



**COMPARACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESION DE TRES PROTOCOLOS
PARA LA RE-CEMENTACIÓN DE BRACKETS CERAMICOS.**

Ana Marcela Pava Lozano

Código 20761921580

Ricardo Realpe Martínez

Código 20761925135

Jenny Paola Valencia Vásquez

Código 20761926494

Universidad Antonio Nariño

Programa Especialización en Ortodoncia

Facultad de Odontología

Armenia Quindío, Colombia

2022

**COMPARACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESION DE TRES PROTOCOLOS
PARA LA RE-CEMENTACIÓN DE BRACKETS CERAMICOS.**

Ana Marcela Pava Lozano

Ricardo Realpe Martínez

Jenny Paola Valencia Vásquez

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título:

Especialistas en Ortodoncia

Director (a): **Jorge Eduardo Barrera**

Odontólogo, Universidad Autónoma de Manizales

Ortodoncista, Universidad Autónoma de México

Línea de investigación:

Universidad Antonio Nariño

Programa Especialización en Ortodoncia

Facultad de Odontología

Armenia Quindío, Colombia

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado, **Comparación de la fuerza de adhesión de tres protocolos para la re-cementación de brackets cerámicos**, cumple con los requisitos para optar al título de Especialista en Ortodoncia.

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

Armenia Quindío, 19 mayo 2022

Agradecimientos

A Dios, por la fortaleza y la guía en cada uno de nuestros pasos, a nuestros padres, que siempre dan todo de sí, para brindarnos el apoyo y las palabras de aliento en los momentos más oportunos.

A nuestros docentes del area de investigación y a nuestro asesor científico, quienes con su experiencia y colaboración, aportaron de la mejor manera para el correcto desarrollo de esta investigación.

A quienes desarrollamos este proyecto, quienes, sin cada una de las cualidades que los hace únicos como personas, no hubieramos podido aportar desde lo profesional, lo ético y lo personal, todo lo valioso que se brindó para la culminación de este proceso.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	11
1. Introducción	13
2. Planteamiento del Problema	15
3. Justificación	17
4. Marco de Referencia	19
4.1. Marco Teórico (Antecedentes)	19
4.1.1. Tipos de adhesión	19
4.1.2. Técnicas de adhesión de brackets.....	20
4.1.3. Abrasión con aire (óxido de aluminio).....	20
4.1.4. Generalidades de adhesión de brackets cerámicos.....	20
4.1.5. Brackets cerámicos.....	22
4.1.6. Adhesivos	23
4.2. Estado del Arte.....	24
5. Objetivos	28
5.1. Objetivo General.....	28
5.2. Objetivos Específicos.....	28
6.1. Tipo De Estudio	29
6.2. Población de Estudio.....	29
6.3. Muestreo	29

6.4. Criterios de Inclusión y Exclusión	29
6.4.1. Criterios de inclusión	29
6.4.2. Criterios de exclusión:	30
6.5. Materiales.....	30
6.5.1. Adhesivos.....	30
6.5.2. Brackets.....	33
6.5.3. Lámpara de fotocurado	34
6.5.4. Máquina universal de pruebas	35
6.6. Material y equipo para recolección y conservación de las muestras	36
6.7. Material para el montaje de dientes en soportes de acrílico	36
7. Descripción del Procedimiento	38
7.1. Recolección de los Dientes	38
7.2. Conservación de los Dientes.....	39
7.3. Procedimiento para las Pruebas	39
7.4. Análisis de los Datos.....	41
7.5. Aspectos Éticos de la Investigación.....	41
8. Resultados	43
9. Discusión.....	49
10. Conclusiones	52
11. Bibliografía	53

Anexos	57
--------------	----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	30
Figura 2.....	31
Figura 3.....	32
Figura 4.....	33
Figura 5.....	34
Figura 6.....	35
Figura 7.....	35
Figura 8.....	36
Figura 9.....	36
Figura 10.....	38
Figura 11.....	39
Figura 12.....	40
Figura 13.....	47
Figura 14.....	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-.....	43
Tabla 2	44
Tabla 3	45
Tabla 4	46
Tabla 5	47

ANEXOS

Anexo 1	57
Anexo 2	62

Resumen

El aumento en la demanda brackets cerámicos en los últimos tiempos ha aumentado, a su vez, la necesidad de encontrar protocolos eficientes para la recementación de éstos con el objetivo de disminuir costos en los tratamientos. El objetivo de este estudio fue comparar la fuerza de adhesión de tres protocolos de recementación de brackets cerámicos (adhesión con Silano, adhesivo Ortho Solo, de la casa comercialOrmco y adhesivo Single Bond, de la casa comercial 3M), comparado con un grupo control de brackets cerámicos nuevos, todos fueron cementados en dientes premolares naturales sanos y la fuerza de descementación se obtuvo mediante una máquina universal de pruebas. Los resultados obtenidos indicaron que el grupo que necesitó mayor fuerza para su descementación fue el grupo en el que se utilizó el adhesivo Ortho Solo, de la casa comercial Ormco y el grupo que registro la menor fuerza de adhesión fue el grupo con el protocolo de adhesión con Silano.

Palabras clave: Brackets cerámicos, recementacion, fuerza de adhesión.

Summary

The increasing demand for ceramic brackets in the last years has brought a considerable need for finding new and more efficient protocols for rebonding ceramic brackets in order to reduce treatment costs. The purpose of this study was to compare the bonding force between three different ceramic brackets rebonding protocols (silano bonding protocol, Ortho Solo orthodontic adhesive, Ormco orthodontics; Single Bond adhesive, 3M.) and a control group of new ceramic brackets, all of them bonded in natural and healthy bicuspid teeth. The debonding force was

measured by a universal testing machine. As a result, the group that needed more debonding force was the Ortho Solo (Ormco) group. The group that showed less shear bond strength was the Silano Bonding Protocol group.

Key Words: Ceramic Brackets, Rebonding, Shear bond strength

1. Introducción

En la actualidad, existen cada vez más personas adultas en busca de tratamientos Ortodónticos, cuya preocupación principal es la estética; para ello una herramienta primordial de la cual pueden hacer uso los ortodoncistas son los brackets cerámicos. En muchas ocasiones se cometen errores en el posicionamiento de los brackets que obligan a la reposición de uno o varios de ellos, y según los objetivos del tratamiento, los brackets pueden o deben descementarse y recementarse nuevamente procurando la misma fuerza adhesiva inicial.

También, durante los tratamientos, los brackets se pueden descementar por diversas causas (fuerzas intraorales excesivas sobre los brackets, ingesta de alimentos demasiado duros, introducir objetos extraños en boca, onicofagia, etc.) por lo tanto se hace necesaria la recementación.

Al aumentarse la demanda de los tratamientos de ortodoncia y teniendo en cuenta los requerimientos de estética y el interés por los brackets cerámicos o estéticos (1), que incluso se ve influenciado por los estereotipos impuestos por la sociedad actual, amante de las redes sociales; se puede suponer que los brackets cerámicos se adaptan mejor a la percepción de estética de una persona, sobretodo adulta, además de ofrecer las mismas propiedades en cuanto a salud y funcionalidad, que los brackets metálicos.

Es muy común encontrar casos en los cuales los pacientes no son muy conscientes del cuidado y el manejo que se debe tener para con el tratamiento ortodóntico con este tipo de aparatología, ya que descementan repetidamente los brackets de forma involuntaria, lo que obliga también a un proceso de recementación; por lo tanto dentro de la dificultades y retos que deben enfrentar los ortodoncistas están: lograr una adecuada adhesión de los materiales empleados, el riesgo de causar alteraciones irreversibles en la superficie del esmalte de los dientes y los efectos tóxicos que puedan producir algunos agentes, como por ejemplo, el ácido Hidrofluorhídrico (1).

Es evidente la frecuencia del proceso de reposicionamiento de brackets durante los tratamientos, por lo tanto, el recementado de los brackets estéticos descementados, debe ser una opción disponible para los ortodoncistas en cuanto al objetivo de reducir los costos del tratamiento se refiere (2).

Existen varios métodos para la recementación de brackets cerámicos, pero también existe mucha controversia y escasez de estudios sobre los protocolos ideales que ofrezcan un adecuado proceso de adhesión, en la recementación de brackets cerámicos (3), por lo tanto, no es posible establecer mayores beneficios y ventajas de unos sobre otros.

Esta investigación pretende probar la efectividad en términos de fuerza de adhesión de tres métodos para la recementación de brackets cerámicos (Silano, adhesivo Ortho Solo de la casa comercialOrmco y Adhesivo Single Bond Universal de la casa comercial 3M), y establecer cuál de estos ofrece mayores beneficios y ventajas sobre los demás, lo cual aportará, seguramente, a la disminución de costos para el ortodoncista, optimización del tiempo de tratamiento, en tanto se reduce la frecuencia de procesos de recementación de brackets cerámicos dentro del tratamiento, y será un aporte a la literatura y a la práctica clínica, por medio de la evidencia.

2. Planteamiento del Problema

Actualmente la demanda en los tratamientos de ortodoncia ha aumentado en forma considerable, los brackets cerámicos o estéticos, se adaptan muy bien a las necesidades de los pacientes en términos de estética, lo cual ha contribuido de una u otra forma, a que, cada vez más, las personas adultas se interesen por someterse a tratamientos de ortodoncia en busca de una estética dental (1), que incluso se ve influenciada por los estereotipos impuestos por la modernidad y las redes sociales. Teniendo en cuenta las ventajas que brindan los brackets cerámicos, se adaptan mejor a la percepción de estética de una persona adulta, salud y funcionalidad, que los brackets metálicos.

