las restauraciones indirectas dependerá de un buen protocolo de cementación, por lo tanto, el rendimiento clínico a largo plazo también será influenciado por los protocolos de tratamiento superficial que se apliquen a dichas restauraciones (6).

La cementación de resinas indirectas puede proporcionar los siguientes mecanismos de unión; el primer mecanismo es la unión química a la matriz de la resina, el segundo es la unión química a las partículas de relleno expuestas y el tercero es la retención micromecánica por la penetración del cemento de resina en las fisuras de la matriz. Dicha retención podrá ser efectuada por abrasión que es la técnica más conocida, en la cual se utilizan las partículas de óxido de aluminio; o también por grabado con fluoruro de fosfato acidulado y ácido fluorhídrico (7).

El propósito de nuestro estudio fue evaluar los valores de resistencia de unión de dos protocolos de acondicionamiento sobre la superficie de resinas compuestas indirectas utilizando dos sistemas adhesivos convencionales de tres pasos.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar los valores de resistencia de unión de dos protocolos de acondicionamiento sobre la superficie de resinas compuestas indirectas utilizando dos sistemas adhesivos convencionales de tres pasos.

Objetivos Específicos:

1. Comparar el efecto en los valores de resistencia de unión a la microtracción de resinas compuestas indirectas utilizando dos sistemas adhesivos convencionales de tres pasos previo tratamiento de superficie con ácido fosfórico al 37%.
2. Comparar el efecto en los valores de resistencia de unión a la microtracción de resinas compuestas indirectas utilizando dos sistemas adhesivos convencionales de tres pasos previo tratamiento de superficie con ácido fluorhídrico al 9%.
3. Comparar el efecto en la superficie de resinas compuestas indirectas antes y después de la utilización de ácido fosfórico y ácido fluorhídrico por medio de microscopía electrónica de barrido.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio fue de corte transversal, experimental in vitro. La construcción de las variables fue realizada a partir del objetivo general “Evaluar los valores de resistencia de unión de dos protocolos de acondicionamiento sobre la superficie de resinas compuestas indirectas utilizando dos sistemas adhesivos convencionales de tres pasos.” (Anexo 1).

Previa autorización del comité ética, constancia 150 – 06 – 18 (Anexo 2) , la muestra estuvo conformada por 32 terceras molares de pacientes recién extraídos por motivos ortodónticos que se obtuvieron del Departamento de Cirugía Maxilofacial de la Clínica Dental Docente de

la Universidad Peruana Cayetano Heredia, previa autorización de dicho departamento, se le solicitó la donación de dientes mediante una carta de permiso (Anexo 3), los dientes presentaron los siguientes criterios de inclusión: Sin daños estructurales, morfológicos y anatómicos y fueron almacenados en una solución de agua purificada, la cual se cambió cada tres días con una temperatura 37°C, inmediatamente después de la extracción.

Preparación de los dientes:

Después de obtener las 32 terceras molares que cumplían con los criterios de inclusión, Se seccionaron 1 milímetro por debajo de la unión cemento-adamantina con disco de diamante (KOMET, Schaumburg, USA) para pieza recta (NSK, Miami USA), luego se procedió a cortar a nivel del tercio oclusal dejando una superficie plana, posteriormente fueron lijadas con papel de carburo (Mercer, NY, USA) según su granulación, 600, 1000, 1200, 1500, 2000, 2500 (1 min por cada lija con refrigeración continua en agua). Para la diferenciación de esmalte y dentina, se pintó con tereftalato de polietileno (TF) (OPI California, USA).

Preparación de los bloques de resina:

Luego, se confeccionaron 35 bloques de resina utilizando una matriz metálica con dimensiones de 2 milímetros de altura x 10 milímetros de diámetro con resina Filtek Suprem Z350 (3M ESPE, Minnesota, USA), que fueron fotopolimerizados con Raddi Plus (SDI, Chicago, USA) con una intensidad de 1500 mW/cm², según fabricante. Los 32 dientes y los bloques de resina fueron distribuidos por medio de una aleatorización simple en 4 grupos. (Anexo 4 y 5)

Grupo 1 (Ácido Fluohídrico + Optibond FL, Kerr):

SUPERFICIE DE RESINA:

Se utilizó ácido fluorhídrico 9% (ULTRADENT, Utah, USA) durante 60 segundos, se lavó con abundante agua por 60 segundos, se secó durante 5 segundos con jeringa triple, se colocó adhesivo OPTIBOND FL (KERR, California, USA) con microbrush CAVIBRUSH (FGM, Santa Catarina, Brasil), durante 15 segundos, y se aplicó aire con ligera presión 5 segundos. Finalmente, se fotopolimerizó por 40 segundos con Ralii Plus (SDI, Chicago, USA) con una intensidad de 1500 mW/cm².

