



**UNIVERSIDAD NACIONAL
FEDERICO VILLARREAL**

**VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN**

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS AUTOCONDICIONANTES Y GRABADO TOTAL EN DIENTES BOVINO – IN VITRO

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO DENTISTA

AUTOR

Delgado Arcega, Edu Marcio

ASESORA

Mg. Medina y Mendoza, Julia Elbia

JURADO

Mg. Manrique Guzmán, Jorge Adalberto

Mg. Liebano Segura, Renan Lázaro

Dr. Mendoza Lupuche, Román

Dr. Mendoza Murillo, Paul Orestes

Mg. Escudero Reyna, Raúl Uldarico

LIMA – PERÚ

2018

AGRADECIMIENTO

A mis padres Edgar Delgado y Nivia Arcega, que siempre me apoyaron e hicieron hasta lo imposible con mucho amor por mí.

A mis hermanos Mónica y Edgar Jr. quienes me orientaron mucho en esta hermosa carrera profesional de salud.

A mi primo Junior quien colaboró en la ejecución de la tesis.

Al Ing. Robert Eusebio Teherán, quien dio las facilidades para el uso del laboratorio.

A mis jurados que corrigieron e hicieron perfeccionar este trabajo de investigación.

A la Dra. Marysela Ladera Castañeda.

A mis asesores, al Mg. Eloy Mendoza, Mg. Nimia Peltroche y Mg. Julia Elbia Medina y Mendoza.

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue comparar la resistencia a la tracción sobre esmalte bovino usando dos sistemas adhesivos autocondicionantes (Single Bond Universal y Palfique Bond), teniendo como grupo control a un sistema adhesivo de grabado total. Metodología: el estudio fue experimental in-vitro, transversal y comparativo. Se evaluaron 48 especímenes, obtenidos después de realizado los cortes a los incisivos bovinos, en los cuales se aplicaron tres diferentes adhesivos y una resina compuesta. Se evaluó la resistencia a la tracción mediante la máquina de ensayo universal CMT-5L en el laboratorio High Technology Certificated. Resultados: entre los grupos autocondicionantes se encontró una diferencia significativa ($p < 0.05$), pero entre el Palfique Bond con el grupo control no se encontraron diferencia ($p > 0.05$). Conclusión: los valores de resistencia a la tracción del Palfique Bond aun siendo ligeramente inferiores y acercándose a nuestro grupo control, son muy superiores a los de Single Bond Universal.

Palabras clave: Adhesivos, autocondicionantes, tracción, bovino, esmalte

Abstract

The objective of this investigation was to compare the tensile strength on bovine enamel using two self-conditioning adhesive systems (Single Bond Universal and Palfique Bond), having as a control group a total etch adhesive system. Methodology: The study was experimental in vitro, cross-sectional and comparative. Forty-eight specimens were evaluated, obtained after cutting the bovine incisors, in which three different adhesives and a composite resin were applied. The tensile strength was evaluated by the CMT-5L universal test machine in the High Technology Certificated laboratory. Results: a significant difference was found between the autoconditioning groups ($p < 0.05$), but no difference was found between the Palfique Bond and the control group ($p > 0.05$). Conclusion: the values of tensile strength of the Palfique Bond, although slightly lower and closer to our control group, are much higher than those of Single Bond Universal.

Key words: Adhesives, autoconditioning, traction, bovine, enamel

Índice

I. Introducción	1
II. Marco teórico	3
2.1.- Bases teóricas	3
2.2.- Antecedentes	17
2.3.- Justificación de la investigación	21
2.4.- Hipótesis	22
III. Objetivos	22
3.1.- Objetivo general	22
3.2.- Objetivos específicos	22
IV. Materiales y métodos	23
4.1.-Tipo de estudio	23
4.2.-Población / Muestra / Criterios de selección	23
4.3.- Variables / Definición / Operacionalización	24
4.4.- Método / Técnica / Procedimientos	25
4.5.- Consideraciones éticas	28
4.6.- Plan de análisis	28
V. Resultados	29
VI. Discusión	35
VII. Conclusiones	39
VIII. Recomendaciones	40