Por otro lado, en muchas ocasiones, se cometen errores en el posicionamiento de los brackets que obligan a la reposición de acuerdo a los objetivos planteados para el tratamiento; los brackets deben descementarse, para recementarse nuevamente, con la misma fuerza adhesiva inicial. En relación a esto, también existen pacientes que no son muy cuidadosos con el tratamiento y descementan los brackets de forma involuntaria, lo que obliga también al proceso de recementación.

Algunos de los retos que deben resolver los ortodoncistas son: lograr una adecuada adhesión de los materiales empleados, el riesgo de causar alteraciones irreversibles en la superficie del esmalte y los efectos tóxicos producidos por algunos agentes, como, por ejemplo, el ácido Hidrofluorhídrico (1).

Como se mencionó, es frecuente el reposicionamiento de brackets durante el tratamiento, por lo tanto, el recementado de los brackets estéticos descementados, debe ser una opción que esté disponible para los ortodoncistas en cuanto a reducir los costos del tratamiento se refiere (2). Con base en lo anterior surge una pregunta: ¿Cuál es la diferencia entre la fuerza de adhesión de los

protocolos de recementación con Silano, adhesivo Ortho Solo de la casa comercialOrmco y Adhesivo Single Bond Universal de la casa comercial 3M?

3. Justificación

Uno de los productos usados para el proceso de recementación de brackets cerámicos es el Silano, en concentraciones de 3% y de 9%. Respecto del acondicionamiento de la superficie del bracket con Silano para mejorar la fuerza de adhesión entre la base cerámica y la resina adhesiva, se ha encontrado controversia en la literatura, por ejemplo; se ha reportado que el Silano disminuye la fuerza de adhesión al cizallamiento (Harris AM. y cols. 1992), también se ha informado que la aumenta (Falkensamer F. y cols. 2013), también se ha afirmado, que no tiene ningún efecto sobre la fuerza de adhesión (Chung CH. 2002) (2). Por lo tanto, no es posible establecer que este producto tenga alguna ventaja sobre los demás productos ofrecidos en el mercado.

En un estudio realizado para comparar la eficacia de la adhesión de brackets al esmalte dental, en el que se incluyó el adhesivo Ortho Solo de la casa comercialOrmco, tampoco se encontraron diferencias estadísticas significativas en los resultados para los grupos analizados. Este estudio se basó principalmente en la adhesión de adhesivos liberadores y no liberadores de flúor (30).

Existe mucha controversia y escasez de estudios sobre los protocolos ideales que ofrezcan un adecuado proceso de adhesión, sobre todo, para la recementación de brackets cerámicos. Actualmente no existe evidencia que compare específicamente estos tres métodos de recementación para brackets estéticos, por lo tanto, no es posible evidenciar si hay diferencias entre la fuerza de adhesión generada por el Silano, el adhesivo Ortho Solo de la casa comercialOrmco y el Adhesivo Single Bond universal de la casa comercial 3M; por lo cual con este trabajo se pretende probar la efectividad en términos de fuerza de adhesión de tres métodos para la recementación de brackets cerámicos y establecer cuál de estos, ofrece mayores beneficios y ventajas sobre los demás. Esto aportará a la disminución de costos para el ortodoncista,

optimización del tiempo de tratamiento, en tanto se reduce la frecuencia de procesos de recementación de brackets cerámicos dentro del tratamiento, y será un aporte a la literatura y a la práctica clínica por medio de la evidencia.

4. Marco de Referencia

4.1. Marco Teórico (Antecedentes)

Los brackets pueden descementarse cuando se los somete a fuerzas excesivas o debido a una técnica de unión deficiente, la limpieza inadecuada de la superficie del esmalte antes de la unión, falta de control de la saliva durante los procedimientos de unión, tiempo de grabado inadecuado, ya sea un tiempo de grabado corto o un tiempo de grabado prolongado y colocación incorrecta (4); también es frecuente la necesidad del reposicionamiento de los brackets durante el tratamiento. Un método sencillo para reprocesar los brackets de cerámica de retención química descementados, fue descrito por Lew y Djeng en 1990; consistía en calentar el bracket cerámico descementado hasta quemar la resina compuesta residual de la base del bracket y luego, agregar Silano, para reemplazar la retención química perdida. La resistencia promedio de adhesión al cizallamiento de los brackets reciclados era un 40%-50% menor que la de los nuevos, aunque era clínicamente aceptable (4).

El éxito o fracaso de la adhesión comienza en la superficie del diente. El acondicionamiento apropiado de la superficie, sea esta, esmalte, resina, porcelana o metal, es crítico. Una superficie que no está apropiadamente acondicionada o es contaminada no puede lograr una fuerza de adhesión satisfactoria indiferentemente del protocolo de adhesión (5). La adhesión se define como la fuerza que permite tener dos superficies en íntimo contacto, evitando su separación (6).

4.1.1. Tipos de adhesión

Mecánica: es aquella en donde intervienen factores físicos, como poros y rugosidades, que hacen interconexión y los materiales se traban entre sí.

Química: en esta unión actúan fuerzas primarias como enlaces iónicos, covalentes, metálicos y fuerzas de Van Der Waals, entre otras.

Física: en esta unión se forman enlaces entre átomos en la interfase del adhesivo y la resina.

Híbrida: es la unión de dos o más de las anteriores (7).

4.1.2. Técnicas de adhesión de brackets

Técnica de adhesión directa: El ortodoncista adhiere directamente los brackets en los dientes del paciente (7).

Técnica de adhesión indirecta: El ortodoncista cementa los brackets inicialmente en un modelo de yeso, de forma provisional, para posteriormente copiar la posición de los brackets en los modelos por medio de una férula o cubeta de transferencia y pasarlos a la boca del paciente (7).

4.1.3. Abrasión con aire (óxido de aluminio)

La abrasión con aire fue descrita primero por Black en 1945, como un método de preparación cavitaria (8). Se ha reportado que con el uso de partículas de Alúmina (óxido de aluminio), utilizadas en la abrasión con aire o arenado, conocido también como Sand Blasting, se cambia la superficie de los brackets descementados permitiendo la unión micromecánica entre el bracket y la resina adhesiva (1), y se han reportado mejores resultados que con el uso de otros productos empleados para el mismo fin como el Carburo de Silicio (9).

4.1.4. Generalidades de adhesión de brackets cerámicos

La resistencia al cizallamiento puede ser definida como la carga necesaria para producir una fractura en la interfase de unión entre dos materiales cuando se aplican fuerzas paralelas de sentido contrario (10). Durante el tratamiento de ortodoncia en ocasiones es necesario realizar la reposición de los brackets por lo cual es importante que tanto el esmalte dental como la superficie

del bracket sean preparados adecuadamente para proporcionar una descementación segura. Cuando los brackets cerámicos son descementados y vueltos a cementar en el esmalte dental se reduce su resistencia a un 40% - 50% (4), debido a esto, se deben buscar alternativas efectivas que permitan preparar las superficies involucradas para la adhesión de la aparatología, de tal manera que esta recementación sea efectiva y brinde condiciones similares a las que ofrece el bracket nuevo, pues estos brackets tienen un costo más elevado, por lo cual es fundamental poder reutilizar cada dispositivo con el fin de tener mejores proporciones costo-efectivas, que no incrementen el valor de los tratamientos.

Con los Brackets cerámicos ocurre una situación especial la cual es contraria a lo que sucede con los Brackets metálicos, pues con éstos el clínico se preocupa por que la fuerza adhesiva del esmalte dental y los brackets no sea débil y permita soportar el tratamiento de ortodoncia, mientras que con los cerámicos el clínico se preocupa es por su alta adhesión al esmalte (11) y la idea es realizar una descementación segura, que no genere fracturas dentales. Es importante añadir que los brackets cerámicos idealmente se deben evitar en pacientes con micro fracturas del esmalte o que presenten debilitamiento de la estructura dental pues presentarían mayor riesgo de lesiones en el esmalte (11).

La creciente demanda de tratamientos de ortodoncia mantiene a los ortodoncistas buscando la estrategia de unión óptima considerando diferentes soportes y superficies. La fuerza de unión debe realizarse de manera óptima en el esmalte, en resina o restauraciones en porcelana u otros materiales. También se debe obtener esta adhesión en brackets metálicos o cerámicos. De la misma manera esta unión debería ser adecuada en brackets recementados como en brackets nuevos, por lo cual, la fuerza de adhesión de los brackets es una preocupación importante durante el tratamiento de ortodoncia (12).

4.1.5. Brackets cerámicos

El tratamiento de ortodoncia siempre ha sido motivo de preocupación para los pacientes en cuanto a estética se refiere, las opciones que se manejan para dar solución a esta problemática son alterar la apariencia o disminuir el tamaño de los brackets de acero inoxidable; reposicionar el aparato sobre las superficies linguales de los dientes o cambiar el material del que están hechos los brackets (13). Los brackets cerámicos o estéticos surgieron en la década de 1980 como una alternativa más estética a comparación de los brackets tradicionales de acero inoxidable (14). Para conseguir este objetivo los brackets deben coincidir con el color del diente o poseer la translucidez adecuada para permitir que el color del diente subyacente penetre a través de ellos (13). Los brackets cerámicos están compuestos de óxido de aluminio en dos formas; Monocristalinos, fresados a partir de Monocristales de Alumina sintética (zafiro), y Policristalinos, fabricados y sintetizados utilizando aglutinantes especiales para fusionar térmicamente las partículas de alumina y los cristales de zafiro. La principal diferencia es que los Monocristalinos son más translucidos (14).