SUPERFICIE DE DIENTE:

Se aplicó ácido fosfórico 37% (3M, Minnesota, USA) durante 15 segundos en dentina, se lavó durante 30 segundos, secado con aire indirecto sin resecar, se colocó el Primer del OPTIBOND FL (KERR, California, USA) con microbrush CAVIBRUSH (FGM, Santa Catarina, Brasil) en dentina durante 20 segundos, se aplicó aire por 5 segundos, se colocó el adhesivo OPTIBOND FL con microbrush CAVIBRUSH (FGM, Santa Catarina, Brasil) durante 15 segundos y después se aplicó aire con ligera presión por 5 segundos. Finalmente, se fotopolimerizó por 40 segundos con Ralii Plus (SDI, Chicago, USA) con una intensidad de 1500 mW/cm².

Grupo 2 (Ácido fluorhídrico + Adper Scotchbond Multi-Purpose, 3M)

SUPERFICIE DE RESINA:

Se utilizó ácido fluorhídrico 9% (ULTRADENT, Utah, USA) durante 60 segundos, se lavó con abundante agua por 60 segundos, se secó durante 5 segundos con jeringa triple, se colocó adhesivo (ADPER SCOTCHBOND MULTI-PURPOSE (3M, Minnesota, USA) con

microbrush CAVIBRUSH (FGM, Santa Catarina, Brasil) durante 15 segundos, y después se aplicó aire con ligera presión 5 segundos. Finalmente, se fotopolimerizó por 40 segundos con Radii Plus (SDI, Chicago, USA) con una intensidad de 1500 mW/cm².

SUPERFICIE DE DIENTE:

Se aplicó ácido fosfórico 37% (3M, Minnesota, USA) durante 15 segundos en dentina, se lavó durante 30 segundos, se secó con aire indirecto sin resecar, se colocó el Primer del ADPER SCOTCHBOND MULTI-PURPOSE (3M, Minnesota, USA) con microbrush CAVIBRUSH (FGM, Santa Catarina, Brasil) en dentina durante 20 segundos, se aplicó aire por 5 segundos, se colocó el adhesivo ADPER SCOTCHBOND MULTI-PURPOSE con un microbrush CAVIBRUSH (FGM, Santa Catarina, Brasil) durante 15 segundos y después se aplicó aire con ligera presión por 5 segundos. Finalmente, se fotopolimerizó por 40 segundos con Radii Plus (SDI, Chicago, USA) con una intensidad de 1500 mW/cm².

Grupo 3 (Ácido Fosfórico + Optibond FL, Kerr)

SUPERFICIE DE RESINA:

Se utilizó ácido fosfórico 37% (3M, Minnesota, USA) durante 60 segundos, se lavó con abundante agua durante 60 segundos, se secó durante 5 segundos con jeringa triple, se colocó adhesivo (OPTIBOND FL (KERR, California, USA) con microbrush CAVIBRUSH (FGM, Santa Catarina, Brasil) durante 15 segundos, y después se aplicó aire con ligera presión 5 segundos. Finalmente, se fotopolimerizó por 40 segundos con Radii Plus (SDI, Chicago, USA) con una intensidad de 1500 mW/cm².

SUPERFICIE DE DIENTE:

Se aplicó ácido fosfórico 37% (3M, Minnesota, USA) durante 15 segundos en dentina, se lavó durante 30 segundos, se secó con aire indirecto sin resecar, se colocó el Primer OPTIBOND FL (KERR, California, USA) con microbrush CAVIBRUSH (FGM, Santa Catarina, Brasil) en dentina durante 20 segundos, se aplicó aire por 5 segundos, se colocó el adhesivo OPTIBOND FL con un microbrush CAVIBRUSH (FGM, Santa Catarina, Brasil) durante 15 segundos y después se aplicó aire con ligera presión por 5 segundos. Finalmente, se fotopolimerizó por 40 segundos con Radian Plus (SDI, Chicago, USA) con una intensidad de 1500 mW/cm².

Grupo 4 (Ácido Fosfórico + Adper Scotchbond Multi-Purpose, 3M)

SUPERFICIE DE RESINA:

Se utilizó ácido fosfórico 37% (3M, Minnesota, USA) durante 60 segundos, se lavó con abundante agua durante 60 segundos, se secó durante 5 segundos con jeringa triple, se colocó adhesivo ADPER SCOTCHBOND MULTI-PURPOSE (3M, Minnesota, USA) con microbrush CAVIBRUSH (FGM, Santa Catarina, Brasil) durante 15 segundos, y se aplicó aire con ligera presión 5 segundos. Finalmente, se fotopolimerizó por 40 segundos con Radian Plus (SDI, Chicago, USA) con una intensidad de 1500 mW/cm².

