

**REPÚBLICA DOMINICANA
UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**



“ESTUDIO IN VITRO, SOBRE LA RESISTENCIA AL DESALOJO DE BRACKETS METÁLICOS, CEMENTADOS SOBRE SUPERFICIE DE DISILICATO DE LITIO, UTILIZANDO DOS PROTOCOLOS DE ADHESIÓN DIFERENTES: CON ÁCIDO FLUORHÍDRICO AL 9% Y ÁCIDO FOSFÓRICO AL 35%.

SUSTENTANTE

TANYA MORISSET 14-0909

DOCENTE ESPECIALIZADO

Dr. Luis Despradel

DOCENTE METODOLÓGICO

Dr. Henry Adames

SANTO DOMINGO

26 DE MAYO DEL 2022

Los conceptos emitidos en el presente trabajo de grado son de la exclusiva responsabilidad de sus sustentantes.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de investigación a mis padres, que son, y siempre han sido el pilar de mi vida. Sin su apoyo incondicional, nada hubiera sido posible, gracias por siempre creer en mí y en mis capacidades de lograr todas mis metas. A mi hermana, Beatrice, por ser siempre la que siempre me anima, y me empuja a seguir y trabajar para realizar mis sueños. A mis compañeras, por su apoyo y su amistad. Por último, se lo dedico a mis asesores y a todas las personas que de alguna manera me ayudaron a alcanzar mis metas.

Tanya Morisset

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios, por haberme dado la oportunidad de llegar hasta aquí, la fuerza y motivación para trabajar y concretizar mis sueños.

A mi papa, gracias por ser un modelo que siempre me ha guiado en esta vida, gracias por enseñarme que con voluntad y esfuerzos nada es imposible, gracias por siempre creer en mí. Eres el pilar fundamental de todo lo que soy y siempre estaré agradecida de tenerte en mi vida.

A mi mama, por su cariño, su apoyo, su amor incondicional, su paciencia en todo momento y por todos los valores y principios que me inculcó.

A mis asesores, el Dr. Despradel y el Dr. Adames, gracias por su dedicación, su apoyo y motivación para realizar este trabajo y por poner a mi alcance las herramientas necesarias para seguir adelante.

A mis compañeras, gracias por ser parte de esta experiencia. ¡Les deseo a todas lo mejor del mundo!

Tanya Morisset

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de este estudio es comparar la resistencia al desalojo de brackets metálicos, en superficie de disilicato de litio, utilizando dos protocolos de adhesión diferentes: con ácido fluorhídrico al 9% y ácido fosfórico al 35%, utilizando la máquina universal de aplicación de fuerzas MTI-2K. **Materiales y Métodos:** Se seleccionaron 13 pastillas de disilicato de litio cuyas superficies fueron pulidas y glaseadas en laboratorio dental. Cada pastilla se dividió en 4 superficies iguales, donde se cementaron 4 nuevos brackets de metal, prescripción MBT 0.022 de la casa comercial Rocky Mountain correspondientes a premolares superiores. Se cementaron un total de 50 brackets: 25 con el protocolo de adhesión con ácido fluorhídrico al 9%, y 25 con el protocolo de adhesión con ácido fosfórico al 35%. Cada pastilla de disilicato de litio fue montado en una base de acrílico, y para aplicar la fuerza de cizalla se utilizó la máquina de pruebas universales MTI-2K. Se midió y se registró la fuerza de resistencia al desalojo para cada brackets. **Resultados:** Se pudo observar que los brackets metálicos cementados sobre superficie de disilicato de litio, utilizando el grabado ácido fluorhídrico al 9%, tuvieron mayor fuerza de resistencia al desalojo, con un promedio de 16.58 Megapascales. Mientras que los brackets cementados con el grabado de ácido fosfórico al 35%, tuvieron fuerzas de resistencia significadamente menor, con un promedio de 11.25 Megapascales. **Conclusiones:** Sabiendo que la adhesión ideal para un tratamiento ortodóncico, se encuentra entre 6-10 Megapascales, se puede concluir, que los dos protocolos, son opciones viables para realizar la cementación de bracket sobre cerámica de disilicato de litio, aunque el ácido fluorhídrico al 9% proporciona una fuerza de adhesión considerablemente más grande, que el ácido fosfórico al 35%.

Palabras claves: Ácido fluorhídrico, ácido fosfórico, adhesión, resistencia al desalojo.

ABSTRACT

AIM: The purpose of this study is to compare the shear bond strength of metal brackets bonded to lithium disilicate ceramic, using two different adhesion protocols: with hydrofluoric acid at 9% and phosphoric acid at 35%, through the universal testing machine MTI-2K. **Materials and Methods:** 13 lithium disilicate tablets were selected, and their surfaces were polished and glazed in laboratory. Each tablet was divided into 4 equal surfaces, where 4 new metal brackets of upper premolar were cemented. A total of 50 brackets were cemented: 25 using the 9% hydrofluoric acid, and 25 with the 35% phosphoric acid, for conditioning of the ceramic surface. Each lithium disilicate tablet was mounted on an acrylic base, and the MTI-2K universal testing machine was used to apply the force. The shear bond strength was measured and recorded for each bracket. **Results:** Metal brackets bonded to lithium disilicate ceramic, using 9% hydrofluoric acid etching, have higher shear bond strength, with an average force of 16.58 Megapascals. While brackets bonded with 35% phosphoric acid etching, have significantly lower shear bond strength, with an average of 11.25 Megapascals. **Conclusions:** Knowing that the ideal bond strength for an orthodontic treatment is between 6-10 Megapascals, it can be concluded that the two protocols are viable options for bracket cementation on lithium disilicate ceramics, although hydrofluoric acid at 9% provides a considerably higher bond strength than 35% phosphoric acid.

Key words: Hydrofluoric acid, phosphoric acid, adhesion, shear bond strength.

1.INTRODUCCIÓN

La adhesión se define como la capacidad de unión entre dos superficies diferentes. Es un mecanismo de suma importancia en el tratamiento de ortodoncia, ya que la cementación de bracket al esmalte, depende totalmente de la eficacia de los sistemas adhesivos que se utilicen¹.

La unión entre dos materiales diferentes, como cerámica y metal, es mucho más difícil de obtener, que la adhesión entre el bracket y el esmalte; eso se refleja con la tasa grande de falla de adhesión del bracket a las superficies cerámicas que se ha podido observar en varios estudios publicados en la literatura²³⁴. El fallo de la adhesión, es una de las causas más frecuentes de fracasos de los tratamientos ortodócticos, por esta razón, diversos estudios se realizaron con el objetivo de establecer el mejor protocolo de adhesión de brackets en superficies protésicas⁵. La mayoría de los estudios publicados, prueban la fuerza de adhesión de brackets sobre coronas de metal porcelanas, ya que estas fueron por mucho tiempo el tipo de coronas más usadas en rehabilitación bucal, por sus buenas características estéticas y funcionales⁶⁷⁸. El día de hoy, existe una gran variedad de materiales protésicos con los cuales se pueden confeccionar coronas, puentes, entre otros. Los materiales cerámicos son versátiles, y en constante evolución, con el objetivo de obtener coronas más estéticas y con mayor funcionalidad⁹.

Dentro de las cerámicas reforzadas, el disilicato de litio IPS e.max Press, se ha destacado como material de elección y es una de las herramientas más utilizadas por los odontólogos en rehabilitación bucal¹⁰. Por esta razón, es importante investigar sobre los mejores sistemas de adhesión de brackets a este material, ya que la demanda de tratamiento ortodóctico en adultos ha ido aumentando de manera considerable en los últimos años^{11 12}.

Hoy en día, el grabado ácido con ácido fluorhídrico al 9 % seguido de la aplicación de silano, es el método más utilizado para acondicionar las superficies cerámicas para cementación de brackets ortodóncicos^{13 14 15}. La aplicación de grabado ácido y silano aumenta la humectabilidad de la superficie de cementación, y también aumenta la energía libre, al aumentar la rugosidad de la superficie cerámica¹⁶. De otro lado, el ácido fluorhídrico es un material muy tóxico que puede ocasionar lesiones importantes, tanto al operador como al paciente¹⁷, por lo que es relevante buscar otra alternativa a la utilización de este agente tóxico.

El objetivo de este trabajo de investigación es, comparar la resistencia al desalojo de brackets metálicos, cementados sobre superficies de disilicato de litio, con dos protocolos diferentes: con ácido fluorhídrico al 5%, y ácido fosfórico al 35 %. Para realizar este estudio, se utilizaron 13 pastillas de disilicato de litio con superficies glaseadas, y se cementaron 4 nuevos brackets metálicos en cada cara de la pastilla de cerámica. Después de cementar los brackets, las pastillas se sometieron a una prueba de cizallamiento en la máquina universal MTI-2K. Se compararon las fuerzas obtenidas con el grupo cementado con ácido fosfórico, con el grupo cementados con ácido fluorhídrico y se comprobó que la cementación con ácido fluorhídrico al 5%, proporcionaba más resistencia al desalojo de los brackets metálicos, en superficie de disilicato de litio.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la demanda para los tratamientos ortodóncicos en pacientes adultos, ha aumentado de manera considerable, ya sea para mejorar la función, o la estética. Generalmente los pacientes adultos presentan condiciones bucales especiales, como son, las alteraciones periodontales, ausencias dentarias, y presencia de materiales

protésicos, como coronas, puentes, carillas, entre otros. La introducción de materiales de restauraciones innovadores de cerámica sin metal, como las coronas de disilicato de litio, hace de este material un tema de interés para los ortodoncistas, ya que es más frecuente la cementación de brackets sobre este tipo de coronas dentarias¹⁸.

El disilicato de litio, es un material protésico compuesto de cerámica y vidrio, tiene un alto contenido cristalino y su uso ha ido desplazando otros materiales cerámicos, debido a su alta resistencia, estética, durabilidad y facilidad de uso¹⁹. La adhesión de brackets ortodóncicos a superficies cerámicas, presenta un porcentaje de falla mayor que la adhesión sobre el esmalte. La fuerza de unión de los brackets a una restauración protésica, depende del tipo de cerámica, condicionamiento superficial, tipo de bracket y las propiedades del sistema adhesivo²⁰.

En el pasado, se introdujeron varios métodos de tratamiento de la superficie cerámica, donde se realiza la eliminación del glaseado con: fresas de diamante, arenado con óxido de aluminio, ácido fluorhídrico al 5%, grabado con láser, entre otros, exponiendo sus ventajas y desventajas²¹. La remoción mecánica de la superficie vidriada de la cerámica con fresas de diamante, así como el arenado con óxido de aluminio, pueden mejorar la resistencia de la unión, pero alteran la integridad de la cerámica, lo que podría provocar grietas y daños mayores durante la descementación de los brackets²². Por esta razón, siempre se informa al paciente la necesidad de cambiar la corona protésica, después del tratamiento de ortodoncia, ya que se va a alterar la integridad de la superficie, para lograr una buena adhesión del bracket a la corona²³.

El grabado con ácido fluorhídrico al 5%, es parte del protocolo de adhesión de brackets en cerámica más utilizado por los ortodóncistas; este ácido, crea una superficie porosa al eliminar la matriz vítrea y se ha demostrado, que da como resultado valores aceptables

de fuerza de unión en porcelana, pero tiene menos éxito en cerámicas con alto contenido cristalino, como el disilicato de litio²⁴, además el peligro de quemaduras por este ácido es muy alto, lo que puede resultar en una necrosis profunda de los tejidos blandos.

Considerando el creciente uso de coronas totalmente cerámicas en la cavidad bucal, especialmente la cerámica vítrea a base de disilicato de litio, es de suma relevancia establecer un protocolo de adhesión que ofrezca una adhesión óptima del bracket con este material, sin riesgo de necrosis profunda de los tejidos adyacentes²⁵.

JUSTIFICACIÓN

El ácido fosfórico al 35%, no puede erosionar las capas superficiales de la cerámica de disilicato, pero es capaz de neutralizar la alcalinidad del agua absorbida, presente en las restauraciones cerámicas en la boca, mejorando así, las condiciones químicas para la posterior aplicación de silano²⁶; tampoco es tóxico, ni corrosivo y en combinación con el silano, logra una fuerza de unión satisfactoria. El uso de silano, aumenta la adherencia del enlace de resina compuesta a la cerámica, al crear un enlace químico entre el hidroxilo de la sílice de la cerámica, con la matriz resinosa del compuesto²⁷.