La principal ventaja del proceso de fabricación de brackets Policristalinos es la habilidad de moldeo de éstos, ya que, esta operación no es muy costosa. Las desventajas del proceso de moldeo, son la presencia de imperfecciones estructurales producidas por la gran cantidad de impurezas en los límites del grano. Tanto las impurezas que son de aproximadamente 0.001%, como las imperfecciones ligeras pueden servir como focos para la propagación de fracturas bajo tensión. Los brackets cerámicos Monocristalinos son manufacturados bajo un proceso completamente diferente. Los cristales de zafiro artificial son producidos haciendo una masa a temperaturas de 2100°C. Esta masa se enfría para permitir una cristalización cuidadosamente controlada. El cristal resultante es más puro que el zafiro natural (15).

La resistencia a la fractura de los brackets cerámicos es 20 o 40 veces menor que en los brackets de acero inoxidable. Si se comparan los brackets cerámicos de alúmina Policristalinos, con los Monocristalinos, existe una alta tendencia a la fractura de los Monocristalinos (15).

Los brackets cerámicos presentan condiciones especiales debido a las propiedades de su material, son brackets que no tienen muy buena resistencia a la torsión por lo cual es fundamental tener una técnica adecuada para la descementación, debido a que puede generarse la fractura del bracket y/o de la estructura dental, es por ello que diferentes investigadores han Intentado desarrollar nuevas técnicas de descementación elaboradas específicamente para brackets cerámicos; estas incluyen técnicas mecánicas, ultrasónica, láser y electrotérmica (11).

4.1.6. Adhesivos

Se han llevado a cabo diferentes estudios para comparar la resistencia al cizallamiento de diferentes adhesivos. En 2011 Prerna Hoogan y cols. utilizaron 120 premolares sanos divididos en 6 grupos, cada uno de 20 premolares; cada grupo contenía 2 subgrupos, uno al cual se le adhirieron brackets nuevos una única vez y otro grupo al cual se le recementaron los brackets, es decir, los brackets eran cementados, retirados y luego con una preparación de la superficie se cementaron nuevamente para luego medir su resistencia al cizallamiento con la maquina universal de ensayos Instron. Los productos evaluados fueron: 1) Transbond XT, 2) Transbond XT + ALL-BOND, 3) Transbond™ XT + Ortho Solo, 4) Transbond™ XT + Enhance L.C., 5) Light Bond y 6) Light Bond + Enhance L.C., obteniendo como resultado, que el adhesivo Ortho Solo junto con la resina Transbond™ XT fueron el tercer grupo con la carga media más alta en los brackets cementados por primera vez y en cuanto a los brackets recementados, fueron el segundo grupo con la carga media más alta; se obtuvo también, con el análisis de Weibull que la combinación de esos productos en los brackets recementados tenían una probabilidad de falla del 30 % comparado con

otros productos como con Light Bond TM + Enhance LC en brackets recementados donde obtuvieron un 80 % de falla, lo cual nos indica que el adhesivo Ortho Solo tiene una resistencia aceptable comparado con otros productos (31).

Uno de los adhesivos más usados en ortodoncia y odontología general es el adhesivo Scotch Bond Multipurpose, en el año 1997 el doctor Marc E. Olsen, realizó un estudio con el propósito de comparar los efectos sobre la resistencia de la unión y la ubicación de la falla del soporte de dos adhesivos (Sistema 1+ y Scotch Bond Multipurpose, Productos Dentales 3M) y dos acondicionadores de esmalte (ácido fosfórico al 37 % y 10% de ácido maleico), para ello se utilizaron 48 premolares humanos divididos en 4 grupos, en los cuales se aplicaron cuatro protocolos: 1) Sistema 1+ y ácido fosfórico, 2) Scotch Bond y ácido fosfórico, 3) Sistema 1 + ácido maleico y 4) Scotch Bond y ácido maleico; finalmente obtuvieron como resultado que el uso de Scotch Bond Multipurpose y/o ácido maleico no afecta significativamente la fuerza de unión (32).

4.2. Estado del Arte

En 2020, el doctor Mihai Urichianu, evaluó la resistencia al cizallamiento de los brackets cerámicos Symetri Clear y Radiance Plus, nuevos y reacondicionados, siguiendo diferentes procedimientos de acondicionamiento de la base del bracket; también buscó determinar los cambios en la morfología de la base del bracket después del reacondicionamiento. Para ello realizó un estudio controlado aleatorizado, *In vivo*, donde se incluyeron 200 dientes incisivos bovinos a los cuales se les cementaron 100 brackets Symetri Clear y 100 brackets Radiance Plus. A cada grupo se les dividió en 4 subgrupos de 20 dientes con diferentes acondicionamientos de la superficie (sin tratamiento de superficie, Silano, arenado y flameado); para evaluar la resistencia al cizallamiento de los brackets nuevos y reacondicionados se utilizó un Ultradent UltraTester, también se utilizó microscopia electrónica de barrido para evaluar la superficie del brackets antes

y después de la recementación, obteniendo como resultado que los nuevos brackets tenían una resistencia al cizallamiento significativamente mayor que los reacondicionados, dentro de los grupos reacondicionados, los brackets Symetri Clear sin tratamiento superficial y los brackets Radiance Plus tratados con sellador, demostraron las fuerzas de unión más altas y los brackets que presentaron las menores fuerzas de unión fueron los Radiance Plus con tratamiento de arenado. dentro de las conclusiones más importantes se obtuvo que en comparación con otros métodos de acondicionamiento, la unión de los brackets Symetri Clear sin tratamiento de superficie mostró la mayor adherencia al cizallamiento (29).

En el año 2016, el Dr. Mohamed E. Yousef y Cols., realizaron un estudio en el cual se pretendía comparar 3 procesos para la recementación de brackets cerámicos los cuales eran: arenado con óxido de aluminio combinado con aplicación de Silano, arenado con sílice junto con aplicación de Silano y por último aplicación de calor combinado con aplicación de Silano, utilizaron 60 brackets cerámicos que serían cementados en dientes premolares sanos los cuales fueron divididos en 4 grupos de 15 cada uno, a cada grupo se le aplicó un proceso de los anteriormente mencionados, más un grupo control en el cual los brackets serían cementados una única vez; finalmente se midió la fuerza que soportaban todos los dientes con los brackets recementados utilizando una máquina universal “Com-Ten Industries, Pinellas Park”, posteriormente se obtuvo como resultado, que el protocolo que demostró mayor resistencia al cizallamiento, fue el proceso de aplicación de calor + Silano (19,5 MPa), seguido del proceso de arenado con sílice + Silano (19,2 MPa). Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas entre sí.

En años anteriores se han realizado estudios para intentar probar otros procesos para la recementación, en el año 2010 en un estudio llamado “Recycling of Ceramic Bracket Using Burning Technique (An in vitro study)”, se seleccionaron 20 brackets cerámicos los cuales fueron cementados en 20 dientes premolares con resina 3M Transbond XT™, posteriormente se dividieron en dos grupos de 10 dientes cada grupo, en un grupo, los brackets fueron descementados con un porta agujas “Bachmann“, luego fueron sometidos a calor por medio de “Pros'Ket tool“ para facilitar el proceso de limpieza de la superficie, los brackets fueron recementados y se midió la resistencia al cizallamiento de éstos usando un “Testing Machine” (unconfined shear testing machine./england), finalmente, como resultados se obtuvo que el calor directamente permite eliminar de manera eficaz los residuos de la base del bracket, pero reduce en gran cantidad la resistencia del brackets pues paso de 7,37 MPa a 2,30 MPa, lo que impediría la reutilización del bracket de forma segura (16).

Años atrás en 2002, el Dr Chun-Hsi Chung y col. realizaron un estudio llamado “Shear bond strength of rebonded mechanically retentive ceramic brackets” en el cual se evaluó la fuerza de adhesión de los brackets cerámicos a dientes premolares, al ser sometidos a procesos para aumentar la retención de la superficie con el fin de ser recementado; se separaron en seis grupos: grupo 1, control: brackets cementados nuevos, grupo 2: arenado, grupo 3: arenado + sellador (primer), grupo 4: arenado + ácido fluorhídrico, grupo 5: arenado + ácido fluorhídrico + sellador (primer), grupo 6: arenado + Silano. Posteriormente se evaluó la fuerza de adhesión con un “Instron Corp, Canton, Mass” donde finalmente se observó que el proceso que presentó mayor fuerza de adhesión fue la del grupo 3: (7,65 MPa), seguido del grupo 6 (6.5 MPa), finalmente se concluyó en este estudio, que, solo el grupo 3 fue comparable en cuanto a fuerza con el grupo

control y que el tratamiento de ácido fluorhídrico con el arenado disminuye significativamente la fuerza de unión (17).

En 1994, el Dr. Peter G y col., publicaron un estudio con el objetivo de evaluar: 1, La cantidad de resina que queda en la base del bracket después de la descementación; 2, evaluar la fuerza de adhesión de brackets cerámicos reacondicionados bajo diferentes procesos, que habían sido retirados con un descementador electrotérmico; para ello utilizaron 100 brackets cementados a 100 dientes bovinos y se seleccionaron 4 grupos, 25 para cada grupo; los procesos fueron los siguientes: 1, aplicación de Silano; 2, calor + aplicación de Silano; 3, ácido fluorhídrico + Silano y 4, calor + ácido fluorhídrico + Silano, obteniendo como resultado que el uso de calor + Silano o únicamente aplicación de Silano, dió como resultado una fuerza de adhesión superior (9MPa) comparado con el uso de ácido fluorhídrico que redujo la fuerza de adhesión significativamente (2MPa) (18).