SUPERFICIE DE DIENTE:

Se aplicó ácido fosfórico 37% (3M, Minnesota, USA) durante 15 segundos en dentina, se lavó durante 30 segundos, se secó con aire indirecto sin resecar, se colocó el Primer ADPER SCOTCHBOND MULTI-PURPOSE (3M, Minnesota, USA) con microbrush CAVIBRUSH (FGM, Santa Catarina, Brasil) en dentina durante 20 segundos, se aplicó aire por 5 segundos,

se colocó el adhesivo ADPER SCOTCHBOND MULTI-PURPOSE con un microbrush durante 15 segundos y después se aplicó aire con ligera presión por 5 segundos. Finalmente, se fotopolimerizó por 40 segundos con Radii Plus (SDI, Chicago, USA) con una intensidad de 1500 mW/cm².

Cementación de la superficie de resina al diente:

Se aplicó el cemento RelyX™ ARC, 3M ESPE (se dispensó el cemento sobre el bloque de mezcla y se mezcló durante 10 segundos) a la superficie de la resina y del diente; y se procedió adjuntar uno encima de otro. Se retiró el exceso de cemento inmediatamente después de un leve asentamiento. Se fotocuró los márgenes durante 20 segundos con Radii Plus (SDI, Chicago, USA) con una intensidad de 1500 mW/cm², según fabricante.

Prueba de microtracción:

En la prueba de microtracción, las muestras fueron llevadas a la maquina ISOMET (Buehler, Chicago, USA) en la Universidad estatal de Ponta Grossa, para realizarse los cortes.

Se ubicó en un soporte metálico, sujeta con godiva de baja fusión secuenciados de mesial a distal con un 1 mm de distancia; del mismo modo se realizó cortes consecutivos de vestibular a lingual/palatino con la misma distancia, saliendo palitos de 1 mm en sus vértices. (Anexo 6)

Los especímenes fueron llevados a la máquina de ensayo MICROTENSILE OM100 (Odeme, Florida, USA) con células de carga de 500N, en el laboratorio de la Universidad Peruana Cayetano Heredia de Postgrado en Estomatología. La microtracción se realizó a una velocidad de 0.75mm/min (según fabricante) hasta la fractura de los mismos, los valores de resistencia de unión fueron escritos en la base de datos y convertidos a megapascuales. (Anexo 7)

Evaluación de la morfología superficial:

De los 35, se tomaron tres discos de resinas Filtek Supreme Z350 de 2mm de alto x10mm de diámetro distribuidos en tres grupos: el primero fue de control sin ningún tratamiento, el segundo se le aplicó grabado con ácido fosfórico al 37% y el tercero fue aplicado ácido fluorhídrico al 9%, con un tiempo de grabado de 60 segundos. Las muestras fueron secadas a 37°C durante 24 horas con calor seco, luego fueron metalizadas con paladio-oro 10nm, con esta técnica los electrones son reflejados sobre la superficie del espécimen.

La evaluación de la morfología superficial se realizó en el laboratorio de la Universidad Estatal de Ponta Grossa por 3 alumnos de la Maestría en Odontología. Las imágenes obtenidas fueron analizadas con el Microscopio Electrónico de Barrido (Digital Scanning Microscope DSM 940 Zeiss, Alemania, 1990), con aumento de 5000x, para comparar la morfología superficial de la resina y ver las diferencias microestructurales existentes tras el grabado obtenido, se evaluó con erosión o sin erosión.

Análisis estadístico:

Los datos fueron llevados a un test de normalidad D'Agostino, después de obtener su normalidad, se analizaron con un Anova de dos factores, y con post prueba de Tukey para encontrar diferencia entre adhesivos y entre tratamiento de ácidos.

RESULTADOS

Después del análisis de los datos se observó que la aplicación previa de ácido fosfórico con adhesivo Scotchbond Multipurpose presentó valores de resistencia de unión a la microtracción (19.15 ± 11.01) y adhesivo Optibond FL (24.14 ± 12.39), no se encontró diferencia significativa, mientras que la aplicación previa de ácido fluorhídrico obtuvo una diferencia significativa utilizando el sistema adhesivo Optibond FL (39.55 ± 14.32) que fue mayor que el sistema adhesivo Scotchbond Multipurpose (25.83 ± 10.96). (Tabla 1)

Cuando comparamos la diferencia entre el pretratamiento superficial con ácido fosfórico y ácido fluorhídrico para la aplicación de adhesivo Scotchbond Multipurpose, no se encontraron diferencia significativa, contrario, cuando se aplicó el adhesivo Optibond FL, donde la aplicación de ácido fluorhídrico (39.55 ± 14.32) presentó un mayor valor que el grupo que utilizó ácido fosfórico (24.14 ± 12.39), obteniendo una significancia de $p < 0.05$. (Tabla 1)

TABLA 1

Media y Desviación estándar en megapascuales (Mpa) de dos ácidos y dos adhesivos utilizados en el estudio.