Actualmente, no existe consenso sobre el método de acondicionamiento de superficies cerámicas, más eficiente, para producir una fuerza de unión óptima de brackets a varias superficies cerámicas^{28 29}. Sabiendo que la adhesión óptima del bracket sobre la corona, es un factor determinante para el éxito del tratamiento ortodóncico, es relevante hacer este estudio in vitro para evaluar el protocolo de adhesión que ofrece mayor resistencia al desalojo.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Las preguntas que serán contestadas en este estudio son:

- 1) ¿Cuál es el valor máximo, de la resistencia al desalojo en Mpa, de un bracket metálico, cementado sobre una superficie de disilicato de litio, con el protocolo de adhesión con ácido fluorhídrico al 5%?
- 2) ¿Cuál es el valor máximo, de la resistencia al desalojo en Mpa, de un bracket metálico, cementado sobre una superficie de disilicato de litio con el protocolo de adhesión con ácido fosfórico al 37 %?
- 3) ¿Cuál de los dos protocolos, ofrece mayor resistencia al desalojo de brackets metálicos, cementados sobre una superficie de disilicato de litio?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Comparar la resistencia al desalojo de brackets metálicos, en superficie de disilicato de litio, utilizando dos protocolos de adhesión diferentes: con ácido fluorhídrico al 9% y ácido fosfórico al 35%, utilizando la máquina universal de aplicación de fuerzas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir en Mpa, la resistencia al desalojo de los brackets metálicos, cementados sobre una superficie de disilicato de litio, con un protocolo de adhesión con ácido fosfórico al 35%.
- Medir en Mpa, la resistencia al desalojo de los brackets metálicos, cementados sobre una superficie de disilicato de litio, con un protocolo de adhesión con ácido fluorhídrico al 9%.

- Comparar los dos protocolos, para determinar cual ofrece mayor resistencia al desalajo de brackets metálicos, cementados sobre disilicato de litio.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La cerámica odontológica, es uno de los materiales más desarrollados dentro de la ciencia y tecnología de los materiales dentales³⁰. Más que la búsqueda de mejorar la masticación, lo que mayormente contribuyó a la evolución de los dientes artificiales fue la estética. Los griegos y los fenicios, usaron alambre de oro para sostener los dientes naturales o artificiales en la boca; sin embargo, los etruscos, se destacaron en la fabricación de prótesis dentales y alcanzaron soldar bandas o tiras anchas de oro puro, para que se encajen sobre los dientes naturales, y de esta forma puedan sostener los dientes artificiales^{30 31}. Estas prótesis removibles o fijas, eran usualmente confeccionados de dientes humanos o animales, con el deseo de sustituir dientes faltantes, por ende, las cerámicas fueron utilizadas en la odontología, solo después de 1770³¹.

A pesar de que los primeros dientes fabricados en porcelana presentaban grandes defectos, como el grado de contracción que sufrían al cocer, estos eran superados por la ventaja de su estética y estabilidad en el medio oral³². Tanto es así, que se denominaron dientes “incorruptibles”, término que fue sinónimo de dientes de porcelana. Brecker, fue el primero en divulgar el uso de las cerámicas odontológicas sobre aleaciones de oro. Estas restauraciones metalocerámicas, combinaron la estética de la

cerámica con la conductibilidad del oro³³.

Zachrisson et al, en 1996, evaluó varias técnicas para acondicionar las superficies de porcelana, reportando una fuerza de adhesión de 2,8 MPa, usando arenado con óxido de aluminio como único método. También, en este estudio reveló que no existe diferencia significativa, entre la fuerza de adhesión de brackets, sobre porcelanas grabadas con ácido fosfórico o porcelanas grabadas con ácido fluorhídrico. El uso de ácido fluorhídrico, mejoró la adhesión sobre porcelana feldespática, pero no fue así, en aquellas porcelanas con alto contenido de óxido de aluminio, donde sería necesario incorporar arenado al procedimiento³⁴.

En 2004, Palacios et al, realizaron un estudio in vitro, donde determinaron la resistencia a la tracción de brackets metálicos, cementados con resina compuesta sobre porcelana feldespática con silano, previamente grabada con ácido fluorhídrico al 9,6%, en dos tiempos de aplicación diferentes: con y sin arenado con óxido de aluminio. Se pudo concluir, que la técnica más adecuada para preparar la superficie de porcelana es grabar con ácido fluorhídrico al 9,6 % por 2 minutos y luego aplicar el silano sin necesidad de arenado con óxido de aluminio³⁵.

Moreira et al, en el 2006, realizó un estudio, con el objetivo de evaluar el tiempo de grabado ácido y el estado de la superficie, luego de la remoción de los brackets. Concluyó, que el acondicionamiento con ácido fluorhídrico al 10 % por 1 minuto, seguido de la aplicación de silano, adhesivo y resina, puede ser considerado el mejor método de preparación para la porcelana, en la cementación de brackets ortodóncico³⁶.

En el 2006, Nagayassu et al, evaluaron la resistencia de unión, entre un cemento resinoso y una porcelana feldespática sometida a diferentes tratamientos de superficie. Todas las muestras fueron silanizadas y divididas en: (1) ácido fluorhídrico al 10% por 2

minutos; (2) ácido fluorhídrico al 10% por 4 minutos; (3) chorro a 50 μm de óxido de aluminio por 5 segundos; (4) chorro de óxido de aluminio + ácido fluorhídrico por 2 minutos; (5) chorro de óxido de aluminio + ácido fluorhídrico por 4 minutos; (6) grupo control, sin tratamiento. El condicionamiento ácido por 2 minutos, presentó resultados significativamente superiores al condicionamiento por 4 minutos y al grupo control; no difirió estadísticamente del chorro de óxido de aluminio asociado al ácido fluorhídrico por 2 o 4 min. Los autores concluyeron, que solamente el uso del ácido fluorhídrico por 2, minutos es suficiente para aumentar la resistencia de unión³⁷.

Karan et al en 2007 evaluó la adhesión ortodóncica, luego del acondicionamiento de la superficie de tres diferentes tipos de superficies cerámicas: feldespática, a base de leucita y a base de disilicato de litio, para determinar la efectividad de los diferentes métodos convencionales de acondicionamiento de las superficies cerámicas. En este estudio, se encontró que todos los métodos, exceptuando el acondicionamiento con solo microarenado, mostraron suficiente fuerza de adhesión a los tres tipos de cerámicas; también observó, que al remover la aparatología en los grupos de cobertura con sílica y el de microarenado más silano mostraron mayor adhesión, pero también mayor incidencia de fractura en la cerámica. Karan concluyó que para efectos clínicos, si no se conoce el tipo de porcelana, el mejor método sería, un grabado con ácido fluorhídrico seguido de la aplicación del silano³⁸.

En el 2011, Ballesteros et al, compararon el uso del ácido fosfórico al 37% por 90 segundos y el hidrofúrico al 9.6% por 60 segundos, ambos usaron después el silano por 60 segundos. Encontraron que se lograba mejor adhesión a la porcelana, con el uso del ácido fosfórico; con el ácido fluorhídrico se logró una fuerza de adhesión, también aceptable, pero debido a su toxicidad, daño permanente a la superficie de porcelana y la

protección necesaria durante su uso clínico, no lo recomiendan como método de primera elección³⁹.

Mohammad et al, en el 2013 compararon la adhesión de brackets en dos tipos de porcelanas, la porcelana feldespática y el disilicato de litio, con dos tipos de resinas: la resina ortodóncica convencional y resina con nano relleno. En todos los casos se utilizó el mismo protocolo de adhesión, que consiste en microarenado de la superficie, grabado con ácido fluorhídrico y colocar silano. No encontraron diferencia significativa entre el tipo de porcelana, pero si concluyeron que es recomendable el uso del composite con nano partículas, debido a que se ve afectada la superficie al remover los brackets⁴⁰.

En el 2019, Mhemeti et al, realizaron un estudio para analizar la resistencia al cizallamiento y el índice de remanente adhesivo (ARI) de brackets de ortodoncia cerámicos y metálicos, adheridos a zirconia y cerámica de disilicato de litio, utilizados para restauraciones protésicas, acondicionadas con ácido fluorhídrico o ácido fosfórico. Se concluyó que el uso de ácido fluorhídrico, para el grabado de la superficie de zirconia y de disilicato de litio, no provoca un aumento significativo en los valores de la resistencia al cizallamiento, en comparación con el grabado con ácido fosfórico y silano. Además, el ácido fluorhídrico, puede debilitar la estructura superficial de la cerámica y, considerando su toxicidad, podría no ser el acondicionador más adecuado, para lograr la adhesión de brackets ortodonticos a superficie de disilicato de litio o zirconia, tomando en cuenta su estructura cristalina⁴¹.

4.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA

4.2.1 Porcelanas dentales

La porcelana dental, es uno de los materiales más utilizados para la sustitución de dientes naturales perdidos, ya que gracias a sus propiedades similares a las del vidrio y su parecido óptico con el esmalte del diente, podemos usarla para solucionar problemas funcionales y estéticos. Está compuesta principalmente por: feldespato, cuarzo, caolín, pigmentos metálicos, entre otros materiales⁴².

Las cerámicas dentales se pueden dividir en tres categorías: cristalinas o policristalinas, es decir sin contenido vítreo; vidrios con partículas o parcialmente cristalinas, es decir con bajo o alto contenido vítreo; y vidrios amorfos. La mayoría de las cerámicas cristalinas son policristalinas, porque son constituidas de un gran número de cristales pequeños o de granos, separados uno de otro por sus límites o contornos⁴³.

Según su composición química se clasifican en:

- Feldespática

Las porcelanas feldespáticas son las primeras porcelanas de uso dental; contenían exclusivamente los tres elementos básicos de la cerámica: feldespato, cuarzo y caolín. Con el paso del tiempo, la composición de éstas se fue modificando hasta llegar a las actuales cerámicas feldespáticas. El feldespato, al descomponerse en vidrio, es el responsable de la translucidez de la porcelana, mientras el cuarzo constituye la fase cristalina. El caolín, confiere plasticidad y facilita el manejo de la cerámica cuando todavía no esté cocida⁴⁴. Al tratarse básicamente de vidrios, poseen unas excelentes propiedades ópticas que permiten conseguir unos buenos resultados estéticos; pero al mismo tiempo son frágiles, y por lo tanto, no se pueden usar en prótesis fija, si no se

“apoyan” sobre otra estructura. Por este motivo, estas porcelanas se utilizan principalmente para el recubrimiento de estructuras metálicas o cerámicas. Debido al incremento de las necesidades de alta estética, se fue modificando la composición de las cerámicas hasta encontrar nuevos materiales, que tuvieran una tenacidad adecuada para confeccionar restauraciones totalmente cerámicas⁴⁵.

- Aluminosa

Son porcelanas feldespáticas convencionales, a las que se añaden 40% de alúmina. Se incorporó a la porcelana feldespática, cantidades importantes de óxido de aluminio reduciendo la proporción de cuarzo. El resultado, fue un material con una microestructura mixta en la que la alúmina, al tener una temperatura de fusión elevada, permanecía en suspensión en la matriz. Estos cristales mejoraban extraordinariamente las propiedades mecánicas de la cerámica⁴⁶. Sin embargo, pronto se pudo observar que este incremento de óxido de aluminio, provocaba en la porcelana una reducción importante de la translucidez, que obligaba a realizar tallados agresivos para alcanzar una buena estética. Cuando la proporción de alúmina supera el 50%, se produce un aumento significativo de la opacidad, y por lo tanto, una reducción considerable de la estética⁴⁴.

- Circoniosas

Este grupo es el más novedoso; estas cerámicas de última generación, están compuestas por óxido de circonio altamente sinterizado (95%), estabilizado parcialmente con óxido de litio (5%). El óxido de circonio, también se conoce químicamente con el nombre de circonia o circona⁴⁷. La principal característica de este material, es su elevada tenacidad, debido a que su microestructura, es totalmente cristalina y además posee un mecanismo de refuerzo, denominado, transformación resistente. De este modo, se aumenta la resistencia y se evita la propagación de la fractura. Estas excelentes

características físicas, han convertido a estas porcelanas en los candidatos idóneos para elaborar prótesis cerámicas, en zonas de alto compromiso mecánico. Al igual que las aluminosas de alta resistencia, son muy opacas, ya que no tienen fase vítrea y por ello, se emplean únicamente para fabricar el núcleo de la restauración, es decir, deben recubrirse con porcelanas convencionales para lograr una buena estética⁴⁵.

Debido a la demanda de una mayor estética en las restauraciones, se fue modificando la composición de las cerámicas, hasta encontrar nuevos materiales que tuvieran una tenacidad adecuada, para confeccionar restauraciones totalmente cerámicas.