IX. Referencias bibliográficas	41
X. Anexos	50
Anexo 1. Certificado de sanidad y calidad.	50
Anexo 2. Carta de presentación al laboratorio de operatoria dental.	51
Anexo 3. Carta de presentación al High Technology Laboratory.	52
Anexo 4. Ficha técnica de Adper single bond 2.	53
Anexo 5. Ficha técnica de Single bond universal.	54
Anexo 6. Ficha técnica de Palfique bond.	55
Anexo 7. Obtención de dientes de bovino.	56
Anexo 8. Montaje de dientes bovino.	57
Anexo 9. Preparación para aplicación de adhesivos y resinas.	58
Anexo 10. Almacenamiento de muestras.	61
Anexo 11. Test de resistencia a la tracción.	62
Anexo 12. Resultados de laboratorio.	63
Anexo 13. Matriz de consistencia.	65

Índice de tablas

Tabla n°1. Prueba de normalidad – Shapiro Wilk	28
Tabla n°2. Resistencia a la tracción usando el sistema adhesivo de grabado total Adper Single Bond 2.	29
Tabla n°3. Resistencia a la tracción usando el sistema adhesivo autocondicionante Single Bond Universal.	29
Tabla n°4. Resistencia a la tracción usando el sistema adhesivo autocondicionante Palfique Bond.	30
Tabla n°5. Comparación de los valores de resistencia a la tracción entre el sistema adhesivo Single Bond Universal y Palfique Bond.	31
Tabla n°6. Comparación de los valores de resistencia a la tracción de los sistemas adhesivos autocondicionantes Single Bond Universal y el Palfique Bond, con el sistema adhesivo de grabado total Adper Single Bond 2.	33

Índice de figuras

Figura n°1. Comparación de la resistencia a la tracción del sistema adhesivo autocondicionante Single Bond Universal con Palfique Bond. 32

Figura n°2. Comparación de los valores de resistencia a la tracción de los sistemas adhesivos autocondicionantes Single Bond Universal y el Palfique Bond, con el sistema adhesivo de grabado total Adper Single Bond 2. 34

I. Introducción

La adhesión ha sido muy importante en los tratamientos restauradores del cirujano dentista, y para ello es necesario saber sobre el tipo de sustrato que vamos a trabajar y el adhesivo a emplear para lograr una unión que nos brinde longevidad en la restauración.

En los últimos años se han presentado una gran diversidad de sistemas adhesivos en el mercado con el propósito de disminuir los pasos operatorios. Se sabe que mientras mayor sea la complejidad y los pasos para realizar un procedimiento, existe una mayor probabilidad de cometer un error (Herrera, 2005).

Los sistemas adhesivos se pueden dividir en:

- Sistemas adhesivos de grabado total, aplicados después que el sustrato es tratado con ácido ortofosfórico, para así poder crear retenciones micromecánicas que son ocupadas por el adhesivo posteriormente, creándose después una interfaz que nos permita unir el diente con el material restaurador (De Freitas et al., 2010).
- Sistemas adhesivos de autograbado, que actúan de una manera diferente, desmineralizan e infiltran entre las fibras colágeno de manera simultánea; de esta manera el barrillo dentinario forma parte de la capa híbrida. Estos sistemas son atractivos por la reducción a la sensibilidad post operatoria y reducción de pasos clínicos (De Freitas et al., 2010). Los ácidos débiles incorporados son los responsables de disolver en parte, dicho barrillo dentinario.

Por lo tanto, el barrillo dentinario es eliminado con los sistemas adhesivos de grabado total, obteniéndose una superficie con alta energía superficial; mientras que en los sistemas adhesivos de autograbado forman parte de la interfaz de unión. Cabe mencionar que la infiltración de los monómeros en los sistemas de grabado total es más profunda que los autograbantes.

Uno de las ventajas que los sistemas autocondicionantes poseen es que las fibras colágeno no colapsan, debido a que los pasos de grabado, lavado y secado se omiten. Así mismo la sensibilidad post-operatoria en estos sistemas disminuye considerablemente.