	Adhesivo	
	SB	OFL
Ac. Fosfórico	19.15 ± 11.01 Aa	24.14 ± 12.39 Ab
Ac. Fluorhídrico	25.83 ± 10.96 Ba	39.55 ± 14.32 Aa
SB (Scotchbond Multipurpose)	OFL (Optibond FL)	
Letras mayúsculas diferentes denotan diferencia significativa Horizontal		
Letras minúsculas denotan diferencia significativa Vertical		

En cuanto a la observación de las muestras por Microscopio electrónico de Barrido, el grupo sin tratamiento de protocolo de acondicionamiento no presentó retención micromecánica en la superficie de resina (Imagen 1), la cual es muy parecida al grupo que se aplicó ácido fosfórico (Imagen 2) en comparación con el pretratamiento con ácido fluorhídrico que presentó mayor formación de microporosidades (Imagen 3).

DISCUSIÓN

Según los resultados de este estudio, la aplicación del ácido fosfórico obtuvo buenos valores de resistencia de unión a la microtracción en ambos sistemas adhesivos; sin embargo, es el ácido fluorhídrico quien otorga una mejor resistencia en el grupo que utilizó el sistema Scotchbond Multipurpose y un mayor aumento en el grupo que utilizó el sistema adhesivo Optibond FL, obteniendo una diferencia significativa.

En cuanto a las imágenes de Microscopía electrónica de barrido de la superficie de resina, en el grupo tratado con ácido fluorhídrico se encontró microporosidades a diferencia de los grupos que no fueron tratados con dicho ácido, los cuales no mostraron diferencias microscópicas importantes cuando se compararon.

La resina compuesta presenta en su composición una matriz orgánica, la cual contiene un monómero, un diluyente, retardante, iniciador y coiniciador; y una matriz inorgánica compuesta por partículas de relleno (8). Ambas matrices se enlazan con un agente de unión (silano) formando un enlace covalente. El silano es el agente de unión más común utilizado en

estas resinas, es una molécula bifuncional que por un extremo presenta grupos de silanol (-Si-OH) que se unirán a las partículas inorgánicas mediante enlaces de siloxano (-Si-O-Si-), por otro extremo presenta grupos de metacrilato organosilano que se enlazarán a la matriz orgánica (9).

El ácido fluorhídrico disuelve la matriz vítrea del composite de resina y el grado de erosión de este tipo de rellenos depende mucho de la composición de la resina (10). Kula y colaboradores reportaron que cristales de bario, boro-aluminosilicato, silicato, vidrio de estroncio y zinc exhibieron una degradación prolongada en el ataque ácido, mientras que el cuarzo, la sílice, los aluminosilicatos de litio y sus mezclas mostraron una menor participación (11,12).

En nuestro estudio se utilizó el composite Filtek Z350 3M, la cual es un tipo de resina nanohíbrida que posee nanorelleno (20nm) con nanoclusters de sílice y zirconio (0.6-1.4um), lo cual brinda mejores valores de dureza en la resistencia superficial. Además, como matriz orgánica presenta BIS-GMA y UDMA; y como iniciador, la canfoquinona (13).

La técnica de abrasión con partículas de óxido de aluminio es la más conocida y utilizada por generar una superficie rugosa y homogénea (14,15); sin embargo, esta técnica de tratamiento superficial no puede ser catalogada como universal debido a que existen una variedad de resinas, como lo reporta Wendler y colaboradores, donde el grabado con ácido fosfórico al 37% por 15 segundos obtuvo valores equivalentes de resistencia de unión a otros tratamientos de superficie como la abrasión y el pulido con fresa diamantada (16). Debido a esto, en nuestro estudio no se utilizó un grupo control como pretratamiento superficial.

Un estudio que corrobora lo antes mencionado es el de Sayaka Hori et al. donde se comparó pretratamientos superficiales de grabado (grabado con ácido fluorhídrico 1% en 30 segundos, 5 minutos y 10 minutos; y abrasión con partículas de óxido de aluminio) evaluando resistencia de unión a la microtracción, encontrando que a mayor tiempo de grabado se aumentó los valores de resistencia de unión cuando fue grabado con ácido HF, en una superficie de resina con alta carga de relleno vítreo creando microporosidades en la superficie de la resina indirecta (17). El tiempo y concentración de grabado que obtuvo mejor resistencia de unión en dicho estudio fue el ácido HF al 1% en 5 minutos, este resultado comparado con nuestro estudio nos da como hipótesis que la resistencia de unión se va a ver influenciada por el tiempo de grabado y la concentración del ácido fluorhídrico.