Las porcelanas feldespáticas de alta resistencia poseen un alto contenido de feldespatos, pero se caracterizan por la incorporación de determinados elementos a la masa cerámica que aumentan su resistencia mecánica. Entre ellas se puede mencionar:

- IPS Empress II (Ivoclar): Este sistema consta de una cerámica feldespática reforzada, con disilicato de litio y ortofosfato de litio. La presencia de estos cristales, mejora la resistencia y aumenta la opacidad de la masa cerámica. Por ello, solamente podemos realizar la estructura interna de la restauración. Para conseguir un buen resultado estético, es necesario recubrir este núcleo con una porcelana feldespática convencional⁴⁸.
- IPS e.max Press/CAD (Ivoclar): Estas nuevas cerámicas feldespáticas están reforzadas solamente con cristales de disilicato de litio. No obstante, ofrecen una resistencia a la fractura mayor, que Empress II debido a una mayor homogeneidad de la fase cristalina. Al igual que en el sistema anterior, sobre estas cerámicas se aplica una porcelana feldespática convencional, para realizar el recubrimiento estético mediante la técnica de capas⁴⁸.

4.2.2 Disilicato de litio

La progresión del desarrollo de los materiales totalmente cerámicos continúa, y los clínicos buscan constantemente el material ideal que pueda ser utilizado en las diferentes aplicaciones clínicas, ya sea para carillas, coronas, inlays/onlays y restauraciones implantosoportadas. Las coronas de metal-cerámica convencionales, muestran una falta de intercambio de la luz con los tejidos blandos que lo rodean, debido al reflejo de sus estructuras metálicas y de sus capas opacas. Como resultado, comprometen a menudo la apariencia estética de la corona. En cambio, las restauraciones totalmente cerámicas, admiten la transmisión de la luz y su difusión, y en consecuencia, se puede lograr mejores resultados estéticos, además de proporcionar una biocompatibilidad beneficiosa⁴⁹.

Las restauraciones cerámicas, ofrecen excelentes características ópticas al unirse con la estructura dentaria. Además, los sistemas cerámicos, involucran la combinación entre núcleo y el material de recubrimiento con diferentes grosores y translucidez. Estas cerámicas poseen un gran potencial para la simulación del tejido dentario, en especial del esmalte, ya que presenta características tales como, coeficiente de expansión térmica semejante al diente, alta resistencia a la compresión y abrasión, alto módulo de elasticidad, translucidez, resistencia al desgaste y estabilidad del color⁵⁰.

Dentro de las cerámicas reforzadas, las cuales son los materiales con las mejores propiedades mecánicas debido a la incorporación de las partículas de carga, existe la cerámica a base de disilicato de litio (IPS e.max Press), que se presenta como una excelente opción de tratamiento, para las restauraciones de dientes anteriores y posteriores⁴⁹. El disilicato de litio se introdujo en el campo de la vitrocerámica, en el año 1998, como material de núcleo, obtenido por prensado caliente del material en forma de

pastilla. El núcleo se recubre con cerámica a base de fluorapatita, que muestra una translucidez notable, y al mismo tiempo, una mayor resistencia a la flexión, en comparación con las cerámicas de vidrio más antiguas; sin embargo, dicho material ha sido descontinuado desde 2009, reemplazado en el mercado por una tipología mejorada de disilicato de litio: el IPS e.max Press, en el que se han mejorado las propiedades ópticas y mecánicas mediante la introducción de mejoras técnicas en los procesos de producción. En esta nueva presentación, los cristales de disilicato de litio son más pequeños y están distribuidos de manera más uniforme. Este nuevo material, más versátil, ha introducido la posibilidad de producir restauraciones monolíticas, anatómicamente conformadas, sin necesidad de recubrimiento con cerámica⁵⁰.

La cerámica de disilicato de litio, es un material particularmente utilizado en casos de erosión, abrasión o atrición, donde es necesario restaurar el tejido dentario perdido. Por sus excelentes propiedades ópticas, características mecánicas, facilidad de procesamiento y posibilidad de grabado y unión adhesiva, las cerámicas de vidrio de disilicato de litio se han convertido rápidamente en unos de los materiales de restauración más populares en casi todas las indicaciones de prótesis fija⁵¹.

- Composición

El disilicato de Litio está compuesto de cuarzo (57-80%), que constituye la parte cristalina, dióxido de litio (11-19%), que confiere la alta resistencia, óxido de fósforo, alúmina, óxido de potasio, y otros componentes en concentraciones mínimas. Esta composición produce una cerámica de vidrio resistente, como resultado de la baja expansión térmica, que se produce cuando se procesa. Este tipo de cerámica de vidrio resistente, puede ser procesado, ya sea con la técnica prensada de cera o por procedimientos de fresado con equipos modernos como el CAD/ CAM⁵².

La nueva generación del disilicato de Litio: IPS e. max Press/ IPS e. max CAD, presenta múltiples opacidades y está utilizado con técnicas de fabricación total, prensado o fresado, proporcionando un monobloque con una apariencia cercana a la restauración final, que después, sólo puede ser maquillado y glaseado⁵³.

- Propiedades físicas

Uno de los puntos más fuertes del disilicato de litio, es la excelente respuesta de los tejidos blandos en presencia de este material; es muy versátil, por tener características de ser translúcido, de tonalidad natural, por lo que representa un material muy indicado en devolver la estética de la sonrisa⁵¹. En la práctica clínica, se determinó que las restauraciones de disilicato de litio, producen un aspecto muy natural y sano de los tejidos blandos, cuando están en contacto con la encía marginal o la mucosa peri-implantaria. El disilicato de litio, presenta alta resistencia mecánica, entre 360-400 MPa y estética, debido a sus cristales más pequeños y homogéneos. Sus preparaciones son más conservadoras, favoreciendo su éxito a largo plazo. Se puede utilizar, tanto para restauraciones soportadas por dientes, como por implantes⁵⁴.

4.2.3 TIPOS DE ADHESIÓN

La adhesión se puede dar de dos formas: física o mecánica y química o específica. La adhesión física o mecánica, consiste en que dos partes queden trabadas en función de su morfología, la cual se logra a nivel macroscópico como microscópico. El tipo de adhesión macroscópica, consiste en crear hoyos o ranuras como forma macroretentiva sobre una o ambas superficies por adherir. La adhesión microscópica, se produce al realizar irregularidades microscópicas en la superficie por adherir, logrando un

acercamiento más íntimo entre las superficies por adherir y, por ende, una adhesión más duradera y satisfactoria. Un ejemplo de este tipo de adhesión, es la microabrasión o arenado y el grabado ácido⁵⁵. De otro lado, la adhesión química o específica se logra exclusivamente por enlaces químicos entre dos superficies en contacto, en función a la generación de fuerzas. Un ejemplo de este tipo de adhesión, es la que se obtiene con el uso de adhesivos, cementos resinosos y al realizar la técnica incremental de la colocación de composite⁵⁴.

Cuando se necesita adherir un bracket a una superficie de porcelana, la misma se encuentra glaseada, esta no presenta componentes reactivos con las resinas compuestas, por lo que no se puede lograr una unión química sin realizar un tratamiento previo⁵³. Con los tratamientos realizados sobre las superficies de porcelana se busca lograr una adherencia de tipo físico y micro mecánico, por medio de tratamientos mecánicos y químicos.

El protocolo de cementación a utilizar, estará determinado por el tipo de porcelana al cual se cementará la aparatología ortodóncica. Se ha demostrado que el uso del ácido fluorhídrico mejora la adhesión sobre porcelanas feldespáticas, no así sobre las porcelanas aluminosas, las cuales son más resistentes al ataque químico y en este caso será necesario incorporar el arenado en el procedimiento de cementado⁵⁵.

La adhesión de brackets sobre superficies de porcelana se debe a dos procesos:

- Adhesión mecánica, que está determinada por el uso de ácido fluorhídrico que crea porosidades y le da una forma áspera a la superficie de porcelana.

- Adhesión química, que está dada por el uso del agente de acoplamiento (silano) que une químicamente las partículas de sílice de la porcelana, con el material de adhesión⁵⁶.

Bishara, hizo un estudio donde menciona, que una resistencia al descementado de brackets de 6 a 9Mpa es adecuada para las necesidades clínicas ortodónticas. Esto coincide con la resistencia al descementado de brackets clínicamente adecuada reportada en la literatura según Newman con valores de 6 a 10 Mpa⁵⁷.

4.2.4 Protocolo de adhesión de brackets a porcelana

1. Acondicionamiento con ácido

Consiste en crear micro retenciones mediante el uso de ácidos, para aumentar la capacidad de adhesión de la porcelana⁵⁸.

- Ácido fluorhídrico

En la porcelana se utiliza el ácido fluorhídrico a diferentes concentraciones, pero este es muy tóxico, por lo cual, es necesario tomar las medidas de prevención adecuadas, para evitar contacto con los tejidos, ya que es un agente químico muy potente y agresivo, puede irritar los ojos, emite vapores que irritan las vías respiratorias, por lo que es necesario proteger al paciente, el operador y el asistente con protección ocular, y los operadores con guantes protectores y mascarillas. Se debe utilizar un dique de goma para su utilización intraoral, si el procedimiento lo permite, o de lo contrario succión de alta potencia.

El ácido fluorhídrico, reacciona con la fase silica de la porcelana feldespática produciendo hexa-fluorosilicatos, creando microretenciones, haciendo apta la superficie para la adhesión. La concentración más utilizada es 9,6%, durante 120 a 180 segundos⁵⁹.

El procedimiento para utilizarlo es el siguiente:

- Protección con barreras a los operadores y paciente.
- Aplicar el ácido fluorhídrico por dos minutos.
- Enjuagar con abundante agua y secar con aire. La superficie grabada deberá tener un aspecto opaco y escarchado.
- Luego se procede a colocar el silano, y colocar adhesivo según sea el protocolo elegido.



- Ácido fosfórico

El grabado ácido del esmalte, se realiza frecuentemente, con el ácido fosfórico al 35-37%, durante 15-20 segundos. Este grabado incrementa la energía superficial y promueve la adhesión micromecánica, gracias a la penetración del adhesivo en las porosidades de la superficie grabada. El ácido fosfórico, también se puede utilizar para remover contaminantes en la superficie de porcelana, antes de la adhesión con brackets ortodónticos⁶⁰. Las evaluaciones muestran que 20 segundos de grabado, sobre dentina

y esmalte simultáneamente, proporcionan un acondicionamiento óptimo de ambos tejidos. En este estudio se realizó un grabado con ácido fosfórico, durante 120 segundos, sobre la superficie de disilicato de litio glaseada, seguido de un enjuague con chorro de agua-aire, para retirar los excesos de materiales.



2. Acondicionamiento con silano

El silano es un agente de unión que forma una capa química compatible entre el cemento resinoso y la porcelana dental. Es un monómero de doble fusión, formado por un grupo silano, que reacciona sobre las superficies de porcelana, y también de un grupo metacrílico, que a su vez copolimeriza la matriz de la resina⁶¹.

Entre sus propiedades principales se pueden mencionar:

- Mejora la humectabilidad de los sustratos de cristal, mediante resinas compuestas.
- Aumenta la unión física, mecánica y química, de la porcelana con la resina.
- Produce una alta resistencia al ataque del agua, sobre la interface de unión.

Se recomienda, que previo al uso del silano, la superficie de la porcelana sea grabada con ácido fluorhídrico, para crear porosidades y de esta manera, se torne altamente receptiva al silano, formando grupos de hidroxilo reactivos, en la porcelana dental⁶¹. En este estudio también se utilizó el silano, después del grabado con ácido fosfórico al 35% para comprobar si este protocolo, también puede conferir una adhesión tan buena, como la que se logra con el ácido fluorhídrico al 9%.



4. Acondicionamiento con adhesivo

La composición del adhesivo, es similar a una resina compuesta, con la diferencia de que contiene un poco o nulo relleno y mayor contenido hidrofílico. El adhesivo, debe presentar ciertas propiedades y características que aseguren una correcta adhesión. Entre otros, está la capacidad de mantener al bracket unido al diente, durante todo el tiempo necesario, pero a la vez, que la remoción del dispositivo sea fácil, y no altere la estructura dentaria. También se debe mencionar, el hecho que sea un material biocompatible, que no cause daño o irritación en las mucosas. Por otro lado, tiene cualidades, como tiempo apropiado de trabajo, fácil manipulación y aplicación⁶².

Se recomienda, colocar con un microcepillo una fina capa de monómero, de consistencia viscosa, sobre la superficie del esmalte acondicionado y seco. Este adhesivo puede ser

de fotopolimerización o de autopolimerización, cualquiera de las dos opciones, generan una unión física. Este tipo de unión, se logra gracias a que el adhesivo fluye dentro de las microporosidades del esmalte grabado produciendo un aumento de la tensión superficial y mejorando considerablemente la retención⁶³.



4.2.5 Resina Transbond XT de 3M

Los cementos dentales, son sustancias que sirven para unir elementos externos, a la superficie dental. Estos, deben poseer baja viscosidad, para poder fluir a través de la interfase, entre los tejidos duros y el o los elementos adheridos, debe ser capaz de humectar ambas superficies⁶⁴.