Knneth et al en 1991 realizaron un estudio en el cual se realizó la cementación de brackets reciclados y un grupo control con brackets nuevos. Los brackets reciclados pasaron primero por un protocolo de acondicionamiento en el cual se les aplicaba calor para eliminar la resina residual, luego se introducían en alcohol al 100% y se dejaban secar, posteriormente las muestras se guardaban 7 días en solución salina. Luego del proceso de descementación para medir la resistencia de la unión, se halló que el grupo control (brackets nuevos) tenían una fuerza de unión media significativamente más alta que el grupo experimental. Llegaron a la conclusión de que, aunque el rango en la fuerza de la unión fue mayor en el grupo control hubo poca diferencia en el valor medio. Esta variación podría deberse a otros factores como algún fallo en el proceso de adhesión. En términos generales el sistema de reciclado de brackets cerámicos es un método viable para la recementación de estos brackets (20).

5. Objetivos

5.1. Objetivo General

Comparar la fuerza de adhesión generada por tres protocolos (adhesión con Silano, adhesivo Ortho Solo de la casa comercialOrmco y adhesivo Single Bond Universal de la casa comercial 3M), para el proceso de re-cementación de brackets cerámicos.

5.2. Objetivos Específicos

1. Medir la fuerza requerida para descementar los brackets cerámicos, no tratados (sin ningún protocolo), tratados con el protocolo de adhesión con Silano, adhesivo Ortho Solo de la casa comercial Ormco y adhesivo Single Bond Universal de la casa comercial 3M).
2. Determinar con cuál de los tres protocolos se requiere más fuerza para descementar los brackets.

6. Aspectos Metodológicos

6.1. Tipo De Estudio

Experimental in vitro.

6.2. Población de Estudio

Brackets cerámicos para dientes premolares.

6.3. Muestreo

Se tomó una muestra a conveniencia de 48 Brackets cerámicos CLARITY ADVANCED™ (3M Unitek), para dientes premolares buscando obtener un número aproximado de 12 dientes para 12 brackets premolares por grupo.

Una muestra a conveniencia es un tipo de muestreo no probabilístico y no aleatorio para crear muestras basados en la elección del investigador, facilidad de acceso a la población y la disponibilidad de las personas de formar parte de la muestra; en un intervalo de tiempo dado o cualquier otra especificación práctica de un elemento particular (28).

6.4. Criterios de Inclusión y Exclusión

6.4.1. Criterios de inclusión

Brackets cerámicos nuevos para dientes premolares, CLARITY ADVANCED (3M Unitek); dientes premolares sanos, dientes premolares no restaurados en cara vestibular, dientes de pacientes en edades entre 15 y 35 años, dientes conservados según el protocolo, dientes premolares sin antecedentes de adhesión, rehabilitación, fracturas, aclaramientos dentales y endodoncias.

6.4.2. Criterios de exclusión:

Brackets cerámicos que después del proceso de descementación hayan presentado fracturas, brackets cerámicos usados, brackets de otras casas comerciales, dientes diferentes a premolares, premolares con evidencia de caries en las superficies vestibulares, alteraciones en el esmalte, restos o evidencias de procesos de adhesión, dientes rehabilitados, fracturados, con signos de aclaramiento dental y tratados endodónticamente.

6.5. Materiales

6.5.1. Adhesivos

Adhesivo fotopolimerizable Ortho Solo de la casa comercialOrmco: Es un sellador universal y estimulador de la adhesión, contiene Metacrilato de 2-hidroxietilo (30-60%), 2-hidroxietil-1,3-propanodiol bismetacrilato (5-10%), etanol (1-5%), Metacrilato de 3-trimetoxisililpropilo (1 – 5%), hexafluorosilicato de sodio (0.1 – 1%). Según las indicaciones de la casa comercialOrmco, este adhesivo posee relleno de materiales vítreos que le permiten actuar como un amortiguador de esfuerzos y golpes, lo que ayuda a prevenir las grietas que pueden provocar fallas en la unión.

Figura 1

Adhesivo fotopolimerizable Ortho Solo



Nota. Este producto, es de la casa comercial Ormco: Es un sellador universal y estimulador de la adhesión, contiene Metacrilato de 2-hidroxietilo (30-60%), 2-hidroxi-1,3-propanodiolo bismetacrilato (5-10%), etanol (1-5%), Metacrilato de 3- trimetoxisililpropilo (1 – 5%), hexafluorosilicato de disodio (0.1 – 1%). Según las indicaciones de la casa comercial Ormco, este adhesivo posee relleno de materiales vítreos que le permiten actuar como un amortiguador de esfuerzos y golpes, lo que ayuda a prevenir las grietas que pueden provocar fallas en la unión.

Fuente: Investigación propia a partir de los resultados de la investigación

Figura 2

Adhesivo fotopolimerizable Single Bond Universal



Nota. Producto de la casa comercial 3M: es un grabador universal que contiene Metacrilato de 2-Hidroxietilo (15 – 25%), Bisfenol A Diglicidil Éter Dimetacrilato (BISGMA) (15 – 25%), Decameten Dimetacrilato (5 – 15%), Etanol (10 – 15%), Sílice tratada con Silano (5 – 15%), Agua (10 – 15%), 10-decanodiol fosfato dimetacrilato (1 – 10%), Copolímero de ácido acrílico y itacónico (1 – 5%), canforquinona (< 2%), N,N Dimetil Benzocaina (< 2%). Según la descripción de la casa comercial 3M, tiene la capacidad combinada de adhesión/imprimación para adherirse

en sustratos indirectos (metales, circonio, alúmina y cerámicas de vidrio) sin un imprimador adicional. Fuente: Investigación propia a partir de los resultados de la investigación

Figura 3

Silano



Nota. Producto de la casa comercial Angelus: El Silano es un monómero de doble función que consiste de un grupo silanol que reacciona con la superficie de la porcelana, y un grupo metacrilato que copolimeriza con la matriz de resina del composite. Los agentes de unión del Silano son conocidos por favorecer la humectabilidad de los sustratos de vidrio, aumentar la unión física, mecánica y química del composite a la porcelana y aumentar la resistencia al agua de la interfase de unión, contiene silano (>99%). Fuente: Investigación propia a partir de los resultados de la investigación

6.5.2. Brackets

Figura 4

Bracket Clarity Advanced



Nota. Los brackets utilizados para el desarrollo de esta investigación fueron brackets CLARITY ADVANCED (3M Unitek); se emplearon brackets de reposición para dientes premolares. Fuente 1. https://www.3m.com.co/3M/es_CO/p/d/hcbgeqr000003. 2 Investigación propia a partir de los resultados de la investigación.

De acuerdo con las indicaciones de la casa comercial, son moldeados por inyección, lo que genera bordes redondeados y esquinas más lisas, mejorando la base del bracket para una mejor adhesión al diente.

La medida del área de la base (del bracket) es importante para el cálculo de la presión, pues las mediciones del descementado de brackets mediante la máquina de ensayos mecánicos vienen dadas en unidades de fuerza, y los resultados del estudio se expresarían en unidades de presión (mega-Pascales, MPa). (30).

6.5.3. Lámpara de fotocurado

Figura 5

Lámpara de fotocurado



Nota. Para el proceso de fotopolimerización en los protocolos a evaluar, se empleó una lámpara de fotocurado Woodpecker Led H. Ortho, con potencia hasta 1800 MW/cm² y longitud de Onda de 420 a 480nm. Fuente: <https://www.dentaltix.com/es/woodpecker/lampara-fotocurado-inalambrica-led-b>