En nuestro estudio se aumentó la concentración del ácido fluorhídrico al 9%, éste actúa sobre la superficie de resina, disolviendo los rellenos de vidrio creando espacios para que su composición penetre y desestabilice el agente de unión entre las partículas de relleno inorgánicas con la matriz orgánica; permitiendo su disolución y formando posteriormente las microporosidades en dicha superficie. Estos espacios serán llenados por el cemento adhesivo al momento de la cementación (18).

Por otro lado, según Loomans et al. destacan que el grado de disolución de la carga después del tratamiento con ácido HF depende del tipo de relleno. En dicho estudio compararon el efecto de numerosos protocolos de grabado ácido en la rugosidad superficial de resinas con diferentes composiciones: rellenos híbridos o nanorellenos que estaban compuestos por bario y zirconio-sílice, respectivamente. Los resultados demostraron que la fase zirconio de la resina compuesta con nano-relleno presentó una mayor resistencia al ataque ácido debido a que dicha fase está protegida por partículas de sílice que una vez disueltas químicamente,

permitirán que los rellenos de zirconio se disocien del agente de unión y por lo tanto de la matriz orgánica de la resina, dejando la superficie más rugosa (19).

El sistema adhesivo de tres pasos resulta indispensable para alcanzar valores de fuerza de unión confiables, incluso teniendo en cuenta la existencia de sistemas autoadhesivos, se vio en el estudio de Mazur y col. que bajo pruebas de microtensión, ambas generaciones tienen resistencia de adhesión similares excepto las siguientes marcas: Scotchbond MP, 3M ESPE, PRIMEBOND NT, Dentsply y EXCITE, Ivoclar (20). En nuestro estudio se comparó el sistema adhesivo Schotbond Multipurpose y Optibond FL, determinando valores significativos en los grupos que utilizaron el adhesivo Optibond FL, esto es debido a la composición del primer donde existe un monómero fosfórico llamado GPDM o fosfato de gliceroldimetacrilato que no posee el sistema de la casa 3M haciéndolo menos resistente a movimientos traccionales (21).

En el estudio de Vichi y colaboradores se pudo inferir que el adhesivo Optibond FL ayuda a aumentar los valores de resistencia de unión gracias a que este monómero funcional presenta, por un lado, un grupo fosfato ácido que graba la estructura dental y se une químicamente con ion calcio del diente. Y, por otro lado, posee dos grupos metacrilatos funcionales que se van a unir con otros monómeros presentes en el adhesivo y/o material restaurador (22). Asimismo Vichi menciona a los estudios de Ulloa y García que bajo pruebas de microtensión evaluaban la resistencia de unión de diversos sistemas adhesivos convencionales y concluyeron que los valores fueron significativamente superiores con previo grabado ácido y siguiendo las instrucciones del fabricante de cada adhesivo, sin embargo destacaron la acción autoadhesiva del primer del sistema adhesivo Optibond FL por presentar rangos de Ph de 2,4

a 1,6 que realizaban un grabado en la superficie dentaria, creando tags de cemento de resina más profundos (23, 24).

Está comprobado que, a mayor grado de polimerización, la red de polímeros en la interfase adhesiva va a permitir que las propiedades mecánicas de los materiales resinosos mejoren (25,26). Así mismo, el primer de Optibond FL presenta una buena humectabilidad en la dentina dejando que el adhesivo tenga una buena fluidez dentro de la cavidad (27).

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este estudio y sus limitaciones se puede concluir:

- La aplicación de ácido fluorhídrico permitió obtener valores de resistencia de unión más altos que el ácido fosfórico, siendo significativos al utilizar el adhesivo Optibond FL.
- El ácido fluorhídrico presentó mayores microporosidades en comparación del ácido fosfórico sobre la superficie de resina.