Por lo descrito anteriormente nos hacemos la siguiente pregunta:

¿Cuál es la diferencia en resistencia a la tracción entre los adhesivos autocondicionantes y de grabado total en dientes bovino, in vitro?

II. Marco teórico

2.1. Bases teóricas

2.1.1 Adhesión

Se define como un fenómeno en donde fuerzas de atracción entre moléculas permiten que exista unión de dos superficies puestas en contacto (Diccionario Enciclopédico Salvat Universal, 1985).

La adhesión, es muy común en los procedimientos clínicos que hace el cirujano dentista para lograr la unión a tejido dentario; así como también la unión a materiales artificiales como aparatos protésicos y restauraciones indirectas (Henostroza, 2003). Es importante mencionar que este fenómeno no debe solo limitarse que el composite evite desprenderse del sustrato, debe existir una buena continuidad e integración para no crear espacios en el cual puedan ingresar sustancias o microorganismos del medio bucal (Barrancos-Mooney y Barrancos, 2007).

Se divide la adhesión según el mecanismo usado en: mecánica y química. La adhesión mecánica se consigue mediante una traba, originada por la penetración de una superficie a las irregularidades existentes en otra superficie. Por otro lado, la adhesión química se origina cuando las superficies logran un contacto gracias a la creación de uniones químicas entre ambas, pudiendo ser atómicas (primarias) o intermoleculares (Macchi, 2000).

Entre los enlaces primarios tenemos: a) el enlace iónico, se manifiesta cuando un átomo cede sus electrones de valencia a otro, uniéndose por fuerzas electrostáticas. Convirtiéndose el primer átomo en un catión (+) y el segundo átomo en un anión (-). Ejemplo: NaCl (Picado y Álvarez, 2010). b) el enlace covalente, es cuando interactúan

un par de elementos no metálicos para alcanzar su estabilidad compartiendo sus electrones, tenemos al CO₂, H₂O, etc. (Larrain y De Freitas, 1980). c) en el enlace metálico encontramos que estos son buenos conductores de la electricidad y calor, esto es por el mar de electrones que se forman y rodean alrededor del metal; estos átomos tienen a lo mucho 3 electrones de valencia, electrones que son liberados y que circulan formando el mar ya mencionado (Callister, 2000).

Los enlaces intermoleculares si bien es cierto son débiles a comparación de los enlaces atómicos, hacen que se atraigan entre moléculas diferentes o iguales; teniéndose entonces a las fuerzas de Keeson, de Debye, de dispersión de London y Puente de hidrógeno (Dolores de la Llata, 2001; Henostroza, 2003).

Existen posiciones que consideran solo a la unión química como la principal, pero es sabido que la adhesión a esmalte es netamente física (micromecánica), además de que toda adhesión química tiene algo de adhesión física (Henostroza, 2003).

El primer intento en hacer posible la adhesión a tejido dental fue el químico suizo Oscar Hagger, que en 1949 patentó un producto que se apoyó en el dimetacrilato de ácido glicerofosfórico que después se comercializó bajo el nombre de Sevriton Cavity Seal, una resina acrílica autopolimerizable (Mc Lean, 2000). Pero sin lugar a duda la pieza clave de la adhesión fue gracias a Michael Buonocuore que propuso preparar el esmalte con ácido fosfórico en un inicio al 85% en 1955; de esta manera dicha preparación se introducía en la práctica odontológica, un acto ya conocido en la industria naviera de esas épocas la cual usaba ácidos en las estructuras metálicas para crear retenciones, permitiendo que las pinturas puedan adherirse mejor (Henostroza, 2003).

Bowen en 1963 desarrolló el Bis-GMA (resultado de la reacción de un metacrilato de glicidilo y un bisfenol) con la finalidad de optimizar las características físicas de la resina acrílica. Años después se eliminó el relleno cerámico de la resina basada en Bis-GMA, alterando su consistencia para poder obtener una resina de baja viscosidad, resina que se pudo adherir al esmalte. De esta manera nació el primer adhesivo dental (Newman y Sharpe, 1966).