6.5.4. Máquina universal de pruebas

Figura 6

Prueba piloto en maquina universal de pruebas Tinius Olsen

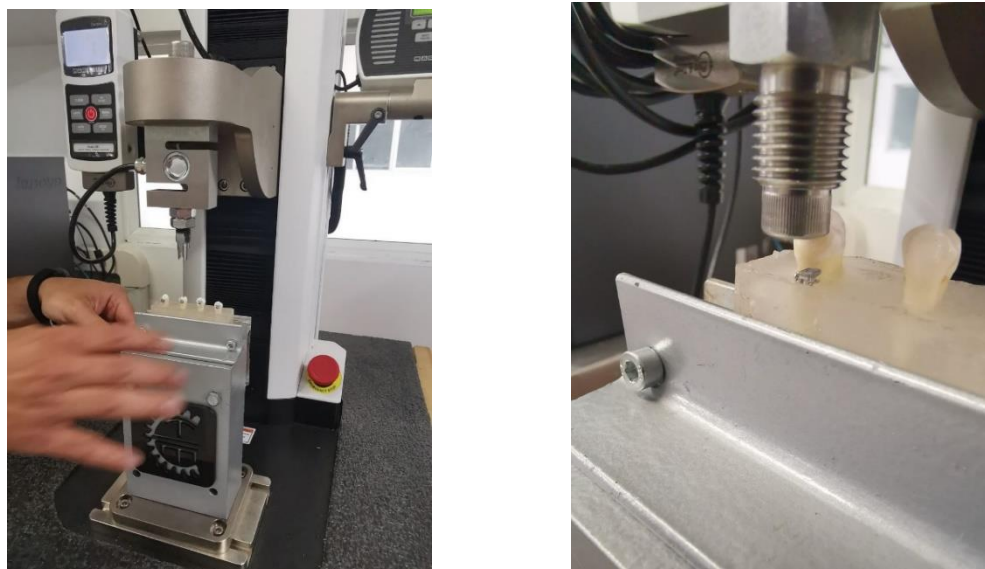
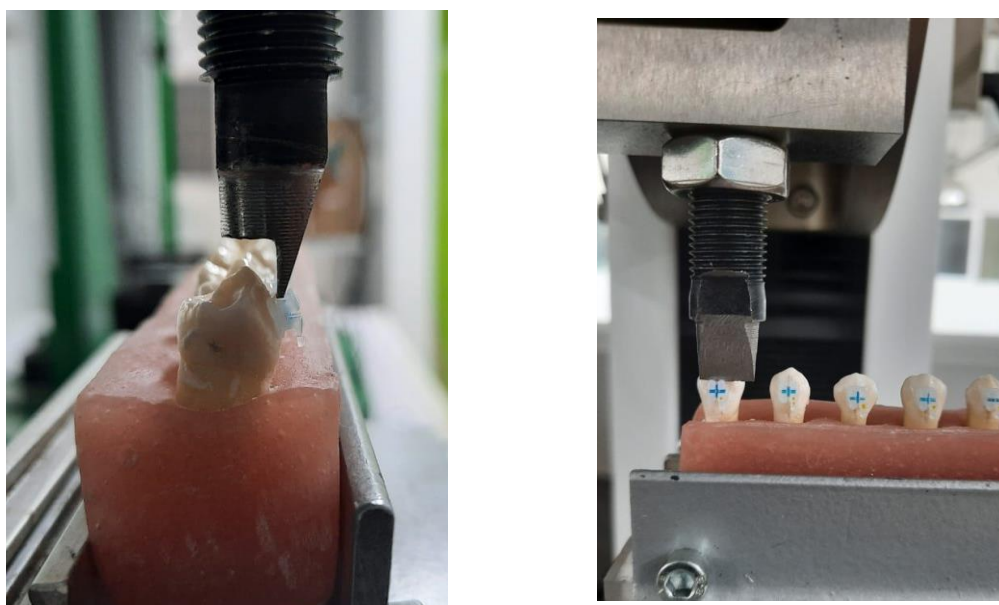


Figura 7

Pruebas definitivas en maquina universal de pruebas Tinius Olsen



Nota: La máquina de ensayos mecánicos Tinius Olsen, ESM 1500s, es utilizada para realizar las pruebas de descementado de brackets. Este tipo de máquinas son empleadas para aplicaciones de medición de tensión y compresión, con capacidades de carga de 1500 lbF (6,7 kN [1500 lbF] a < 1525 mm [60 in]/min), con un rango de velocidad estándar de 0,5 - 24 pulg./min [10 - 600 mm/min.

6.6. Material y equipo para recolección y conservación de las muestras

- Etanol al 70 %
- Solución salina al 8 %
- Recipientes plásticos

6.7. Material para el montaje de dientes en soportes de acrílico

- Láminas de cera base rosada
- Tasa plástica para mezclar acrílico.
- Acrílico Veracryl de autocurado (New Stetic).
- Separador del acrílico New Foil (AFR).

Figura 8

Diseño de soporte para los dientes en acrílico de uso odontológico.



Nota. Investigación propia a partir de los resultados de la investigación

Figura 9

Soporte en acrílico terminado



Nota. Investigación propia a partir de los resultados de la investigación

7. Descripción del Procedimiento

El proceso inició con una prueba piloto con cada uno de los protocolos empleando dos dientes por grupo, para establecer la viabilidad del proceso y la adaptación mecánica de la máquina de prueba que se utilizó en el desarrollo de la investigación.

7.1. Recolección de los Dientes

Se recolectó una muestra de 48 dientes premolares humanos, los cuales se obtuvieron en diferentes clínicas odontológicas.

Figura 10

Recipiente para desinfección de muestras con etanol al 70%.

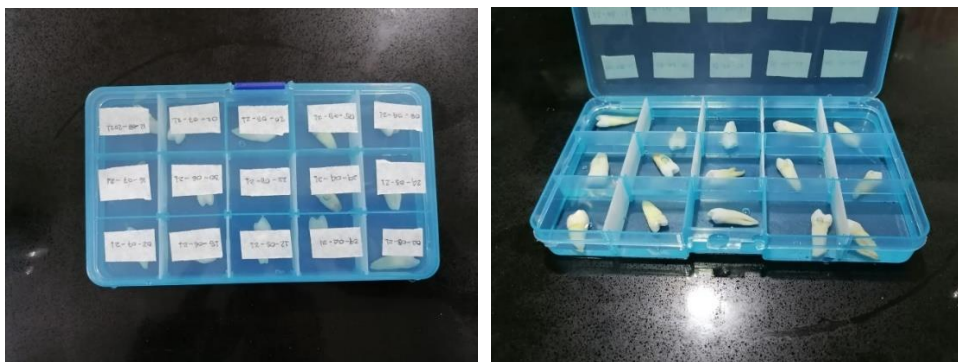


Nota. Los dientes extraídos se sumergieron inmediatamente en etanol al 70 % para la desinfección del órgano dental sin modificar la estructura del esmalte (16). Fuente: Investigación propia a partir de los resultados de la investigación.

7.2. Conservación de los Dientes

Figura 11

Conservación de las muestras en solución salina



Nota. Según lo propuesto por Al-Lwezy en 2010 después de la desinfección los dientes fueron sumergidos en solución salina y almacenados en un recipiente de polietileno de alta densidad (PEAD) con selle hermético a una temperatura ambiente para evitar la deshidratación de la estructura dental y marcados con la fecha de recepción (16). Fuente: Investigación propia a partir de los resultados de la investigación.

7.3. Procedimiento para las Pruebas

Los 48 brackets, se cementaron inicialmente con el protocolo convencional, la muestra se dividió aleatoriamente en 4 grupos de 12 brackets cada uno; uno de ellos, el grupo control, los cuales fueron descementados para el posterior proceso de recementación en base a los siguientes protocolos:

- Grupo control (brackets tratados con el protocolo convencional de cementación).
- Grupo 1 (brackets tratados con Silano + arenado)
- Grupo 2 (brackets tratados con Single Bond + arenado)
- Grupo 3 (brackets tratados con Ortho Solo + arenado)

Los protocolos aquí referenciados se describen en el anexo No 1.

Los diferentes grupos de dientes se incrustaron en su parte radicular en resina acrílica hasta 1 mm antes de la unión amelocementaria, con el objetivo de generar soporte y estabilidad en los dientes para el proceso de cementado de los brackets y las pruebas de resistencia. Inicialmente se descementaron los dientes con el protocolo convencional por medio de una pinza “quita brackets” de forma manual, posteriormente se procedió a la recementación de los brackets en cada grupo de dientes de acuerdo al protocolo correspondiente a evaluar referenciados en el anexo No. 3. El proceso se continuó en la maquina universal de pruebas *Tinius Olsen*, en la cual se aplicó una carga oclusogingival a cada muestra usando una hoja de filo de cuchillo (19), que registró de forma confiable las mediciones de fuerza desarrolladas para el proceso de descementación de los brackets. Los dientes fueron conservados por un tiempo de 24 horas en solución salina antes de ser sometidos a las pruebas de resistencia.

Figura 12

Conservación de dientes en solución salina.



Nota. El proceso de grabado y cementado se realizó de acuerdo a las indicaciones del fabricante de cada producto utilizado, las estructuras de soporte con cada grupo de dientes se montaron en el dispositivo de prueba universal (*Tinius Olsen*), y se programó con una velocidad de 1,00 mm/min

de acuerdo a la estandarización ISO que contempla velocidades de 0,75 $\pm$ 0,30 mm/min., para ensayos de fuerzas de adhesión en forma paralela a la superficie del diente y un rango de fuerza de carga de 0/500 N con una precisión de $\pm$ 0,1 N. (20). Fuente: Investigación propia a partir de los resultados de la investigación.

Es importante que la herramienta de corte tenga contacto de forma homogénea, con el bracket, para luego generar la fuerza. Una computadora almacenó los datos registrados en la máquina para su posterior análisis (20). La fuerza empleada por el dispositivo de prueba universal para el descementado de los brackets, se registró en Newtons, según de la calibración de la máquina de pruebas utilizada.

7.4. Análisis de los Datos

Los datos recolectados fueron organizados en una base de datos en Excel. Para el análisis descriptivo, se calcularon promedios, desviación estándar, valor máximo y valor mínimo. Posteriormente, para comparar la fuerza de descementación con los diferentes protocolos de recementación, se determinó la distribución de los datos a través de la prueba estadística Kolmogorov Smirnov, se observó que las variables no tenían distribución normal, por lo tanto, se utilizó la prueba no paramétrica Test Kruskal Wallis con un nivel de confianza del 95%.

7.5. Aspectos Éticos de la Investigación

De acuerdo con el artículo número 11, de la resolución 8430 de 1993, del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, esta investigación se clasifica dentro de la categoría de riesgo mínimo, teniendo en cuenta que es un estudio Experimental *In vitro*, que empleará el registro de datos de dientes ya extraídos y no, en las personas directamente.

Los dientes serán tratados conforme a la ley 73 de 1988, Artículo 540 donde manifiesta que “Sólo se podrá proceder a la utilización de los órganos, componentes anatómicos y líquidos

orgánicos a que se refiere este artículo, cuando exista consentimiento del donante, del receptor, de los deudos, abandono del cadáver o presunción legal de donación”. Por lo anterior se realizará la firma del consentimiento informado para pacientes mayores de edad y asentimiento de los padres para pacientes menores de edad; con esto el paciente acepta libremente que su órgano dental sea utilizado en la investigación y que ha sido informado claramente de los fines de la misma.