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Tsujimoto A, Barkmeier W, Fischer N, Nojiri K, Nagura Y, Takamizawa T, et al. Wear of resin composites: Current insights into underlying mechanisms, evaluation methods and influential factors. *Jpn Dent Sci Rev.* 2018 May;54(2):76-87
2. Touati B. The evolution of aesthetic materials for inlays and onlays: a review. *Pract Periodontics Aesthet Dent.* 1996 Sep;8(7):657-66
3. Leinfelder K. New developments in resin restorative systems. *J Am Dent Assoc.* 1997 May;128(5):573-81
4. Touati B, Aidan N. Second-generation laboratory composite resins for indirect restorations. *J Esthet Dent.* 1997;9(3):108-18.
5. Soares C, Giannini M, Tavares de Oliveira M, Paulillo L, Martins L. Effect of Surface Treatments of Laboratory – Fabricated Composites on the Microtensile Bond Strength to Luting Resin Cement. *J Appl Oral Sci.* 2004;12(1):45–50.
6. Brosh T, Pilo R, Bichacho N, Blutstein R. Effect of combinations of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *J Prosthet Dent.* 1997 Feb;77(2):122-6.
7. Latta M, Barkmeier W. Bond strength of a resin cement to a cured composite inlay material. *J Prosthet Dent.* 1994 Aug;72(2):189-93.
8. Ferracane J. Resin composite - State of the art. *Dent Mater.* 2011 Jan;27(1):29-38.
9. Anusavice K, Phillips. *Ciencia de los Materiales Dentales.* Undécima edición. Elsevier, Madrid, 2004.
10. Özcan M, Alander P, Vallittu, Huysmans M, Kalk W. Effect of three surface conditioning methods to improve bond strength of particulate filler resin composites. *J Mater Sci Mater Med.* 2005 Jan;16(1):21-7.
11. Lin D, Huang B. Staining potential of acidulated phosphate fluoride (APF) foam on dental restorations in vitro. *J Conserv Dent.* 2015 Jan-Feb;18(1):30-3.
12. Kula K, Nelson S, Thompson V. In vitro effect of acidulated phosphate fluoride gel on the surface of composites with different filler particles. *J Prosthet Dent.* 1986 Aug;56(2):161-9.
13. Antonucci J, Dickens S, Fowler B, Hockin H, McDonough W. Chemistry of Silanes: Interfaces in Dental Polymers and Composites. *J Res Natl Inst Stand Technol.* 2005 Oct;110(5):541-58.
14. Shortall A, Baylis R, Wilson H. Composite inlay/luting resin bond strength- surface treatment effects. *J Dent.* 1996 Jan-Mar;24(1-2):129-35.
15. Swift Jr E, Brodeur C, Cvitko E, Pires J. Treatment of composite surfaces for indirect bonding. *Dent Mater.* 1992 May;8(3):193-6.
16. Wendler M, Belli R, Panzer R, Skibbe D, Petschelt A, Lohbauer U. Repair Bond Strength of Aged Resin Composite after Different Surface and Bonding Treatments. *Materials (Basel).* 2016 Jul; 9(7): 547-58.

17. Sayaka H, Hiroyuki M, Yoshito M, Hideo M, Takuo T. Effect of Hydrofluoric Acid Etching on Shear Bond Strength of an Indirect Resin Composite to an Adhesive Cement. *Dent Mater J*. 2008 Jul;27(4):515-22.
18. Loomans B, Cardoso M, Roeters F, Opdam N, De Munck J, Huysmans M et al. Is there one optimal repair technique for all composites?. *Dent Mater*. 2011 Jul;27(7):701-9.
19. Loomans B, Cardoso M, Opdam N, Roeters F, Munck J, Huysmans M et al. Surface roughness of etched composite resin in light o composite repair. *J Dent*. 2011 Jul;39(7):499-505.
20. Mazur R et al. Microtensile bond strength of adhesive systems of single and multiple steps. *Rev clín pesq odontol*. 009;5(2):89-94.
21. Brudevold F, Buonocore M, Wileman W, A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces *J Dent Res*. 1956 Dec;35(6):846-51.
22. Vichi A, Margvelashvili M, Goracci C, Papacchini F, Ferrari M. Bonding and sealing ability of a new self-adhering flowable composite resin in class I restorations *Clin Oral Investig*. 2013 Jul;17(6):1497-506.
23. Ulloa T, Jiménez C, Saravia M. Six-month microtensile bond strength of a self-adhering composite using different adhesive protocols on bovine enamel. *Pueblo cont*. 2014; 25(1):13-22.
24. Garcia R. Bonding performance of a self-adhering flowable composite to indirect restorative materials. *RSBO*. 2014;11(1):6-12
25. Wang R, Shi Y, Li T, Pan Y, Cui Y, Xia W. Adhesive interfacial characteristics and the related bonding performance of four self-etching adhesives with different functional monomers applied to dentin *J Dent*. 2017 Jul;62:72-80.
26. Bahillo J, Roig M, Bortolotto T, Krejci I. Self-etching aspects of a three-step etch-and-rinse adhesive. *Clin Oral Investig*. 2013 Nov;17(8):1893-900.
27. Juluski J, Goracci C, Rengo C, Giovannetti A, Vichi A, Vulicevic Z et al. Enamel and dentin bond strength of new simplified adhesive materials with and without preliminary phosphoric acid-etchin. *Am J Dent*. 2012 Aug;25(4):239-43.