Para la adhesión es importante tener ciertas condiciones:

- Elevada energía superficial en el sustrato para una buena atracción de los biomateriales.
- Buen contacto para que se produzcan las uniones químicas y micromecánicas, para ello debe existir una íntima unión entre el diente y el material restaurador o el medio adhesivo; es por eso que estos últimos deben estar en estado líquido ya que mejor se moldea al estado sólido (esmalte o dentina).
- Buena recepción a los enlaces químicos, se cumple ya que en el esmalte encontraremos al radical hidroxilo de la hidroxiapatita; y en la dentina a los mismos, además de los radicales carboxilos, aminos y cálcicos que están en las fibras colágeno.
- Limpias y no mojadas, en el caso de la dentina conseguir esto es un poco complicado por la naturaleza que posee ya que es constante el líquido que sale de los túbulos dentinarios seccionados (Henostroza, 2003).

Boyde et al. (1963) mencionó por primera vez al barrillo dentinario o “smear layer”, capa formada por consecuencia de tratar el tejido dentinario normalmente con instrumental rotatorio, conformada por dentina desorganizada y detritus.

El smear layer de unos 0,5 a 2,0 um aproximadamente de espesor se puede dividir en dos capas: una superficial (smear on) ubicada sobre el sustrato; y una interna (smear plug), presente en los orificios de los túbulos dentinarios disminuyendo la permeabilidad a comparación de una dentina grabada (Brannstrom, 1984; Pashley, 1984). Pashley (como citó Dourado y Reis, 2006) menciona que, si los procedimientos de corte o abrasión son realizados sin la refrigeración debida de agua o sin el uso de instrumentos rotatorios de acero, puede dar formación a una capa de detritus más gruesas. Sin lugar a duda este acontecimiento traería dificultades para la adhesión posteriormente.

El Dr. Takao Fusayama, quien publicó protocolos del grabado total a fines de la década de 1970, postuló hacer el grabado con ácido fosfórico no solo en esmalte, sino también en tejido dentinario, con el propósito de eliminar el barrillo dentinario (Alex, 2012).

2.1.2. Sistemas Adhesivos

Perdigão (citado por Sofan et al. 2017) indica que “Los adhesivos dentales son soluciones de monómeros de resina que hacen posible la interacción del sustrato dental de resina” (p.1).

Abate (citado por Kunstmann y Carpentieri, 2017) menciona que son fluidos los sistemas adhesivos poliméricos, pertenecientes a la familia de resinas compuestas, según su viscosidad.

Por lo antes mencionado es importante conocer a sus componentes:

- Grabador: en la técnica de grabado total, el ácido fuerte comúnmente usado es el ortofosfórico al 37%, también se usan ácidos débiles como el maleico y el

cítrico. En los adhesivos autograbantes tenemos las resinas acídicas (MDP, Phenil-P) (Hernández, 2004).

- Monómeros hidrofílicos: poseen afinidad con el agua, es decir afinidad con la humedad de la dentina. Contiene monómeros (HEMA, BPDM, PEG-DMA, NTG-GMA) que están dispersos en solventes volátiles. Estos monómeros se unen al colágeno (Łukomska-Szymańska, Sokołowski & Łapińska, 2017).
- Adhesivo propiamente dicho: monómeros basados en el Bis-GMA, tienen la función de entrar por las porosidades que se crearon en el paso del grabado y reemplazar los minerales removidos en el lavado; están encargadas de interactuar con la restauración final (Villa y Moradas, 2016).
- Activadores: desencadenan la polimerización en forma de cascada, tenemos a la canforquinona y al 1-fenil-1,2-propandiona (PPD). La diferencia entre ambos es el rango de activación, donde el canforquinona lo hace entre 400 y 500 nm, teniendo como máximo pico de activación los 468 nm; y el PPD que lo hace entre 400 y 450 nm con el pico máximo de 410 nm. (Sánchez y Espías, 2004; Thomas, 2001). Los fabricantes buscan ahora reemplazar la canforquinona por otro activador sobre todo en materiales donde se trabaja en zonas estéticas, debido al color amarillento que se puede dejar en el material (Carrillo y Monroy, 2009).
- Relleno inorgánico: no son tan fluidos, esto hace que tengamos un buen grosor de cada adhesiva. Este relleno inorgánico refuerza la resina mediante nanorrelleno haciendo que tenga mejores propiedades mecánicas (Hernández, 2004).
- Solventes: son muy importantes para lograr una capa híbrida. Por ejemplo, la acetona es muy volátil y se puede evaporar si dejamos abierto el frasco, esto