8. Resultados

Los 48 brackets cerámicos CLARITY ADVANCED™ (3M Unitek), utilizados como muestra para el desarrollo de este estudio, se dividieron aleatoriamente en 4 grupos de 12 brackets cada uno; los cuales, previa cementación y recementación con cada uno de los protocolos a evaluar, fueron descementados en la maquina universal de pruebas Tinius Olsen, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

En el grupo control se encontró que se necesita una fuerza promedio de 116 N para descementar un bracket con una desviación estándar de 76 N, un valor mínimo de 45 N y un valor máximo de 270 N. En la Tabla 1 se evidencian las fuerzas aplicadas a cada uno de los dientes para su descementacion:

Tabla 1-

Fuerzas Aplicadas al Grupo Control

MUESTRA	FUERZA(N)
P01	70
P02	45
P03	120
P04	0
P05	70
P06	75
P07	105
P08	85
P09	80
P10	0
P11	240
P12	270

Nota. Fuente: Investigación propia a partir de los resultados de la investigación.

En el grupo de brackets acondicionados con Silano, se necesitó una fuerza promedio de 317.08 N con una desviación estándar de 130.08 N un valor máximo de 495N y un valor mínimo de 95N.

Tabla 2

Fuerzas aplicadas al grupo Silano

MUESTRA	FUERZA(N)
P01	435
P02	290
P03	190
P04	275
P05	125
P06	185
P07	0
P08	505
P09	325
P10	345
P11	200
P12	270

Nota. Fuente: investigación propia a partir de los resultados de la investigación.

En el grupo de brackets acondicionados con Single Bond universal se encontró que se necesitaba una fuerza promedio de 285.91 N con una desviación estándar de 113.27 N un valor máximo de 505 N y un valor mínimo de 125N.

Tabla 3*Fuerzas aplicadas al Single Bond Universal*

MUESTRA	FUERZA(N)
P01	95
P02	375
P03	260
P04	260
P05	360
P06	475
P07	220
P08	490
P09	195
P10	370
P11	495
P12	210

Nota. Fuente: Investigación propia a partir de los resultados de la investigación.

En el grupo de brackets acondicionados con Ortho Solo de la casa comercial Ormco, se encontró que se necesita una fuerza promedio de 395,42 N con una desviación estándar de 107.73 N un valor máximo de 565 N y un valor mínimo 140 N.

Tabla 4*Fuerzas aplicadas al grupo Ortho Solo*

MUESTRA	FUERZA(N)
P01	420
P02	480
P03	345
P04	140
P05	480
P06	395
P07	465
P08	360
P09	420
P10	375
P11	565
P12	300

Nota. Fuente: investigación propia a partir de los resultados de la investigación.

De acuerdo con los datos obtenidos, el grupo Ortho Solo, fue el que requirió de la aplicación de mayor fuerza para la descementación de los brackets frente al grupo control en el cual se emplearon menos fuerzas para la misma descementación.

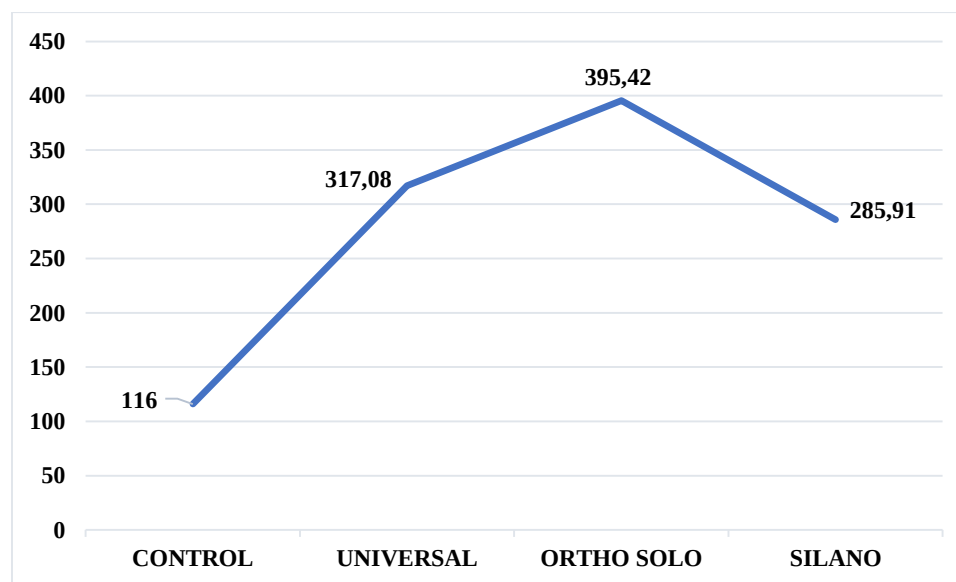
Tabla 5*Análisis descriptivo de los grupos evaluados*

	PROMEDIO	DESVIACIÓN	VLR MINIMO	VLR. MAXIMO
CONTROL	116	76,33	45	270
UNIVERSL	317,08	130,08	95	495
ORTHOSOLO	395,42	107,73	140	565
SILANO	285,91	113,27	125	505

Fuente: investigación propia a partir de los resultados de la investigación.

Figura 13

Promedio de fuerzas aplicada para la descementación de los brackets.

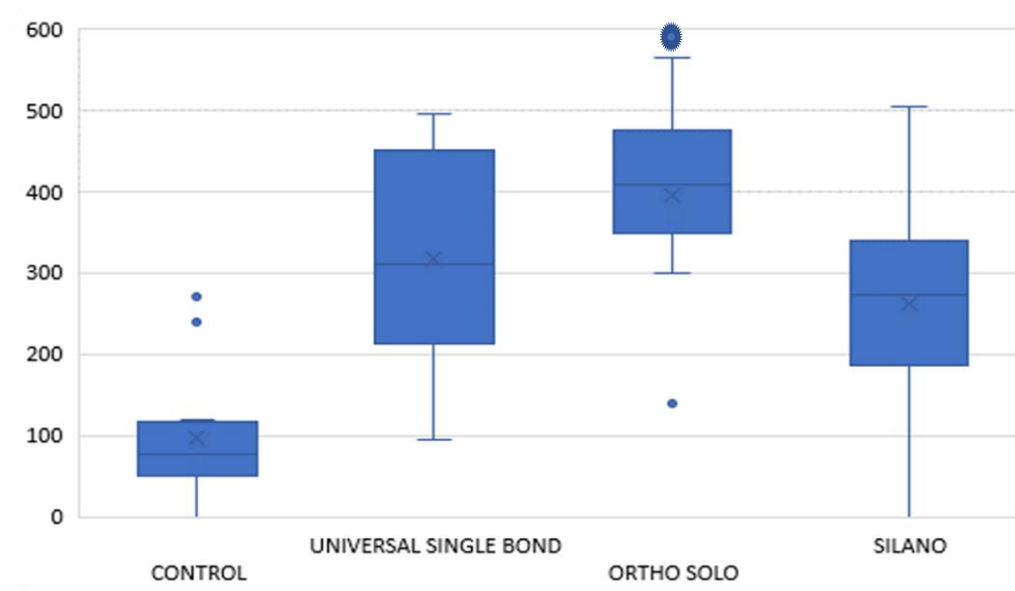


Nota. Se determinó la distribución de los datos a través de la prueba estadística Kolmogorov Smirnov, se observó que las variables no tenían distribución normal, por lo tanto, se utilizó la prueba no paramétrica Test Kruskal Wallis con un nivel de confianza del 95%; se encontraron

diferencias estadísticamente significativas entre los grupos con un $p=0,000$, donde el grupo en el cual se tuvo que aplicar mayor fuerza para la descementación de los brackets, fue el grupo del adhesivo Ortho Solo. Fuente. Investigación propia a partir de los resultados de la investigación.

Figura 14

Fuerza de descementación de los grupos evaluados



Nota. Fuente: El autor

9. Discusión

Los brackets cerámicos se adaptan muy bien a las necesidades actuales en términos de estética, salud y funcionalidad. Sin embargo, la reposición de brackets, que obliga a que estos deban descementarse, para recementarse nuevamente, conlleva incremento de los costos de la consulta, debido a que, por sus características los brackets estéticos resultan más costosos que los convencionales, haciendo que el proceso de “reciclaje” de brackets a través del recementado, sea una opción aceptable, en el objetivo de reducir los costos del tratamiento por parte del ortodoncista.

En estudios previos elaborados por el Dr Mohamed E. Yousef (2015), donde se comparó el efecto de tres procesos para el recementado de brackets cerámicos, en los cuales se utilizó la preparación de la superficie con el recubrimiento tribioquímico de Sílice combinado con Silano; arenado convencional con aplicación de Silano y aplicación de calor combinado con Silano, se obtuvo como resultado una mayor fuerza de cizallamiento en el grupo donde se aplicó calor combinado con Silano (19,548 Mpa), comparado con el grupo control donde se obtuvo una fuerza de 19,2023 Mpa, lo cual coincide con el presente estudio en el cual también se registró una fuerza de cizallamiento mayor en los grupos con tratamiento de superficie que en el grupo control, para el presente estudio se registró una fuerza mayor en el grupo tratado con adhesivo de Ortho Solo de la casa comercialOrmco (395 ,43 NN) y en el grupo control una fuerza menor (116N).