ANEXO 1

Cuadro de variables independientes y dependientes evaluados en el estudio.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	ESCALA	VALORES
Protocolos de acondicionamiento	Compuesto químico que cuando se disuelve en agua, produce una solución con un pH menor a 7	Aplicación del ácido grabador en la superficie del diente y resina compuesta.	Cualitativa	Ácido fluorhídrico Ultradent y Ácido fosfórico 3M	Politómica Nominal	Grupo 1= Ácido fluorhídrico + Adhesivo 1 Grupo 2= Ácido fluorhídrico + Adhesivo 2 Grupo 3= Ácido fosfórico + Adhesivo 2 Grupo 4= Ácido fosfórico + Adhesivo 2
Adhesivos	Sustancia que puede mantener unidos dos o más cuerpos por contacto superficial.	Aplicación del adhesivo dental en la superficie del diente y resina compuesta.	Cualitativa	Optibond FL, Kerr y Scotch bond, 3M	Dicotómica Nominal	Adhesivo 1= Optibond FL, Kerr Adhesivo 2= Scotch bond, 3M
Resistencia de unión a la microtracción	Capacidad de un elemento para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, adquirir deformaciones permanentes o deteriorarse de algún modo.	Cualidad del adhesivo para resistir la separación al aplicar dos fuerzas que actúan en sentidos opuestos utilizando una máquina de ensayo universal.	Cuantitativa	Máquina de ensayo Microtensile OM100	Razón	0-∞
Efecto superficial del ácido grabador	Formación de microporosidades por acción del ataque ácido.	Mediante la observación de las muestras se detectará presencia de porosidades en la superficie o ausencia de éstas.	Cualitativa	Microscopio Electrónico de Barrido	Dicotómica Nominal	1= Presencia de microporosidades 2= Ausencia de microporosidades

ANEXO 4

Materiales dentales utilizados en el estudio experimental.

1. Resina compuesta 3M FILTEK SUPREM Z350
ARC



2. Cemento 3M™ RelyX™



3. Ácidos grabadores:

3.1 Ácido fluorhídrico 9%



3.2 Ácido fosfórico 37%



4. Adhesivos dentales:

4.1 Obtibond FL, Kerr
(3M)



4.2 Adper Scotchbond Multi-Purpose



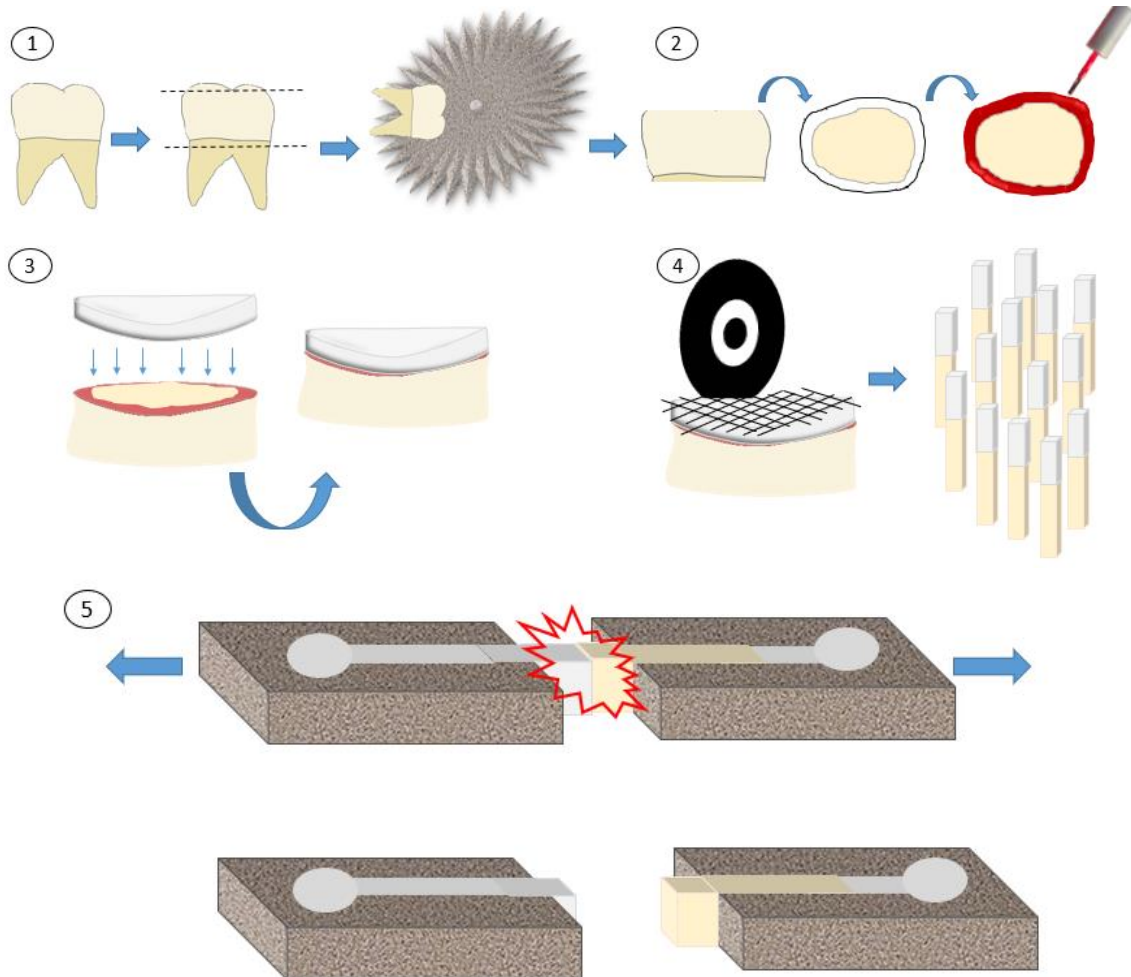
ANEXO 5

Cuadro de descripción de los materiales utilizados en el estudio.