Algunas características que deben tener los cementos dentales:

- No causar daño a los tejidos.
- Permitir suficiente tiempo de trabajo al operador.
- Fluidez para poder ser colocado.

- Resistente a las fuerzas funcionales.
- No disolverse y mantener un sellado integro.

Al elegir el cemento a utilizar en ortodoncia, se deben considerar las propiedades del material, las características de manipulación, tiempo de trabajo, consistencia y facilidad de remover los excesos del material.

La resina fotopolimerizable Transbond XT, se utiliza para cementar brackets metálicos y cerámicos a superficies dentales, proporcionándole un tiempo de trabajo adicional para el preciso posicionamiento de los brackets. La viscosidad de la resina Transbond XT, se diseñó con el propósito de evitar rebase de adhesivo y deslizamiento de brackets, lo cual reduce el desperdicio de adhesivo⁶⁴.

4.2.6. Fotopolimerización

Una vez concluidos los pasos de posición óptima del bracket, se procede a la fotopolimerización, durante un total de 40 segundos, dependiendo el tipo de lámpara que se utilice y la unidad de fotocurado de la misma. Se debe de realizar una primera polimerización, desde cervical por 20 segundos con una lámpara de luz LED y una segunda polimerización, durante 20 segundos por incisal; no obstante, siempre se debe de tomar en cuenta las instrucciones del fabricante⁶⁵.

4.2.7 Fuerzas ortodóncicas

Las fuerzas aplicadas en ortodoncia, son aquellos vectores físicos que consiguen

movimientos dentarios. De estas fuerzas se mencionen las siguientes: desplazamiento o cizallamiento, tensión, torsión y compresión. De otro lado, existen otros movimientos ortodónticos que son derivados de la asociación de dos o más fuerzas, como son, el torque, la intrusión, la extrusión, la rotación y la traslación. Es importante, que cada bracket esté íntimamente adherido al diente, para transmitir diferentes fuerzas al ligamento periodontal y al hueso alveolar, para producir el desplazamiento dentario⁶⁶.

- Desplazamiento o cizallamiento

Este movimiento se define como la fuerza o el grupo de vectores físicos, que aplicados a un cuerpo, tratan de cortarlo o desplazarlo en sentido vertical. En ortodoncia, este tipo de fuerza es aplicado a las piezas dentales, mediante la compresión para provocar un desplazamiento en sentido del eje axial, probando procesos de remodelación en la estructura alveolar y periodontal. Esta fuerza se aplica a los dientes, para lograr movimientos como extrusión o intrusión, además los brackets constantemente están sometidos a estas fuerzas durante la masticación⁶⁷.

- Tensión

Es un vector físico, que se aplica sobre un cuerpo o estructura tratando de extenderlo o expandirlo alterando o cambiando su posición. En ortodoncia, las fuerzas de tensión aplicadas sobre las piezas dentarias, dilatan las fibras del ligamento periodontal causando una remodelación del hueso alveolar⁶⁷.

- Torsión

Esta fuerza se puede definir, como un conjunto de vectores físicos, que tratan de girar a un cuerpo, modificando su forma o girarlo, parcial o totalmente sobre un punto fijo. En ortodoncia este tipo de fuerza aplicada a las piezas dentales, provoca que estas cambien

de posición, girando sobre su propio eje, alterando la disposición de las fibras periodontales, modificando la topografía del hueso alveolar. Este tipo de fuerza interviene en los movimientos de rotación ⁶⁸.

Compresión

Esta fuerza representa el vector físico que, aplicado a un cuerpo oprime o lo aprieta, tratando de reducir su volumen o modificar su posición. En la biomecánica aplicada a la ortodoncia, las fuerzas de compresión dirigidas a las piezas dentales, oprimen las fibras periodontales, presionando el hueso alveolar, ocasionando cambios en su estructura⁶⁹.

4.2.6 Fuerzas normales de masticación

Las mayores fuerzas que se ejercen sobre los dientes con o sin brackets, son las que se producen durante la masticación. Estas fuerzas son perpendiculares al plano oclusal a nivel de los molares y premolares, pero son de corta duración, por lo que ocurre solo durante breves periodos y alcanzan un rango entre 2,5N a 22N. La fuerza máxima de oclusión, difiere de la fuerza de masticación, por lo que depende de factores, como el estado de dentición y de la musculatura masticatoria. Recientes estudios, indican que las fuerzas normales de mordida vertical máxima sobre los dientes, pueden variar entre 25N a 170N en incisivos, de 583N mas o menos 99N en zonas de premolares, y en la región de molares de 723N⁷⁰.

4.2.7 Brackets metálicos

Los brackets son los componentes pasivos de la ortodoncia fija, actúan como soportes en la unión de los componentes que producen la fuerza. Los brackets metálicos, son de

acero inoxidable de alta calidad, principalmente, tienen una buena fuerza de adherencia y resultan ser más resistentes que los brackets cerámicos, debido a su composición⁷¹.

En la actualidad existen un sin número de diseños de soportes o mallas de brackets, entre las principales se puede citar las:

- Bases de metal (acero inoxidable).
- Bases cerámicas.
- Bases de plástico, por ejemplo, soportes de policarbonato y los soportes de plástico con esqueleto de metal de refuerzo.

Dentro de las principales propiedades deseadas en los brackets ortodóncicos se pueden mencionar: la capacidad de producir fuerzas ortodóncicas, soportar las cargas masticatorias, tener buenas propiedades estéticas y poder retirarse fácilmente al final del tratamiento.

Las bases de los brackets metálicos, no son compatibles químicamente con la unión al esmalte o a la resina, por esto, los diseños de la aparatología ortodóncica están hechas para proporcionar retenciones mecánicas⁷¹.

5. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

-Existe mayor resistencia al desalajo de brackets metálicos cementados en disilicato de litio, en el protocolo con ácido fluorhídrico al 9% por 120 segundos, que el protocolo con ácido fosfórico al 35 % por 120 segundos.

Hipótesis nula

-Existe mayor resistencia al desalajo de los brackets metálicos, cementados en disilicato

de litio, en el protocolo con ácido fosfórico al 35% por 120 segundos, que el protocolo con ácido fluorhídrico al 9% por 120 segundos.

Hipótesis alternativa

- No existe diferencia significativa, entre la resistencia al desalojo de los brackets cementados sobre disilicato litio, utilizando el protocolo de adhesión con ácido fosfórico al 35% por 120 segundos o el protocolo con ácido fluorhídrico al 9% por 120 segundos.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

- 13 pastillas de disilicato de litio, Amber Press, con superficie glaseada.
- 50 brackets metálicos de premolares superiores nuevos, de la casa comercial Rocky Mountain, prescripción MBT, slot 0.022.
- Ácido fluorhídrico al 9%, Porcelain Etch, de la casa comercial Ultradent.
- Ácido fosfórico al 35%, Ultra Etch, de la casa comercial Ultradent.
- Agente de adhesión silano, Silane, casa comercial Ultradent.
- Resina de fotopolimerización Transbond XT Light Cure Adhesive 3M.
- Adhesivo Ortho Solo, de la casa comercial Ormco.
- Máquina universal de aplicación de fuerzas MTI-2K.
- Micromotor.
- Pinza porta bracket.
- Posicionador de brackets.

- Explorador.
- Un paquete de microbrush (Smart products).
- Lámpara de fotopolimerización de la casa comercial 3M ESPE.
- Sharpie de punta fina.

6.1 DISEÑO Y TIPO DE ESTUDIO

El presente, es un estudio de tipo experimental, in vitro, ya que manipula dos o más variables, ejerciendo un control sobre las muestras para obtener un resultado cuantitativo.

6.2 MÉTODO DE ESTUDIO

Se incluye dentro de un estudio comparativo, puesto que existen dos grupos y se quiere comparar variables, para constatar una hipótesis.

6.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Nuevas pastillas de disilicato de litio, con pulido y glaseado, realizado en laboratorio dental.
- Brackets metálicos nuevos, de ligado, MBT, slot 0.022, de premolares superiores.

6.3 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pastillas de disilicato de litio, con defecto de fábrica.
- Pastillas de disilicato de litio, con superficie quebrada.
- Brackets con defecto de fábrica.

- Brackets reciclados.

6.4 CRITERIO DE ANULACIÓN

- Cuerpo de muestra, que quede inutilizable luego de la aplicación de la fuerza de cizalla.

6.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

Se utilizaron, 13 pastillas nuevas de disilicato de litio, las cuales fueron glaseadas en laboratorio, y 50 brackets metálicos nuevos de la casa comercial Rocky Mountain. Cada pastilla de disilicato de litio se dividió en 4 superficies, donde se cementaron 4 brackets. Se formaron dos grupos de estudio:

- Grupo A, compuesto de 6 pastillas de disilicato, divididas entre 4, donde se cementaron un total de 25 brackets, utilizando el protocolo de adhesión con ácido fosfórico al 35 %.
- Grupo B, compuesto de 6 pastillas de disilicato, divididas entre 4, donde se cementaron un total 25 brackets, utilizando el protocolo de adhesión con ácido fluorhídrico al 9%.

6.6 VARIABLES

- Dependiente

La variable dependiente del estudio es: la fuerza de la resistencia al desalojo.

- Independientes

Las variables independientes fueron: el protocolo de adhesión con ácido fosfórico al 35% y silano, el protocolo de adhesión con ácido fluorhídrico al 9% y silano.

6.9 PROCEDIMIENTO

Para la realización de este estudio, se seleccionaron 13 pastillas de disilicato de litio cuyas superficies fueron glaseadas en laboratorio dental. Los pasos del estudio se realizaron en el siguiente orden:

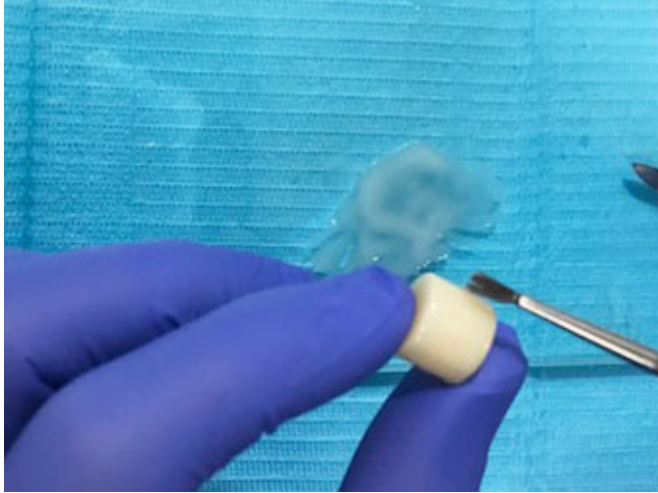
1. Se realizó el glaseado de las superficies de cada pastilla de disilicato de litio con el IPS Ivocolor Glaze Paste, mezclado con Ivocolor Mixing liquid, hasta obtener la consistencia deseada.

Figura 1: Pastilla de disilicato de litio con material de glaseado Ivocolor Glaze Paste y Ivocolor Mixing Fluid.



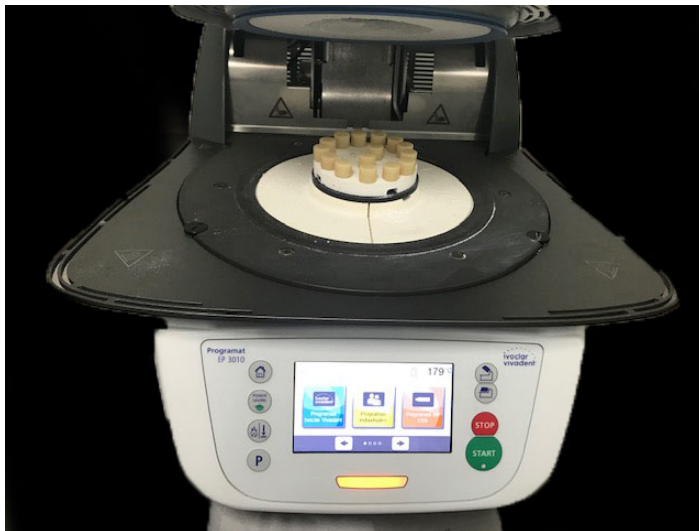
2. Con un pincel fino, se aplicó una capa fina de glaseado sobre la superficie de disilicato de litio.

Figura 2: Aplicación del glaseado con pincel fino.



3. Las pastillas se colocaron en el horno para cocción de cerámica Ivoclar Vivadent ,que se encuentra en el laboratorio de rehabilitación bucal, de la Universidad Iberoamericana, a una temperatura de 170 °C.

Figura 3: Pastillas de disilicato en el horno Ivoclar Vivadent



Después de realizar el glaseado de todas las pastillas de disilicato de litio, se cementaron en cada pastilla, 4 nuevos brackets metálicos, prescripción MBT 0.022, de la casa comercial Rocky Mountain correspondientes a premolares superiores.