Por su parte, M.E Yousef et al (2), encontraron rangos amplios en la resistencia a la fuerza de cizallamiento, que podrían deberse a la variedad relacionada con la morfología de la cara vestibular de los premolares, lo cual concuerda con nuestro estudio, en el cual se observaron unos rangos bastante amplios en cuanto a la resistencia necesaria para producir la descementación de los brackets, en todos los grupos.

También recomendaron realizar un proceso de termociclado para simular el envejecimiento o el deterioro que sufren los adhesivos y los materiales de unión en la boca. Al no realizarlo se puede inferir que se produce un aumento de las fuerzas de unión, tal y como sucedió en la presente investigación, en el cual no se realizó proceso de termociclado y en los resultados se evidenciaron fuerzas elevadas.

Así mismo, Chun-Hsi et al. (2002), reportó que aquellos brackets que recibieron un proceso de arenado más un sellador en su base, tenían una fuerza de unión similar a la de los brackets nuevos; esto coincide con el presente estudio, en el cual todos los brackets recementados recibían un tratamiento de arenado más algún tipo de sellador, lo que presumiblemente incrementó su fuerza de adhesión, ya que se requirieron fuerzas altas para su descementación en todos los grupos.

En el estudio anteriormente mencionado, se eliminaron algunos elementos de la muestra, debido a que se descementaron durante el almacenamiento o la manipulación de las mismas antes de las pruebas, situación similar a la presente investigación, lo que podría deberse a una fuerza de adhesión extremadamente baja.

No obstante, Saadet Atsu et al. En el 2010, encontraron que la fuerza de unión de los brackets cerámicos tratados con Silano fue mayor a la de los brackets cerámicos tratados con otros métodos, lo cual no concuerda con lo encontrado en este estudio, ya que como se mencionó anteriormente, estos resultados pueden deberse a múltiples factores, entre ellos, las diferencias en la morfología de los dientes premolares.

Por lo tanto, los hallazgos obtenidos en el estudio de Avalos en 2004, coinciden con los presentados por otros autores como Swartz M en 1998 y GhafarI J. en 1992, probando que la fuerza de adhesión que tienen los brackets adheridos químicamente pueden provocar daño al esmalte durante su remoción, ya que la fuerza necesaria para desprender un bracket de adhesión

química en comparación a la presentada por los brackets metálicos es de más del 100%, lo que posiblemente explicaría los resultados de la presente investigación.

Inclusive, Stephen W. en 1994, afirmó que cuando se utilizan agentes de acoplamiento de silano, la unión de la resina a la base del bracket cerámico puede aproximarse a la fuerza cohesiva del esmalte y provocar grietas o pérdida del esmalte con el descementado del bracket. Este problema no se encuentra con los brackets de acero inoxidable que pueden separarse del adhesivo como resultado de la capacidad de este material para deformarse aproximadamente un 20% antes de fallar.

En el 2008, Serdar Toroglu, comparó los resultados de la fuerza de adhesión de brackets cerámicos recementados con tres procesos de tratamiento de superficie del bracket, los cuales fueron separados en grupos de 15 brackets cada uno, se preparó la superficie del bracket con arenado únicamente, arenado con Silano y Silano con recubrimiento de sílice; donde se obtuvo que la mayor fuerza de adhesión se observó en los brackets tratados con arenado + Silano y Silano con recubrimiento de sílice (10,5000000 -12,7000000), lo cual difiere con el presente estudio pues dentro de las fuerzas de adhesión más bajas registradas en las pruebas se encuentran en los brackets tratados con arenado + Silano (285 N) comparado con otros procesos de adhesión.

Finalmente, cabe destacar, que los estudios que se han realizado en los cuales llevan a cabo pruebas de cizallamiento, han sido criticados por producir una distribución no homogénea de la tensión que puede llevar a una subestimación o interpretación errónea de los resultados.

10. Conclusiones

De acuerdo con los valores obtenidos, tras los ensayos realizados en la máquina universal de pruebas empleada, el grupo con mayor fuerza de adhesión y que requirió más fuerza para su descementación, fue el grupo de brackets cementados con Ortho Solo, de la casa comercialOrmco.

Por su parte el grupo de brackets que requirió menor fuerza para su descementación, por ende, reveló la menor cantidad de fuerza de adhesión generada, fue el grupo control, como eventualmente se esperaba.

Así mismo se evidenció un rango bastante amplio entre los valores generados por el grupo control en el proceso de descementación (116 N) y el grupo de los brackets tratados, que presentó la menor fuerza de adhesión, (grupo Silano 285,91 N). lo que permite inferir, que evidentemente al generar un proceso adicional de tratamiento a los brackets en el protocolo de adhesión, está directamente relacionado, con el incremento en la fuerza de adhesión que se puede generar.

De acuerdo con el presente estudio, se puede afirmar que las fuerzas requeridas para la descementación en brackets cerámicos, teniendo en cuenta los tres protocolos evaluados, oscilan entre 116 y 395,42 Newtons de fuerza.

Al contrario de otros estudios revisados, el grupo Silano presentó una menor fuerza de adhesión en el proceso de cementación de brackets, aunque cabe aclarar, que la evidencia no es concluyente en relación al tratamiento de brackets cerámicos con este producto, debido a que la mayoría de estudios están orientados al análisis del proceso de adhesión de brackets metálicos.

11. Bibliografía

AL-Lwezy, O. AL-Mukhtar, A. Salih, S. Recycling of ceramic bracket using burning technique (an in vitro study). Al-Rafidain Dental Journal. 2010; 10(2):238-242.

Alanuca C, Chumi T. Adhesión de Brackets a porcelana. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría. 2015. [Citado el 26 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2015/art-24/>.

Atsü S, Çatalbaş B, Gelgör I. Effects of silica coating and silane surface conditioning on the bond strength of rebonded metal and ceramic brackets. Journal of Applied Oral Science. 2011; 19(3):233-239.

Black, R. Technic for nonmechanical preparation of cavities and prophylaxis. J Am Dental Assoc. 1945; 32:955-965. 37.

Birnie, D. Ceramic Brackets. British Journal of Orthodontics, 1990; 17(1):71-75.

Bishara, S. Fehr, D. Ceramic brackets: something old, something new, a review. In Seminars in orthodontics. Elsevier. 1997; 3(3):178-188.

Carreño M. Resistencia al cizallamiento de tres sistemas totalmente cerámicos: estudio comparativo. [tesis de grado Maestría]. Universidad Complutense de Madrid. Edición complutense. 2012

CBTA DENTAL. Porcelain PrimerOrmco. Description, Instructions. [Internet]. 2018 [consultado el 16 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://www.ctbadental.com/product/porcelain-primer>

Costa Muñoz V. Estudio comparativo in vitro de la eficacia en la adhesión de brackets a esmalte con adhesivos liberadores y no liberadores de flúor. [tesis de grado Maestría]. Universidad Complutense de Madrid. Edición complutense. 2013.

Chung, C. Friedman, S. Mante, F. Shear bond strength of rebonded mechanically retentive ceramic brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2010; 122(3): 282-287.

Espinosa, A. Katagiri, M. Estudio comparativo de la fuerza de adhesión de brackets policristalinos de adhesión química y monocristalinos de adhesión mecánica. *Revista Odontológica Mexicana*. 2004; 8(2):7-9

Flórez O. Comparación de la Fuerza de Adhesión de Brackets Cerámicos y Metálicos entre dos Métodos de acondicionamiento del esmalte. [tesis de grado]. universidad nacional de Colombia facultad de odontología post-grado de ortodoncia Bogotá D.C. revista UNAL. 2010.

Gaffey, P. Major, P. Glover, K. Grace, M. Koehler, J. Shear/peel bond strength of repositioned ceramic brackets. *The Angle Orthodontist*. 1995; 65(5):351-358.

Habibi, M., Nik, T. and Hooshmand, T., 2007. Comparison of debonding characteristics of metal and ceramic orthodontic brackets to enamel: An in-vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 132 (5), pp.675-679.

Hoogan, P., Nayak, R. S., Pasha, A., Teja, S. S., Vinay, K., & Narayan, A. (2011). Effects of three adhesion promoters on the shear bond strength of new and recycled orthodontic brackets—an in vitro study. *Indian Journal of Dentistry*, 2(3), 68-75.

ISO. Dental materials- Guidance on testing of adhesion to tooth structure. Technical report. 1994; 1:1-14.

Lawson, N. C. Robles, A. Fu, C. Lin, C. Sawlani, K. Burgess, J. O. Two-year clinical trial of a universal adhesive in total-etch and self-etch mode in non-cariou cervical lesions. *Journal of dentistry*. 2015; 47(6), 1229-1234.

Lew K, Chew C, Lee K. A comparison of shear bond strengths between new and recycled ceramic brackets. *The European Journal of Orthodontics*. 1991;13(4):306-310

Olsen, M. E., Bishara, S. E., Damon, P., & Jakobsen, J. R. (1997). Evaluation of Scotchbond Multipurpose and maleic acid as alternative methods of bonding orthodontic brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 111(5), 498-501.

Pinho M, Manso M, Almeida R, Martin C, Carvalho Ó, Henriques B et al. Bond Strength of Metallic or Ceramic Orthodontic Brackets to Enamel, Acrylic, or Porcelain Surfaces. *Materials*. 2020;13(22):5197

Roeder, L, Berry, E. Bond strength of composite to air-abraded enamel and dentin. *Oper. Dent*. 1995; 20:186-190.