modifica las propiedades del sistema adhesivo, así como también no puede rehumedecer una dentina reseca, por eso está contraindicado en este tipo de sustrato sin humedad. Otros solventes son el agua, el etanol (Finger & Balkenhohl, 2000; Pereira, Paulillo, De Goes & Dias, 2001; Gallo, Burgess & Xu, 2001; Abate, Rodriguez & Macchi, 2000).

Los adhesivos que usan como solvente al agua, pueden rehumedecer dentina seca; pero usándolos sobre dentina húmeda no es recomendable por la excesiva humedad que se ocasionaría dificultando la formación de los tags de resina (Tay, Gwinnett & Wei, 1998; Abdalla & Davidson, 1998; Lucena, González, Ferrer, Robles & Navajas, 1999).

Entonces, los sistemas adhesivos donde no incluyen al agua como solvente, deben ser utilizados sobre superficies más húmedas; mientras que en las superficies secas deben ser usados los que incluyen agua (Dourado y Reis, 2006).

2.1.2.1. Clasificación de los sistemas adhesivos

Existe una gran variedad de clasificación de los sistemas adhesivos, una de las clasificaciones es de acuerdo al acondicionamiento del tejido dentario: los sistemas de grabado total y los sistemas adhesivos autocondicionantes (Van Meerbeek et al., 2003).

- **Sistemas de grabado total**

Fueron considerados como el “gold standard” por una excelente adhesión al diente. Tenemos a los de 3 pasos, que consisten en acondicionar el diente, seguido del primer para promover la adhesión, para terminar con la resina adhesiva (bond). Tenemos otra versión donde se simplifica los pasos uniendo el segundo paso con el tercero; es decir, tendremos solo los pasos de acondicionamiento, seguido de la colocación adhesivo (se unen el primer y el bond) (Milia, Cumbo, Cardoso & Gallina, 2012).

El acondicionamiento, es realizado mediante el ácido fosfórico de 32 a 40%, la presentación que da fácil manipulación al odontólogo es en gel. La aplicación sobre el sustrato dentinario ocasiona que se desmineralice, creándose microporosidades donde los monómeros se entrecruzarán con las fibras colágeno (Pashley et al., 2011).

Después del grabado si el esmalte es secado profundamente, se puede apreciar un color blanco tiza, esto indica que ha sido correctamente desmineralizada la hidroxiapatita (Hernández, 2004). Gracias a los átomos de fósforo, calcio e hidrógeno se forma dicha hidroxiapatita, teniendo como fórmula el $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$; la podemos encontrar en los huesos y dientes brindándoles la dureza característica que estas poseen (García y Reyes, 2006).

Galil y Wright (citado por Retamal, Bader y Monsalves, 2012) indica que existen cinco patrones que se pueden presentar tras el grabado sobre esmalte:

1. Patrón I: La parte erosionada será el centro de los prismas, la periferia permanece insoluble.
2. Patrón II: La periferia de los prismas se encuentran erosionadas; mientras que el centro, insoluble.
3. Patrón III: Existe una erosión generalizada, la morfología de la superficie adamantina es muy similar a escamas de pescado.
4. Patrón IV: No es uniforme, existe erosión aleatoriamente en toda la superficie, sin preferencia de la periferia o centro del esmalte.
5. Patrón V: La superficie es lisa, no hay presencia de micro-irregularidades. Todo esto debido a la carencia de prismas.

Si la dentina es secada efusivamente, las fibras colágeno ya no son soportadas por el agua y colapsan, haciendo que estén muy compactas dificultando que las resinas del adhesivo infiltren entre ellas; obteniéndose entonces unas fibras colágeno colapsadas, que afecta la traba micromecánica (Hernández, 2004; Mandri, Aguirre y Zamudio, 2015).