GRUPOS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DIENTES
Grupo 1	ÁCIDO FLUORHÍDRICO + OPTIBOND FL (KERR)	8
Grupo 2	ÁCIDO FLUORHÍDRICO + ADPER SCOTCHBOND MULTI-PURPOSE (3M)	8
Grupo 3	ÁCIDO FOSFÓRICO + OPTIBOND FL (KER)	8
Grupo 4	ÁCIDO FOSFÓRICO + ADPER SCOTCHBOND MULTI-PURPOSE (3M)	8

ANEXO 6

Esquema de procedimiento para prueba de ensayo de microtracción.



1. Se recolectaron 32 terceras molares humanas (agua purificada) y fueron cortadas con la máquina ISOMET, 1 mm por debajo de UCA 1 mm a nivel tercio oclusal, dejando una superficie plana.

2. Se lijaron con papel de carburo y para diferenciar el esmalte y dentina, se pintó con tereftalato de polietileno (TF) color rojo (OPI California, USA).

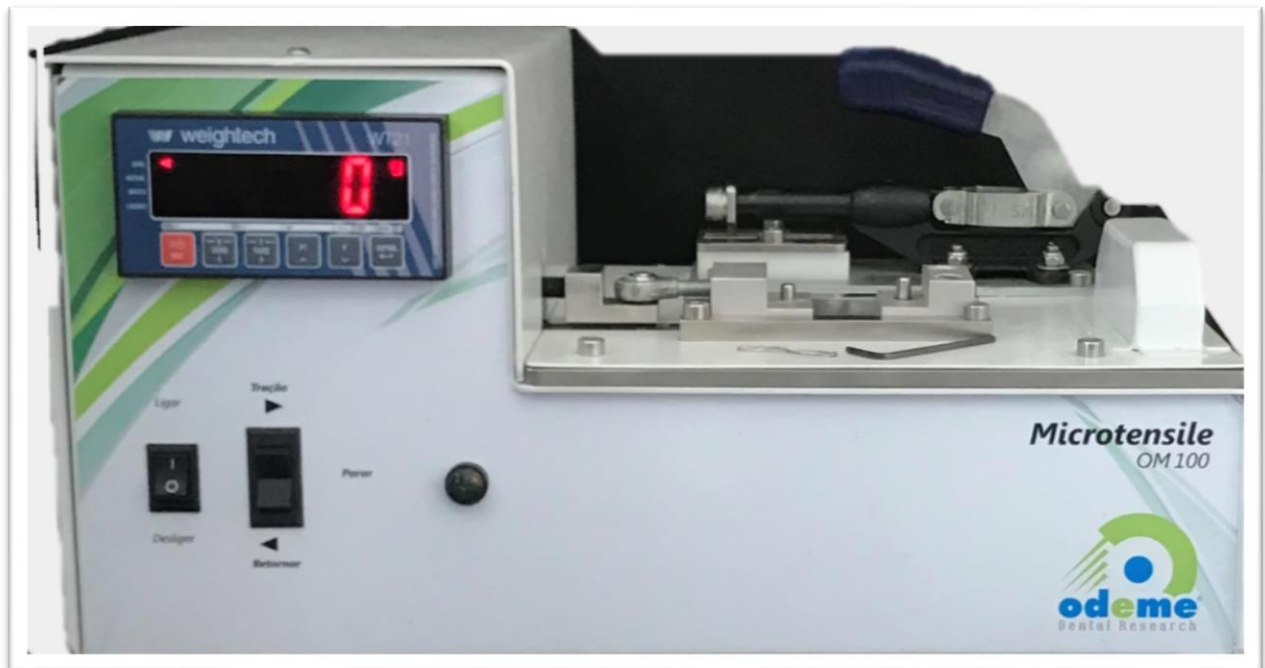
3. Se aplicó el cemento 3M™ RelyX™ diente y encima de este se colocó el bloque de resina.

4. Se realizó cortes consecutivos de vestibular a lingual/palatino y se obtuvieron palitos con una sección transversal de 1 mm con la máquina de ensayo MICROTENSILE.

5. La microtracción fue realizada a una velocidad de 1 mm/min hasta la fractura de este

ANEXO 7

Máquina de ensayo MICROTENSILE OM100 (Odeme, Florida, USA)



IMÁGENES DE MIRCROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (MEB)