Figura 4 : Bracket de la casa comercial Rocky Mountain, prescripción MBT, slot 0.22

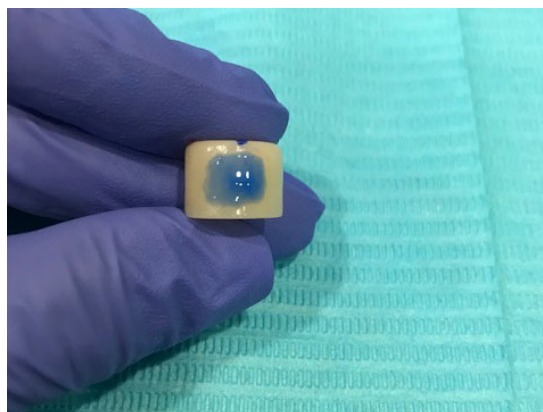


Para la cementación de los brackets, se sometió a prueba dos protocolos de adhesión: uno con ácido fosfórico al 35% (Grupo A) y el otro con ácido fluorhídrico al 9% (Grupo B).

En el grupo A, los pasos de la cementación de los brackets se realizaron en el siguiente orden:

- A) Se realizó el grabado ácido de la superficie de cada pastilla con ácido fosfórico al 35% Ultra Etch, de la casa comercial Ultradent, por 120 segundos, y luego se lavó con abundante agua y se secó con la jeringa triple.

Figura 5: Grabado con ácido fosfórico al 35%



- B) Se aplicó el silano de la casa comercial Ultradent, aplicando varias capas hasta evaporación del producto durante 20 segundos.

Figura 6: Aplicación del silano



C) Con un microbrush, se aplicó una capa de adhesivo, Ortho Solo, de la casa comercialOrmco.

Figura 7: Aplicación adhesivo Ortho Solo



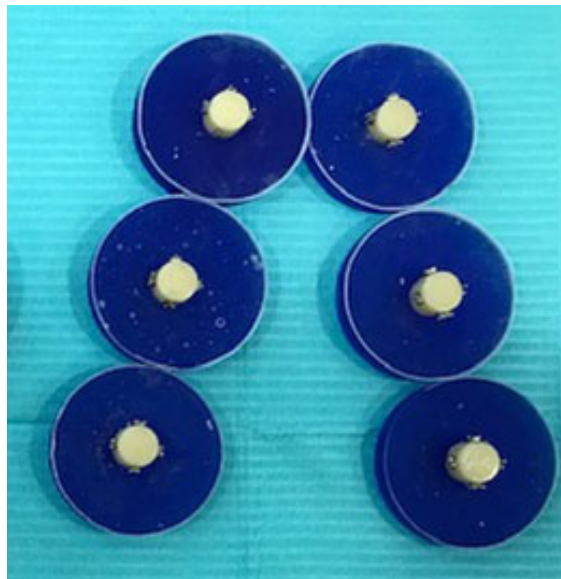
D) Se cementaron los brackets en el centro de la superficie de disilicato de litio, y se fotopolimerizaron 40 segundos, con la lámpara de fotocurado de la marca comercial 3M.

Figura 8: Cementación de bracket sobre pastilla de disilicato de litio.



E) Luego se montaron cada pastilla, con sus 4 brackets respectivos, sobre una base de acrílico de color azul, para después realizar la prueba de cizallamiento.

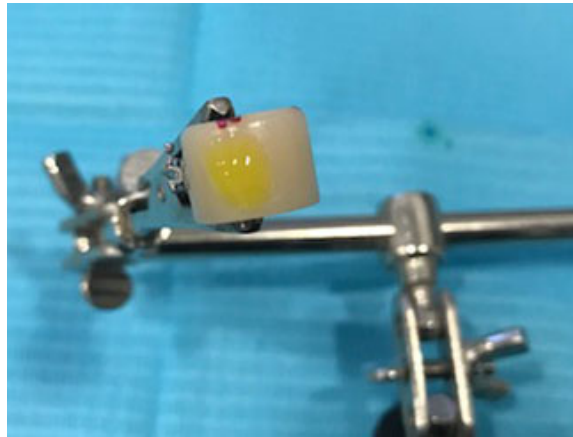
Figuras 8: Pastillas con brackets cementados con ácido fosfórico en base de acrílico azul



En el grupo Rojo los pasos de la cementación de los brackets se realizaron en el siguiente orden:

- A) Se realizó el grabado de la superficie de cada pastilla, con ácido fluorhídrico al 9% Porcelain Etch, de la casa comercial Ultradent, por 120 segundos, y luego se lavó con abundante agua y se secó con la jeringa triple.

Figura 9: Grabado con ácido fluorhídrico al 9%.



- B) Con un microbrush, se aplicó el silano de la casa comercial Ultradent, aplicando varias capas, hasta la evaporación del producto durante 30 segundos.

Figura 10: Aplicación del silano.



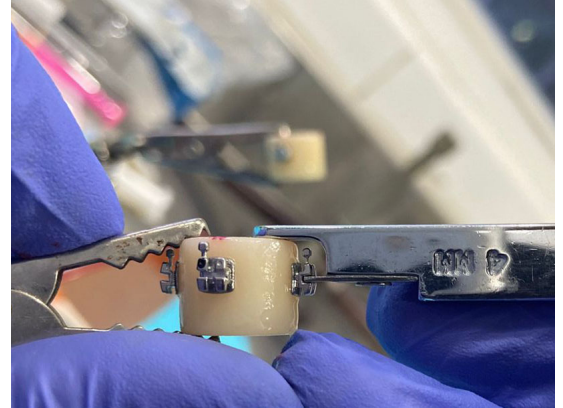
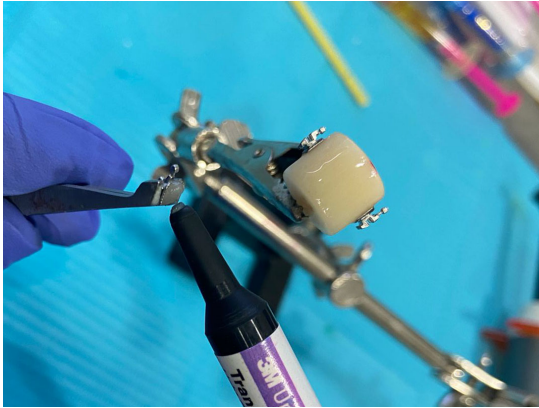
F) Se aplicó el adhesivo Ortho Solo, de la casa comercial Ormco.

Figura 11: Aplicación adhesivo Ortho Solo



G) Se cementaron los brackets en el centro de la superficie de disilicato de litio, y se fotopolimerizaron 40 segundos, con la lámpara de fotocurado de la marca comercial 3M.

Figura 12: Cementación de bracket



H) Luego se montaron cada pastilla, con sus 4 brackets respectivos, sobre una base de acrílico de color roja, para después realizar la prueba de cizallamiento.

Figura 12: Pastillas con brackets cementados con ácido fosfórico, en base de acrílica roja.

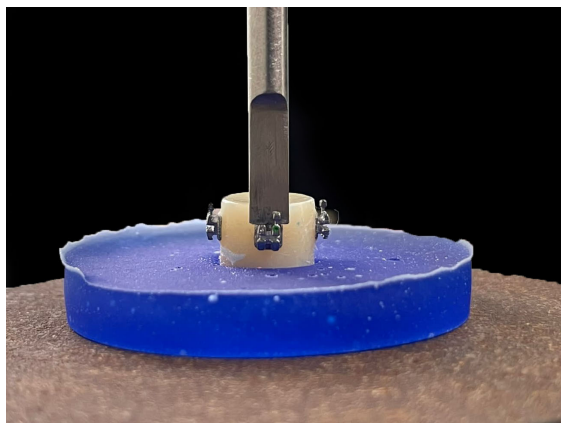
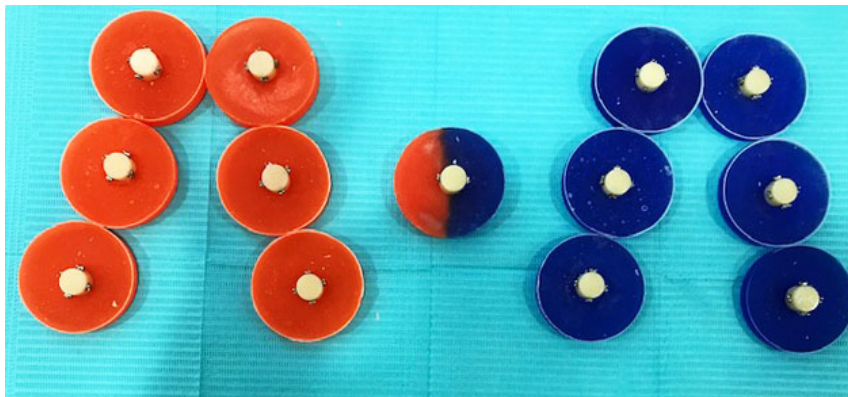


Luego de que todas las pastillas fueron montadas en acrílico e identificadas por

colores, azul para el grupo cementado con ácido fosfórico, y rojo para el grupo cementado con ácido fluorhídrico:

- Se adaptó la posición de cada montaje en la máquina de pruebas universales MTI-2K, para que la fuerza sea aplicada con un aditamento metálico de acero inoxidable de forma plana (0.8mm), para permitir que se ajuste perfectamente en la parte superior del bracket, produciendo así el desalojo de dicho bracket.

Figura 13: Muestra grupo A y B, y prueba de cizallamiento



6. RESULTADOS

Luego de realizar las pruebas de cizallamiento de brackets, con la máquina de pruebas universales MTI-2K, se obtuvieron los resultados de la población completa en Newtons y posteriormente, se dividió por el área de retención del bracket, según los valores indicados por la casa comercial Rocky Mountain y verificados con un vernier digital (2.9m) para obtener los datos en Megapascales (Mpa) y así poder relacionarlo con los diferentes estudios, ya que todos los resultados están expresados en Mpa (Ver tabla 1.) La fórmula aplicada fue la siguiente: Fuerza en Newton/área del bracket.

➤ Área del bracket = altura x anchura= 2.9m x 2.9m= 8.41mm²

➤ Ejemplo grupo rojo: brackets #1= 122.09 N/8.41mm²= 14.51 Mpa

Tabla 1: Fuerzas de resistencia al desalojo: Grupo Rojo (Ácido fluorhídrico)

| Bracket | Fuerza de resistencia al desalojo Newtons | Fuerza de resistencia al desalojo en Megapascal |
|---------|---|---|
| 1 | 122.09 | 14.51 |
| 2 | 153.68 | 18.27 |
| 3 | 179.41 | 21.33 |
| 4 | 185.98 | 22.11 |
| 5 | 171.59 | 20.40 |
| 6 | 176.13 | 20.94 |
| 7 | 162.82 | 19.36 |

| | | |
|----|--------|-------|
| 8 | 103.89 | 12.35 |
| 9 | 150.09 | 17.84 |
| 10 | 161.59 | 19.21 |
| 11 | 39.49 | 4.69 |
| 12 | 104.65 | 12.44 |
| 13 | 145.68 | 17.32 |
| 14 | 138.73 | 16.49 |
| 15 | 122.4 | 14.55 |
| 16 | 188.44 | 22.40 |
| 17 | 192.5 | 22.88 |
| 18 | 183.44 | 21.81 |
| 19 | 118.8 | 14.12 |
| 20 | 112.76 | 13.40 |
| 21 | 74.18 | 8.82 |
| 22 | 100.66 | 11.96 |
| 23 | 87.01 | 10.34 |
| 24 | 193.58 | 23.01 |
| 25 | 117.54 | 13.97 |

Tabla 2: Fuerzas de resistencia al desalojo: Grupo Azul (Ácido fosfórico)

| Bracket | Fuerza de resistencia al desalojo Newtons | Fuerza de resistencia al desalojo en Megapascal |
|---------|---|---|
| 1 | 77.5 | 9.21 |
| 2 | 97.56 | 11.60 |
| 3 | 75.24 | 8.94 |
| 4 | 154.88 | 18.41 |
| 5 | 71.21 | 8.46 |
| 6 | 147.52 | 17.54 |
| 7 | 83.45 | 9.92 |
| 8 | 180.04 | 21.40 |
| 9 | 94.4 | 11.22 |
| 10 | 81.91 | 9.73 |
| 11 | 93.51 | 11.11 |
| 12 | 65.06 | 7.73 |
| 13 | 122.09 | 14.51 |
| 14 | 109.43 | 13.01 |