Russell, J. Current Products and Practice. *Journal of Orthodontics*. 2005; 32(2):146-163.

Setia M. S. (2016). Methodology Series Module 5: Sampling Strategies. *Indian journal of dermatology*, 61(5), 505–509. <https://doi.org/10.4103/0019-5154.190118>.

Toroglu M, Yaylali S. Effects of sandblasting and silica coating on the bond strength of rebonded mechanically retentive ceramic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008; 134(2): 181.e1-181.e7.

Ultradent Products, Inc. Ultradent® Porcelain Etch y Silane. Instrucciones de Porcelain Etch y Silane. [Internet]. 2020. [consultado el 16 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/31fBX6O>.

Uribe Restrepo, G. Fundamentos de odontología Ortodoncia Teoría y Clínica. Segunda edición. Medellín, Colombia. Corporación para Investigaciones Biológicas. 2010.

Urichianu, M. (2021). Comparison of Shear Bond Strength and Morphology of New and Rebonded Ceramic Brackets (Doctoral dissertation, State University of New York at Buffalo).

Vargas, H. Miranda, E. Lazo, L. Cosio, H. Comparación in vitro de la Resistencia adhesiva de los sistemas adhesivos grabado y enjuague y autograbado. *Odontología Vital*. 2019; 30:45-50.

Yang, L. Yin, G. Liao, X. Yin, X. Ye N. A novel customized ceramic bracket for esthetic orthodontics: in vitro study. *Progress in Orthodontics*. 2019; 20(39).

Yousef, M. Marzouk, E. Ismail, H. Aboushelib, M. Comparative evaluation of the shear bond strength of recycled ceramic brackets using three methods: An in vitro study. *Journal Of The World Federation Of Orthodontists*. 2016; 5(3):87-93.

Yousef, M. Marzouk, E. Ismail, H. Eiman S. Marzouk, Mostafa A. Shelib. The Use of Three Recycling Methods for Rebonding of Ceramic Brackets. *Egyptian Orthodontic Journal*. 2015; 5(3):35-53.

Zachrisson, Y. Zachrisson, B. Büyükyilmaz, T. Surface preparation for orthodontic bonding to porcelain. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996; 109(4):420-430.

Anexos

Anexo 1

Protocolos

Proceso de Arenado

Como una primera fase dentro del proceso de preparación para la recementación de los brackets cerámicos, se incluyó el proceso de arenado o Sand Blasting, con partículas de óxido de aluminio (EDELKORUND®) de 50µm, para el reacondicionamiento de la superficie de los brackets; mediante el uso de un microarenador Microetcher erc (Danville Engineering, San Ramon, Calif.) a 7 kg/cm² de presión de aire, a una distancia de 10 mm, durante 5 segundos. Los brackets se lavaron con agua durante 15 segundos y secados con aire de la jeringa triple, antes de aplicar los diferentes agentes de adhesión. Adaptado de: Surface Preparation for Orthodontic Bonding to Porcelain, Zachrisson, Y. et al. -1996) (22). Este proceso fue aplicado de forma similar en los protocolos de recementación evaluados, excepto en el protocolo convencional de cementación. (19).



Protocolo convencional de cementación

Este protocolo se inició con la limpieza de cada diente, realizando una profilaxis con piedra pómez o bicarbonato para eliminar posibles contaminantes (polvo, partículas de acrílico del

soporte, que hayan quedado durante la colocación de los dientes, etc.), luego se acondicionó el esmalte con ácido fosfórico al 37% durante 15 segundos; esto aumenta los poros del esmalte y mejora la retención del agente de adhesión.



El siguiente paso incluyó un lavado profuso con agua a presión durante 15 segundos y secado de la superficie grabada con aire a presión mediante jeringa triple, se aplicó una delgada capa del agente de adhesión (3M™ Transbond™ XT, adhesivo fotopolimerizable), sobre las superficies del esmalte acondicionado y posteriormente se fotocuró.



La resina de cementación empleada (3M Transbond™ XT de fotocurado), se colocó sobre la base de los brackets que posteriormente, se cementaron a los dientes; se eliminaron los excesos de resina acumulados alrededor de los brackets y se fotocuró durante 3 segundos a través del bracket, con lámpara de fotocurado Woodpecker Led H. Ortho. (Adaptado de: protocolo de cementación casa comercial 3M).



Protocolo de Recementación con Silano

El modo de aplicación del Silano se llevó a cabo, conforme a las instrucciones del fabricante, más, algunos aspectos fueron adaptados al desarrollo específico del proceso de nuestra investigación. Se inició con la limpieza de cada diente, realizando una profilaxis con piedra pómez para eliminar posibles contaminantes (polvo, partículas deacrílico del soporte, que hayan quedado durante la colocación de los dientes, aceites, etc.). luego se acondicionó la base del bracket con ácido fluorhídrico al 9% (Ultradent® Porcelain Etch), durante 90 segundos. Posteriormente, el ácido fluorhídrico se retiró, se llevó a cabo el lavado con abundante agua durante 1 minuto aproximadamente y se secó la superficie grabada, durante 20 segundos.

Seguidamente se aplicó una delgada capa de Silano (Ultradent® Silane) sobre la base del bracket, se esperaron 60 segundos a que éste se volatilizara para aplicar el adhesivo (Universal 3M Scotchbond™) y se fotocuró durante 20 segundos a través del bracket, con lámpara de fotocurado Woodpecker Led H. Ortho. El proceso de acondicionamiento del esmalte utilizado en este protocolo, fue descrito en el protocolo convencional anteriormente. La resina de cementación empleada (3M Transbond™ XT de fotocurado), se colocó sobre la base de los brackets y se

cementaron a los dientes; se eliminaron los excesos de resina acumulados alrededor de los brackets y se fotocuraron. (Adaptado de: Ultradent® Porcelain Etch y Silane. Instrucciones de Porcelain Etch y Silane - 2020) (23).

Protocolo de Recementación con adhesivo Single Bond Universal (3m).

La segunda a fase de este protocolo de adhesión, posterior al proceso de acondicionamiento de los brackets por medio del arenado, consideró los mismos pasos empleados en el protocolo de recementación convencional, por lo cual no se describirá es este apartado. El adhesivo (3M Single bond Universal™), se aplicó a la base del bracket que es la superficie a tratar y se continuó el procedimiento de forma similar, como se realizó con el Silano, se fotopolimerizó el adhesivo y se aplicó la resina.

Protocolo de Recementación con adhesivo Ortho Solo (Ormco).

Para este protocolo de adhesión, la segunda fase, posterior al proceso de acondicionamiento de los brackets por medio del arenado, consideró los mismos pasos empleados en el protocolo de recementación convencional; al ser un proceso similar al descrito en otros protocolos, no se describirá es este apartado. El adhesivo (Ortho Solo deOrmco), se aplicó en la base del bracket, que es la superficie a tratar, y se continuó el procedimiento de forma similar como se realizó con el Silano, se fotopolimerizó el adhesivo y se aplicó la resina.

Protocolo de Descementado de Brackets

Para la descementación de los brackets, se siguió el proceso convencional de retiro con pinza quita brackets, descrito en la literatura (Habibi, M., Nik, T. and Hooshmand, T., 2007). Se colocó la pinza convencional para retirar brackets apoyando sus partes activas en la superficie mesial y distal de los brackets, en la interfaz bracket-adhesivo y se aplicó la fuerza hasta que se produjo la descementación (25).



Anexo 2

Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA REUTILIZACIÓN DE DIENTES PREMOLARES EXTRAÍDOS	
Paciente: _____	Historia Clínica N°: _____
Fecha del consentimiento: _____	
Por medio del presente y en pleno uso de mis facultades mentales, Yo, _____, identificado(a) con documento de identidad número _____, expedido en el municipio de _____, otorgo en forma libre mi consentimiento al Doctor _____ para que en ejercicio legal de su profesión me sea realizado el procedimiento de extracción de dientes premolares N° _____, _____, _____; los cuales serán utilizados posteriormente, como elemento de estudio en el trabajo de investigación titulado: "Comparación de la Fuerza de Adhesión de tres Protocolos para la Re-cementación de Brackets Cerámicos"; desarrollado por los estudiantes del posgrado de Ortodoncia de la Universidad Antonio Nariño, sede armenia, _____, _____ y _____.	
Adicionalmente se me ha aclarado lo siguiente: - De acuerdo con el artículo número 11, de la resolución 8430 de 1993, del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, esta investigación se clasifica dentro de la categoría de riesgo mínimo, teniendo en cuenta que es un estudio Experimental <i>In vitro</i>, que empleará el registro de datos de dientes ya extraídos y no, en las personas directamente. - Los dientes serán tratados conforme a la ley 73 de 1988, Artículo 340 donde manifiesta que "Sólo se podrá proceder a la utilización de los órganos, componentes anatómicos y líquidos orgánicos a que se refiere este artículo, cuando exista consentimiento del donante, del receptor, de los deudos, abandono del cadáver o presunción legal de donación".	
Certifico que el presente documento ha sido leído y entendido por mí, en su totalidad.	
Otras observaciones: _____ _____	
NOTA: Cuando el paciente no tenga la capacidad legal o mental para otorgar el consentimiento, las manifestaciones de lo contenido en el presente documento se entienden hechas por la persona mayor de edad que lo acompaña o representa (padres, representante legal, tutor, acudiente).	
_____ Firma y N° de documento del paciente	Huella digital si no firma
_____ Firma y sello del odontólogo	_____ Firma y cédula del representante/acudiente