La consistencia del adhesivo se modifica si no se elimina correctamente el exceso de agua sobre la dentina (Tay et al., 1996). La humedad sobre este sustrato es un gran problema porque interviene en la adhesión del material restaurador. Si la superficie está muy húmeda, puede ocasionar emulsificación y provocar irregularidades en la imprimación (Mandri et al., 2015). El exceso de agua hace que el adhesivo se disuelva formándose los cuerpos hidroides en la capa híbrida, que son agua en forma de gotas (Tay et al., 1996).

Henostroza (como se citó en Garaicoa 2011) afirma que “El tratamiento de la dentina no puede ser igual al esmalte dado a que este es un tejido heterogéneo y fisiológicamente dinámico, mientras que el esmalte es uno homogéneo y microcristalino” (p.25).

A continuación, se hace la aplicación del promotor de la adhesión, el primer. Este primer posee monómeros hidrofílicos como el HEMA, que se localizan disueltos en un solvente.

La molécula posee una terminación hidrofílica con radicales (-OH, -COOH), debido a su afinidad con el medio húmedo, se facilita su infiltración en la dentina; y otra terminación hidrófuga con terminaciones $-HC=CH_2$ (la polimerización con el adhesivo

es gracias al doble enlace). El último paso es el adhesivo en si (bond), que contiene al Bis-GMA, que es hidrófuga y una diminuta cantidad de monómeros hidrófilos (Garrofé, Martucci y Picca, 2014).

El objetivo de la interfaz adhesiva es la penetración del sistema adhesivo (que será polimerizado posteriormente mediante la fotopolimerización) a la dentina acondicionada con ácido. Llamándose entonces a esta capa delgada de aproximadamente 3-6 um de dentina infiltrada con resina, capa híbrida (Nakabayashi, Kojima & Mahusara, 1982). En los túbulos dentinarios se crean los “tags de resina”, que brindan además de unión química entre la resina y el colágeno, una retención mecánica; obteniéndose una unión más efectiva.

Los adhesivos contemporáneos que forman la capa híbrida en medios acuosos, por la degradación hidrolítica de las resinas adhesivas y fibras colágenas, hacen que sea inestable (Mazzoni et al., 2013).

Cuando existe una filtración en la capa híbrida, debido a que no se ha penetrado completamente los monómeros entre las fibras colágenas, deja una zona descubierta que se le conoce como nanofiltración (Sano et al., 1995). En esta zona las fibras colágenas están expuestas dentro de la capa híbrida y son degradadas por las proteasas endógenas de la matriz orgánica (Pashley et al., 2004; Mazzoni et al., 2006; Nishitani et al., 2006).

Existe una familia de enzimas llamadas metaloproteinasas (MPPs), dependientes de Zn- y Ca-, encargadas de la regulación del metabolismo fisiológico y patológico de los tejidos basados en colágeno (Visse & Nagase, 2003).

Las MMPs-8, MMPs-2, MMPs-9, MMPs-3, MMPs-20, que están durante la mineralización de la dentina, están protegidas por nanocristales de apatita permitiendo

que estén en un estado inactivo. Pero cuando un agente ácido como por ejemplo un material restaurador, desmineraliza la dentina disminuyendo el pH y generando un ambiente favorable, se activan las MMPs-2 y MMPs-9, ocasionando la degradación de las fibras colágeno (Mazzoni et al., 2013).

- **Sistemas adhesivos autocondicionantes**

La evolución de los biomateriales odontológicos tiene el objetivo de mejorar sus componentes, así como lograr procedimientos clínicos simplificados para de esta manera lograr excelentes resultados en el menor tiempo posible (Parra y Garzón, 2012).

Con el objetivo de simplificar los pasos clínicos para lograr la adhesión se desarrollaron estos sistemas adhesivos, aunque en un comienzo surgió la preocupación si la resistencia adhesiva y calidad de unión sería afectada (Garrofé et al., 2014).

Se eliminó el paso del grabado ácido, el lavado y el secado; en donde el ácido formaría parte del primer. Gracias a los monómeros resinosos ácidos se produce una desmineralización e infiltración en simultáneo. Por lo tanto, el barrillo dentinario no se elimina, siendo parte de la capa híbrida (Dourado y Reis, 2006).