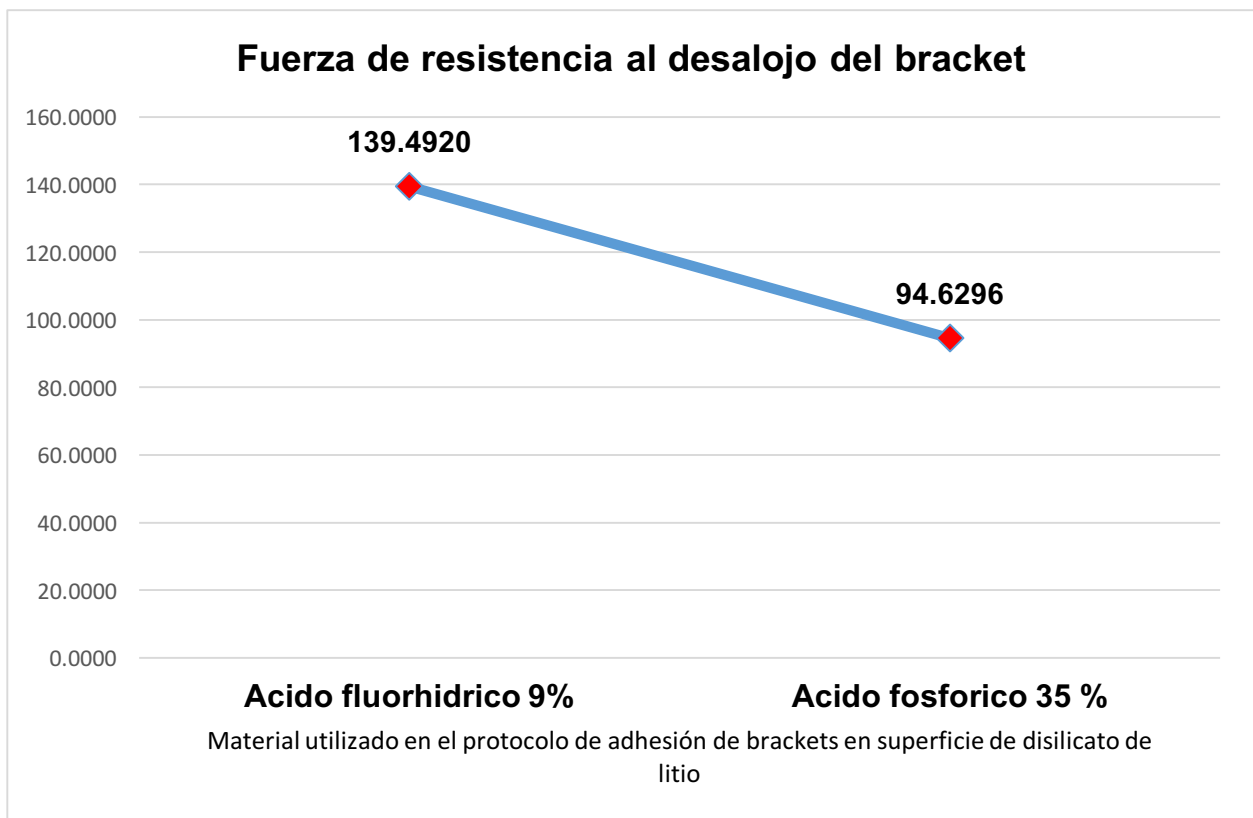
| | | |
|----|--------|-------|
| 15 | 128.13 | 15.23 |
| 16 | 107.12 | 12.73 |
| 17 | 80.93 | 9.62 |
| 18 | 83.31 | 9.90 |
| 19 | 90.31 | 10.73 |
| 20 | 55.61 | 6.61 |
| 21 | 46.21 | 5.49 |
| 22 | 64.74 | 7.69 |
| 23 | 65.25 | 7.75 |
| 24 | 90.74 | 10.78 |
| 25 | 99.59 | 11.84 |

Los 25 brackets que se cementaron con el protocolo de adhesión con ácido fluorhídrico al 9%, presentan una fuerza de resistencia al desalojo del bracket promedio de 139.4920 N, significativamente mayor que la fuerza de resistencia promedio de 94.6296 N, que presentan los 25 brackets, que se cementaron con el protocolo de adhesión con ácido fosfórico al 35% (Tabla 3 y gráfico 1).

Tabla 3: Análisis estadístico básico de la población

| Material utilizado en el protocolo de adhesión de brackets en superficie de disilicato de litio | N | Fuerza de resistencia al desalojo del bracket | Desviación estándar | Media de error estándar |
|---|----|---|---------------------|-------------------------|
| Ácido fluorhídrico 9% | 25 | 139.4920 | 41.24167 | 8.24833 |
| Ácido fosfórico 35 % | 25 | 94.6296 | 31.85938 | 6.37188 |

Gráfico 1: Resultados estadísticos de la población.



La prueba t-student para muestras independientes y comparación de dos grupos, indica un Valor $P=0.000 << 0.05$, significativo, y se demuestra que el material utilizado en el protocolo de adhesión de brackets, en superficie de disilicato de litio, tiene una influencia estadísticamente significativa, en la fuerza de resistencia al desalojo del bracket, y por lo tanto existe diferencia en los dos grupos y muestras de brackets, siendo los de mayores fuerzas de resistencias, aquellos que fueron cementados en disilicato de litio, con el protocolo con ácido fluorhídrico al 9%. Por lo tanto, se confirma la hipótesis de investigación, que estipula la existencia de mayor resistencia al desalojo de brackets cementados en disilicato de litio, en el protocolo con ácido fluorhídrico al 9%, que el protocolo con ácido fosfórico al 35% (Tabla4).

Tabla 4: Prueba de comparación de dos muestras independientes

| | | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
|--|-----------------------------|---|------|-------------------------------------|-----------|-------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
| | | F | Sig. | t-student | gl | VALOR P | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Fuerza de resistencia al desalojo del bracket | Se asumen varianzas iguales | 3.358 | .073 | 4.304 | 48 | .000 | 44.86240 | 10.42285 | 23.90586 | 65.81894 |

El 88% de los brackets cementados con el protocolo ácido fluorhídrico al 9%, obtuvo una fuerza de resistencia \geq a 100, mientras que solo el 28% de los brackets cementados con el protocolo ácido fosfórico 35 %, obtuvo una fuerza de resistencia \geq a 100 (ver tabla 5 y gráfico 2).

Tabla 5: Tabla cruzada de material utilizado en el protocolo de adhesión de brackets en superficie de disilicato de litio

| Tabla cruzada de material utilizado en el protocolo de adhesión de brackets en superficie de disilicato de litio | | | | |
|--|-----------------------|---|------------|--------|
| | | Fuerza de resistencia al desalojo del bracket | | Total |
| | | <100 | \geq 100 | |
| Material utilizado en el protocolo de adhesión de brackets en superficie de disilicato de litio | Ácido fluorhídrico 9% | 12.0% | 88.0% | 100.0% |
| | Ácido fosfórico 35 % | 72.0% | 28.0% | 100.0% |

Gráfico 2: Porcentaje de bracket con fuerza de resistencia al desalojo mayor o menor a 100

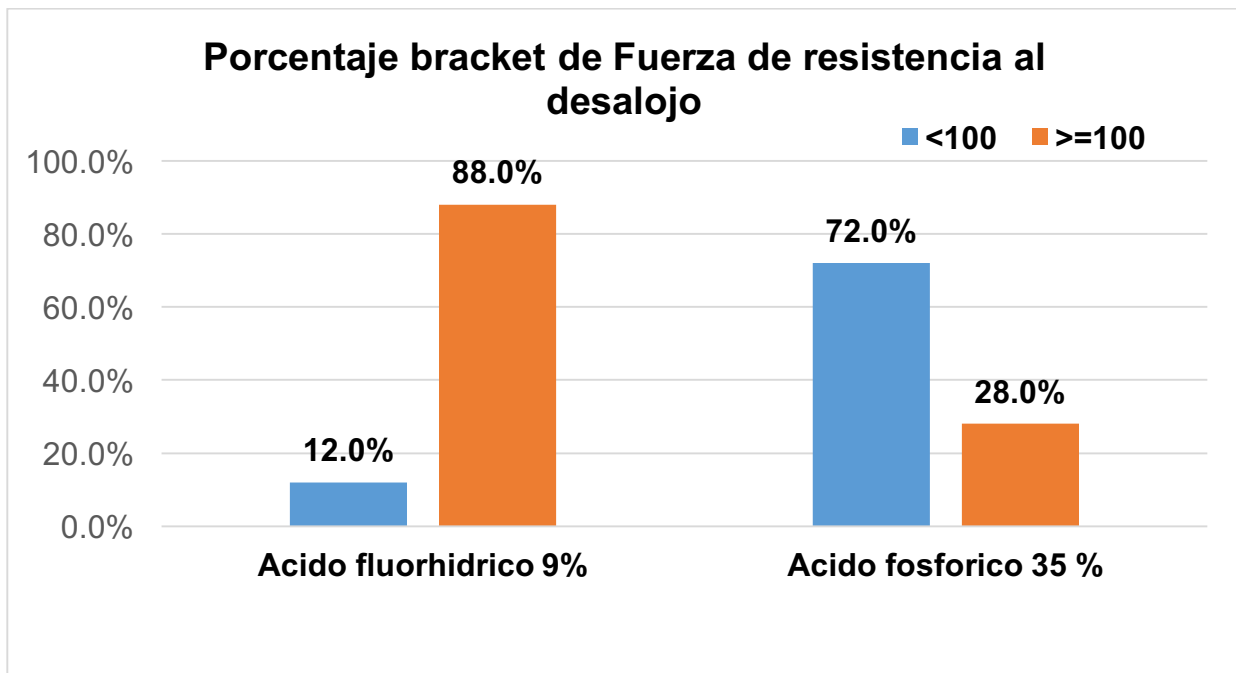
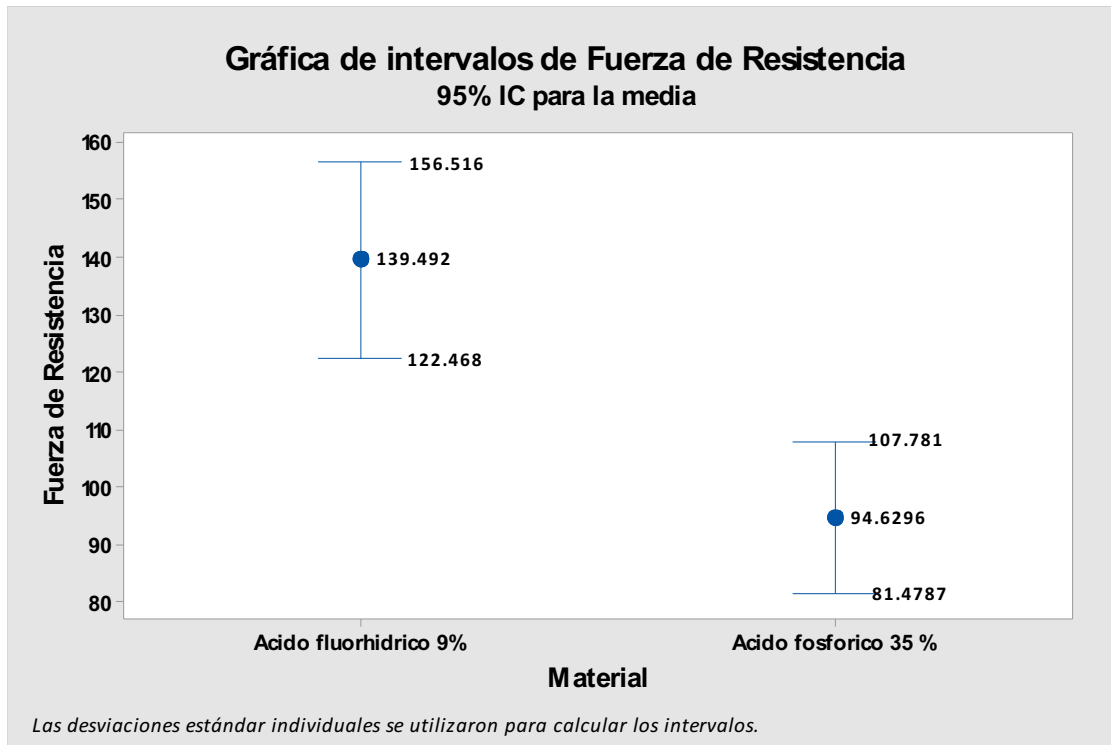


Grafico 3: Intervalos de fuerza de resistencia



8. DISCUSIÓN

Luego de realizar este trabajo de investigación, se pudo observar que los brackets metálicos cementados sobre superficie de disilicato de litio, utilizando el grabado ácido fluorhídrico al 9%, fueron los que tuvieron mayor fuerza de resistencia al desalojo, con un promedio de 16.58 Megapascales. Mientras que los brackets cementados con el grabado de ácido fosfórico al 35%, tuvieron fuerzas de resistencia significadamente menor, con un promedio de 11.25 Megapascales.

En un estudio realizado por Asiry et al (2018), se realizó la cementación de brackets metálicos sobre coronas de disilicato de litio, utilizando un protocolo de adhesión con ácido fluorhídrico al 9% y se obtuvo un promedio de resistencia al desalojo de 15.05

Megapascal⁷². Este resultado se acerca al valor obtenido en este trabajo de investigación que es de 16.58 Megapascales. Otro artículo publicado por Blerim et al (2019), coincide con esta investigación, ya que el valor proporcionado con la adhesión de brackets metálicos sobre disilicato de litio con ácido fosfórico al 37% fue de 12 Megapascal⁷³; lo que es similar con al valor de 11.25 Megapascales obtenido en este estudio. Estos estudios no demuestran diferencias estadísticamente significativas con los resultados obtenidos en este trabajo utilizando los mismos protocolos de adhesión con ácido fosfórico y ácido fluorhídrico, seguido de la aplicación de silano y adhesivo.

En el presente estudio, se encontró que el grupo de bracket cementados con ácido fluorhídrico al 9% tuvo una fuerza promedio de resistencia al desalojo de 16.58 Megapascales, este resultado es diferente de lo que se obtuvo en un estudio realizado por Goracci et al. (2022), donde la fuerza de resistencia promedio era de 13 Megapascales⁷⁴. Este pudo deberse a que, en el presente estudio se dejó el ácido fluorhídrico sobre la superficie de disilicato por un tiempo de 120 segundos, en cambio en el estudio de Aksakalli et al., se dejó el ácido fluorhídrico por 60 segundos. Dejar el ácido fluorhídrico en contacto con el disilicato de litio por menor tiempo, pudo haber afectado la fuerza de adhesión obtenida. Esto corroboraría los hallazgos del estudio realizado por Goncalves et al.(2011), que estipulan que el grupo de bracket cementado con el tiempo de grabado acido más alto, tenía una fuerza de adhesión significativamente

mayor, a los grupos que grabaron por menos tiempo, con el mismo ácido fluorhídrico al 10%⁷⁵.

De otro lado, un estudio realizado por Di Guida et al (2019), la fuerza de resistencia al cizallamiento obtenida, con brackets cementados con ácido fluorhídrico al 9% y silano, tuvo un promedio de 6.98 Megapascales⁷⁶, lo que demuestra una diferencia significativa con los resultados de esta investigación. Esto podría ser debido a que, en el estudio de Di Guida et al., se realizó la preparación de la superficie de disilicato, solo con ácido fluorhídrico al 9% y silano, sin poner la capa de adhesivo antes de la colocación del bracket, mientras que, en este trabajo de investigación, se hizo la aplicación de adhesivo, Ortho Solo, después de la preparación con ácido fluorhídrico y silano. Este factor puede ser un factor determinante, ya que otro trabajo de investigación realizado por la Doctora Marielissa Victoria, en el postgrado de ortodoncia, de la Universidad Iberoamericana en el 2019, se comprobó que la cementación de bracket con el Ortho Solo, de la casa comercialOrmco, proveía la mejor fuerza de adhesión, con un valor promedio de la fuerza de resistencia al desalojo de 10.40 Megapascal⁷⁷. Este mismo adhesivo fue utilizado en nuestro estudio, y pudo haber contribuido al hecho de obtener fuerzas de adhesión más altas, que en otros estudios donde no se utilizó este producto.

9-CONCLUSIÓN

Al comparar la fuerza de resistencia al desalojo de brackets metálicos, cementados sobre superficie de disilicato de litio con dos protocolos de adhesión diferentes: con ácido

fosfórico al 35% y con ácido fluorhídrico al 9%, se pudo observar que los brackets cementados con ácido fluorhídrico, tenían una fuerza de resistencia al desalojo de 16.58 Megapascales, lo cual es significativamente mayor a la fuerza obtenida para los brackets cementados con ácido fosfórico al 35%, que es de 11.25 Megapascal.

Sabiendo que la adhesión ideal para un tratamiento orthodónico, se encuentra entre 6-10 Megapascales⁷⁶, se puede decir, que los dos protocolos, son opciones viables para realizar la cementación de bracket sobre cerámica de disilicato de litio, aunque el ácido fluorhídrico proporciona una fuerza de adhesión considerablemente más grande, que el ácido fosfórico.

De otro lado, cabe destacar, que la cementación de bracket para cualquier tratamiento orthodónico es algo temporario, también se debe considerar que una fuerza de adhesión mayor a 13 Megapascales, aumenta considerablemente la probabilidad de fractura de la superficie cerámica, cuando se descementan los brackets⁷⁶. Se podría concluir, que el uso del protocolo con ácido fluorhídrico al 9%, sería más apropiado en casos donde se va a remplazar la corona cerámica después del tratamiento ortodónico, y el uso del ácido fosfórico, en casos donde se quiere preservar lo más posible la integridad de la superficie de la corona, y evitar fracturas al momento de retirar la aparatología fija.

10- RECOMENDACIONES Y PROSPECTIVAS

10.1. RECOMENDACIONES

- Usar el ácido fluorhídrico al 9%, en la cementación de brackets metálicos sobre coronas de disilicato de litio, para obtener una fuerza de adhesión óptima.
- Usar el ácido fluorhídrico para el grabado de coronas de disilicato de litio, cuando se va a confeccionar otra corona al terminar el tratamiento ortodóncico.
- Usar el ácido fosfórico al 35%, para cementar brackets en coronas de disilicato de litio cuando se quiere evitar lo más posible la fractura de la cerámica, al momento de descementar los brackets.

10.2. PROSPECTIVAS

- Evaluar la resistencia al desalojo con estos dos protocolos de adhesión, con otros tipos de brackets: cerámicos, plásticos, o metálicos de otras casas comerciales.
- Realizar otro estudio comparando, la resistencia al desalojo con protocolos con ácido fluorhídrico al 9% y fosfórico al 35%, sin aplicación de adhesivo antes de cementar los brackets, y luego comparar con los resultados obtenidos en esta investigación.
- Comparar estos dos protocolos de adhesión de bracket en superficie de disilicato de litio, con diferentes tiempos de grabado con cada ácido.
- Visualizar la superficie de la cerámica mediante microscopio electrónico, luego de cada descementado de bracket, comparando con el ácido que se usó para la adhesión.

11.REFERENCIAS

- 1) Karan S, Büyükyılmaz T, Toroğlu MS. Orthodontic bonding to several ceramic surfaces: are there acceptable alternatives to conventional methods?. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2007 Aug 1;132(2):144-e7.
- 2) Faltermeier A, Reicheneder C. Bonding orthodontic ceramic brackets to ceramic restorations: Evaluation of different surface conditioning methods.
- 3) Xu Z, Li J, Fan X, Huang X. Bonding strength of orthodontic brackets on porcelain surfaces etched by Er: YAG laser. Photomedicine and Laser Surgery. 2018 Nov 1;36(11):601-7.
- 4) Naseh R, Afshari M, Shafiei F, Rahnamoon N. Shear bond strength of metal brackets to ceramic surfaces using a universal bonding resin. Journal of Clinical and Experimental Dentistry. 2018 Aug;10(8):e739.
- 5) Zarone F, Ferrari M, Mangano FG, Leone R, Sorrentino R. "Digitally oriented materials": focus on lithium disilicate ceramics. International journal of dentistry. 2016 Aug 18;2016.
- 6) Girish PV, Dinesh U, Bhat CS, Shetty PC. Comparison of shear bond strength of metal brackets bonded to porcelain surface using different surface conditioning methods: an in vitro study. J Contemp Dent Pract. 2012 Jul 1;13(4):487-93.
- 7) Oldham CC, Ballard RW, Yu Q, Kee EL, Xu X, Armbruster PC. In vitro comparison of shear bond strengths of ceramic orthodontic brackets with ceramic crowns using an aluminium oxide air abrasion etchant. International Orthodontics. 2020 Mar 1;18(1):115-20.

- 8) Ramos TF, Lenza MA, Reges RV, Freitas G. Influence of ceramic surface treatment on shear bond strength of ceramic brackets. *Indian Journal of Dental Research*. 2012 Nov 1;23(6):789.
- 9) Gardiner R, Ballard R, Yu Q, Kee E, Xu X, Armbruster P. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded to a new all-ceramic crown composed of lithium silicate infused with zirconia: An in vitro comparative study. *International Orthodontics*. 2019 Dec 1;17(4):726-32.
- 10) Mehmeti B, Azizi B, Kelmendi J, Iljazi-Shahiqi D, Alar Ž, Anić-Milošević S. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded to zirconium crowns. *Acta Stomatologica Croatica*. 2017 Jun;51(2):99.
- 11) Sabuncuoglu FA, Erturk E. Shear bond strength of brackets bonded to porcelain surface: In vitro study. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*. 2016;50(1):9.
- 12) Labunet A, Kui A, Voinea-Tonea A, Vigu A, Sava S. Orthodontic attachment adhesion to ceramic surfaces. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*. 2021;13:83.
- 13) Abu Alhaija ES, Abu AlReesh IA, AlWahadni AM. Factors affecting the shear bond strength of metal and ceramic brackets bonded to different ceramic surfaces. *The European Journal of Orthodontics*. 2010 Jun 1;32(3):274-80.
- 14) Abdelnaby YL. Effects of cyclic loading on the bond strength of metal orthodontic brackets bonded to a porcelain surface using different conditioning protocols. *The Angle Orthodontist*. 2011 Nov;81(6):1064-9.
- 15) Rambhia S, Heshmati R, Dhuru V, Iacopino A. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded to provisional crown materials utilizing two different adhesives. *The Angle Orthodontist*. 2009 Jul;79(4):784-9.

- 16) Ajlouni R, Bishara SE, Oonsombat C, Soliman M, Laffoon J. The effect of porcelain surface conditioning on bonding orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*. 2005 Sep;75(5):858-64.
- 17) Jarvis J, Zinelis S, Eliades T, Bradley TG. Porcelain surface roughness, color and gloss changes after orthodontic bonding. *The Angle Orthodontist*. 2006 Mar;76(2):274-7.
- 18) Peixoto NM, de-Matos JD, Andrade VC, Bottino MA, Zogheib LV. Evaluación de la Resistencia de Unión de Brackets Ortodónticos Fijados a Cerámica de Disilicato de Litio. *International journal of odontostomatology*. 2019 Jun;13(2):207-18.
- 19) Mehmeti B, Kelmendi J, Ilijazi-Shahiqi D, Azizi B, Jakovljević S, Haliti F, Anić-Milošević S. Comparison of shear bond strength orthodontic brackets bonded to zirconia and lithium disilicate crowns. *Acta Stomatologica Croatica*. 2019 Mar 19;53(1):17-27.
- 20) Lestrade AM, Ballard RW, Xu X, Yu Q, Kee EL, Armbruster PC. Porcelain surface conditioning protocols and shear bond strength of orthodontic brackets. *Australian orthodontic journal*. 2016 May;32(1):18.
- 21) Abu Alhaija ES, Abu AlReesh IA, AlWahadni AM. Factors affecting the shear bond strength of metal and ceramic brackets bonded to different ceramic surfaces. *The European Journal of Orthodontics*. 2010 Jun 1;32(3):274-80.
- 22) Ramos TF, Lenza MA, Reges RV, Freitas G. Influence of ceramic surface treatment on shear bond strength of ceramic brackets. *Indian Journal of Dental Research*. 2012 Nov 1;23(6):789.
- 23) Naseh R, Afshari M, Shafiei F, Rahnamoon N. Shear bond strength of metal brackets to ceramic surfaces using a universal bonding resin. *Journal of clinical and experimental dentistry*. 2018 Aug;10(8):e739.

- 24) Ramos TF, Lenza MA, Reges RV, Freitas G. Influence of ceramic surface treatment on shear bond strength of ceramic brackets. *Indian Journal of Dental Research*. 2012 Nov 1;23(6):789.
- 25) Girish PV, Dinesh U, Bhat CS, Shetty PC. Comparison of shear bond strength of metal brackets bonded to porcelain surface using different surface conditioning methods: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract*. 2012 Jul 1;13(4):487-93.
- 26) Gardiner R, Ballard R, Yu Q, Kee E, Xu X, Armbruster P. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded to a new all-ceramic crown composed of lithium silicate infused with zirconia: an in vitro comparative study. *International orthodontics*. 2019 Dec 1;17(4):726-32.
- 27) Gardiner R, Ballard R, Yu Q, Kee E, Xu X, Armbruster P. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded to a new all-ceramic crown composed of lithium silicate infused with zirconia: an in vitro comparative study. *International orthodontics*. 2019 Dec 1;17(4):726-32.
- 28) Álvarez-Fernández M, Peña-López JM, González-González IR, Olay-García M. Características generales y propiedades de las cerámicas sin metal. *Rcoe*. 2003 Oct;8(5):525-46.
- 29) Martínez Rus F, Pradés Ramiro G, Suárez García M, Rivera Gómez B. Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. *Rcoe*. 2007 Dec;12(4):253-63.
- 30) Núñez Pérez BM, Peguero Morejón HA. La prótesis dental en la literatura. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. 2012 Dec;11(4):546-55.
- 31) Lawson NC, Burgess JO. Dental ceramics: a current review. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*. 2014 Mar 1;35(3):161-6.
- 32) Hondrum SO. A review of the strength properties of dental ceramics. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1992 Jun 1;67(6):859-65.

- 33) Li RW, Chow TW, Matinlinna JP. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art. *Journal of prosthodontic research*. 2014;58(4):208-16.
- 34) Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *International Journal of prosthodontics*. 2015 May 1;28(3).
- 35) McLaren EA, Figueira J. Updating classifications of ceramic dental materials: a guide to material selection. *Compendium*. 2015 Jun;36(6):400-6.
- 36) McLaren E, Giordano R. Ceramics overview: classification by microstructure and processing methods. *Compend Contin Educ Dent*. 2010;31(9):682-4.
- 37) Helvey GA. Classifying dental ceramics: numerous materials and formulations available for indirect restorations. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*. 2014 Jan 1;35(1):38-43.
- 38) Warreth A, Elkareimi Y. All-ceramic restorations: A review of the literature. *The Saudi Dental Journal*. 2020 Dec 1;32(8):365-72.
- 39) Lloyd CH, Scrimgeour SN, Brown D, Clarke RL, Curtis RV, Hatton PV, Ireland AJ, McCabe JF, Nicholson JW, Setcos JC, Sherriff M. Dental materials: 1995 literature review. *Journal of dentistry*. 1997 May 1;25(3-4):173-208.
- 40) Di Guida LA, Benetti P, Corazza PH, Della Bona A. The critical bond strength of orthodontic brackets bonded to dental glass–ceramics. *Clinical oral investigations*. 2019 Dec;23(12):4345-53.
- 41) González Kirilova SR. *Efecto del uso del silano y/o microarenado en la adhesión de los brackets metálicos cementados sobre superficie de porcelana:" Estudio in vitro"* (Doctoral dissertation, Universidad de Panamá).
- 42) Abuelenain DA, Linjawi AI, Alghamdi AS, Alsadi FM. The effect of various mechanical and chemical surface conditioning on the bonding of orthodontic

- brackets to all ceramic materials. *Journal of Dental Sciences*. 2021 Jan 1;16(1):370-4.
- 43)Elsaka SE. Influence of surface treatments on bond strength of metal and ceramic brackets to a novel CAD/CAM hybrid ceramic material. *Odontology*. 2016 Jan 1;104(1):68-76.
- 44)Falkensammer F, Freudenthaler J, Pseiner B, Bantleon HP. Influence of surface conditioning on ceramic microstructure and bracket adhesion. *The European Journal of Orthodontics*. 2012 Aug 1;34(4):498-504.
- 45)Saraç YŞ, Külünk T, Elekdağ-Türk S, Saraç D, Türk T. Effects of surface-conditioning methods on shear bond strength of brackets bonded to different all-ceramic materials. *The European Journal of Orthodontics*. 2011 Dec 1;33(6):667-72.
- 46)Asiry MA, AlShahrani I, Alaqeel SM, Durgesh BH, Ramakrishnaiah R. Effect of two-step and one-step surface conditioning of glass ceramic on adhesion strength of orthodontic bracket and effect of thermo-cycling on adhesion strength. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2018 Aug 1;84:22-7.
- 47)Labunet A, Kui A, Voinea-Tonea A, Vigu A, Sava S. Orthodontic Attachment Adhesion to Ceramic Surfaces. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*. 2021;13:83.
- 48)Zhang ZC, Qian YF, Yang YM, Feng QP, Shen G. Bond strength of metal brackets bonded to a silica-based ceramic with light-cured adhesive. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2016 Sep;77(5):366-72.
- 49)Zhang ZC, Qian YF, Yang YM, Feng QP, Shen G. Bond strength of metal brackets bonded to a silica-based ceramic with light-cured adhesive. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2016 Sep;77(5):366-72.

- 50)Pieger S, Salman A, Bidra AS. Clinical outcomes of lithium disilicate single crowns and partial fixed dental prostheses: a systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2014 Jul 1;112(1):22-30.
- 51)Kwon SJ, Lawson NC, McLaren EE, Nejat AH, Burgess JO. Comparison of the mechanical properties of translucent zirconia and lithium disilicate. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2018 Jul 1;120(1):132-7.
- 52)Zarone F, Di Mauro MI, Ausiello P, Ruggiero G, Sorrentino R. Current status on lithium disilicate and zirconia: a narrative review. *BMC Oral Health*. 2019 Dec;19(1):1-4.
- 53)Hallmann L, Ulmer P, Kern M. Effect of microstructure on the mechanical properties of lithium disilicate glass-ceramics. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2018 Jun 1;82:355-70.
- 54)Fu L, Engqvist H, Xia W. Glass–ceramics in dentistry: A review. *Materials*. 2020 Jan;13(5):1049.
- 55)Miranda JS, Barcellos AS, MartinelliLobo CM, Caneppele TM, Amaral M, Kimpara ET. Effect of staining and repeated firing on the surface and optical properties of lithium disilicate. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2020 Jan;32(1):113-8.
- 56)Scribante A, Contreras-Bulnes R, Montasser MA, Vallittu PK. Orthodontics: bracket materials, adhesives systems, and their bond strength.
- 57)Labunet A, Kui A, Voinea-Tonea A, Vigu A, Sava S. Orthodontic Attachment Adhesion to Ceramic Surfaces. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*. 2021;13:83.
- 58)Pinho M, Manso MC, Almeida RF, Martin C, Carvalho Ó, Henriques B, Silva F, Pinhão Ferreira A, Souza J. Bond strength of metallic or ceramic orthodontic

brackets to enamel, acrylic, or porcelain surfaces. *Materials*. 2020 Jan;13(22):5197.

59)Álvarez Márquez Estudio comparativo entre dos distancias (ácido fosfórico al 37% y el ácido fluorhídrico al 9% sobre porcelana visualizada al MEB.2017

60)Bajraktarova-Valjakova E, Grozdanov A, Guguvcevski L, Korunoska-Stevkovska V, Kapusevska B, Gigovski N, Mijoska A, Bajraktarova-Misevska C. Acid etching as surface treatment method for luting of glass-ceramic restorations, part 1: acids, application protocol and etching effectiveness. *Open access Macedonian journal of medical sciences*. 2018 Mar 15;6(3):568.

61)Akhoundi MA, Kamel MR, Hashemi SM, Imani M. Tensile bond strength of metal bracket bonding to glazed ceramic surfaces with different surface conditionings. *Journal of Dentistry (Tehran, Iran)*. 2011;8(4):201.

62)Bishara SE, Ajlouni R, Oonsombat C, Laffoon J. Bonding orthodontic brackets to porcelain using different adhesives/enamel conditioners: a comparative study. *World journal of orthodontics*. 2005 Mar 1;6(1).

63)Henriques JF, Higa RH, Semenara NT, Janson G, Fernandes TM, Sathler R. Evaluation of deflection forces of orthodontic wires with different ligation types. *Brazilian oral research*. 2017 Jul 3;31.

64)Peck CC. Biomechanics of occlusion—implications for oral rehabilitation. *Journal of oral rehabilitation*. 2016 Mar;43(3):205-14.

65)Buyuk SK, Kucukkekenci AS. Effects of different etching methods and bonding procedures on shear bond strength of orthodontic metal brackets applied to different CAD/CAM ceramic materials. *The Angle Orthodontist*. 2018 Mar;88(2):221-6

- 66) Kolstad JA, Cianciolo DL, Ostertag AJ, Berzins DW. Orthodontic Bond Strength Comparison between Two Filled Resin Sealants. *Turkish Journal of Orthodontics*. 2020 Sep;33(3):165.
- 67) Grewal Bach GK, Torrealba Y, Lagravère MO. Orthodontic bonding to porcelain: a systematic review. *The Angle Orthodontist*. 2014 May;84(3):555-60.
- 68) Luzuriaga Cevallos LN. Estudio in vitro sobre la fuerza de adhesión y resistencia a la tracción de brackets metálicos cementados sobre porcelana mediante dos protocolos de adhesión (Bachelor's thesis, Quito, 2015.).
- 69) Zarone F, Di Mauro MI, Ausiello P, Ruggiero G, Sorrentino R. Current status on lithium disilicate and zirconia: a narrative review. *BMC Oral Health*. 2019 Dec;19(1):1-4.
- 70) Peixoto NM, de-Matos JD, Andrade VC, Bottino MA, Zogheib LV. Evaluación de la Resistencia de Unión de Brackets Ortodónticos Fijados a Cerámica de Disilicato de Litio. *International journal of odontostomatology*. 2019 Jun;13(2):207-18.
- 71) Álvarez Márquez NC. ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE DOS SUSTANCIAS (ÁCIDO ORTO FOSFÓRICO AL 35% Y EL ÁCIDO FLUORHÍDRICO AL 9% SOBRE PORCELANA VISUALIZADA AL MEB (MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO). MONOGRAFÍA (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad Piloto de Odontología).
- 72) Asiry MA, AlShahrani I, Alaqeel SM, Durgesh BH, Ramakrishnaiah R. Effect of two-step and one-step surface conditioning of glass ceramic on adhesion strength of orthodontic bracket and effect of thermo-cycling on adhesion strength. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2018 Aug 1;84:22-7.
- 73) Mehmeti B, Kelmendi J, Ilijazi-Shahiqi D, Azizi B, Jakovljevic S, Haliti F, Anić-Milošević S. Comparison of shear bond strength orthodontic brackets bonded to

zirconia and lithium disilicate crowns. *Acta Stomatologica Croatica*. 2019 Mar;53(1):17.

74) Goracci C, Di Bello G, Franchi L, Louca C, Juloski J, Juloski J, Vichi A. Bracket Bonding to All-Ceramic Materials with Universal Adhesives. *Materials*. 2022 Feb 8;15(3):1245.

75) Gonçalves PR, Moraes RR, Costa AR, Correr AB, Nouer PR, Sinhorette MA, Correr-Sobrinho L. Effect of etching time and light source on the bond strength of metallic brackets to ceramic. *Brazilian Dental Journal*. 2011;22:245-8.

76) Di Guida LA, Benetti P, Corazza PH, Della Bona A. The critical bond strength of orthodontic brackets bonded to dental glass–ceramics. *Clinical oral investigations*. 2019 Dec;23(12):4345-53.

77) Victoria MV, Estudio un vitro sobre la resistencia al descementado de brackets metálicos utilizando diferentes adhesivos hidrofóbicos e hidrofílicos de distintas casas comerciales, Tesis dictiral, Santo Domingo, Universidad Iberoamericana,2019.

ANEXO 1

CARTA DE APROBACIÓN DEL TEMA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Santo Domingo, D.N.

10 de agosto de 2021

A: Dr. Paul Lalane.

Coordinador Postgrado en Ortopedia Maxilar y Ortodoncia Universidad Iberoamericana.

Asunto: Solicitud aprobación de tema del Proyecto de Investigación.

Estimado doctor,

Cortésmente me dirijo a usted con el propósito de someter para su aprobación, el tema de Proyecto de Investigación: "ESTUDIO IN VITRO SOBRE LA RESISTENCIA AL DESALOJO DE BRACKETS METÁLICOS CEMENTADOS EN DISILICATO DE LITIO UTILIZANDO DOS PROTOCOLOS DE ADHESIÓN DIFERENTES: CON ÁCIDO FLUORHÍDRICO AL 5% Y ÁCIDO FOSFÓRICO AL 37%" escogido para obtener el título de especialista en Ortopedia Maxilar y Ortodoncia. El cual fue aprobado por el asesor de contenido, Dr. Luis Despradel y el docente titular Dr. Henry Adames.

El propósito de este proyecto de investigación es medir la resistencia al desalojo de los brackets metálicos cementados sobre disilicato de litio con cada protocolo de adhesión con el fin de determinar cuál ofrece una adhesión óptima del brackets en superficie de disilicato de litio.

La presente se envía para el conocimiento de lugar con fines de aprobación y asentamiento.

Atentamente,



Dra. Tanya Morisset/14-0909

Firma del Estudiante



Nombre y Firma del Asesor del Contenido



Nombre y Firma del Docente Titular



Firma y Fecha de Aprobación del Tema

Coordinador del postgrado