En lo que respecta a la durabilidad hay algunas preocupaciones con la efectividad de unión de los adhesivos autocondicionantes, pero esto depende del material (Cardoso et al., 2011).

Schmalz (como citó Milia et al. 2012) señala que la clave de la fórmula adhesiva son los monómeros resinosos que tienen tres partes distintas estructuralmente como uno o más grupos polimerizables, un espaciador y un grupo funcional. Entre los grupos polimerizables tenemos a los acrilatos y metacrilatos, las cuales pueden ser parte del Bis-GMA, que es una molécula grande, teniendo un comportamiento hidrofóbico.

El responsable de mantener separados a los grupos polimerizables y funcionales es el espaciador que dependiendo del tamaño y diseño va influir en las propiedades del monómero. Las dimensiones del espaciador va determinar tanto la viscosidad del monómero, como la humectación e infiltración (Wej, Silikas, Zhang & Watts, 2011).

Los grupos funcionales a comparación de los grupos polimerizables, son hidrofílicos; esto quiere decir que será a fin en un medio húmedo. Uno de los propósitos de este grupo es desmineralizar al tejido, mojar, liberar fluoruros y desencadenar una acción antibacteriana. Este grupo funcional actúa como generador de adhesión a los tejidos duros (Watanabe, Nakabayashi & Pashley, 1994).

Según Aguilera (como se citó en Guachalla, Sierra y Valenzuela, 2001) las principales ventajas de los adhesivos autocondicionante son: primero, no existe el riesgo de que las fibras colágeno colapsen, ni se deshidratan, porque se omitieron los pasos de lavado y secado; y segundo, la desmineralización y la penetración de los monómeros ocurren en simultáneo, siendo la infiltración de manera completa y uniforme.

Los sistemas autograbantes aparte de tener un enlace químico con la hidroxiapatita, también se une a las fibras colágeno. Un ejemplo de monómero responsable de esto es metacrilato de hidroxietilo (HEMA), que une el NH₃ del colágeno, con sus grupos de OH- (Łukomska-Szymańska et al., 2017).

El monómero 10-metacriloxidecilfosfato dihidrogenado fue sintetizado por Kurakay (Japón), con la finalidad de agregarle una a la unión micromecánica, una adhesión química mejorando la fuerza, longevidad y calidad de unión. Este monómero posee la habilidad de unirse con la hidroxiapatita del tejido dentinario y adamantino (Fukeygawa et al., 2006; Van Landuyt et al., 2007; Matsui et al., 2015).

El 10-metacriloxidecilfosfato dihidrogenado (10-MDP) tiene un mecanismo de acción dual, este compuesto químico bifuncional, posee un grupo metacrilato y un grupo ácido. Este grupo ácido se encarga de acondicionar a los tejidos como también a la unión química con el calcio o fosfato de las hidroxiapatitas. Entonces gracias al 10-MDP se crea un enlace estable con la hidroxiapatita, encargada de originar sales de calcio con baja solubilidad en agua (Yoshida et al., 2004).

Yoshida (como se citó en Giannini et al. 2015) manifiesta que “El grupo dihidrogenofosfato del monómero 10-MDP es responsable del grabado y la unión química, mientras que su cadena larga de carbonilo proporciona las propiedades hidrofóbicas y la estabilidad hidrolítica a este monómero ácido” (p.6).

Según el concepto de “adhesión-desmineralización” los monómeros funcionales son capaces de unirse mediante un enlace iónico a la hidroxiapatita. Estas uniones han sido comprobadas por el 10-MDP que se manifiestan como nanocapas autosambladas. A través de la difracción de rayos X, espectromía de rayos X y por medio de microscopía electrónica de transmisión, se demostró la presencia de estas nanocapas en la interfase adhesiva, donde 2 moléculas del 10-MDP se unen al Ca de la hidroxiapatita, originando una sal del compuesto Ca-MDP, dando una mayor resistencia a la biodegradación de la zona de unión y mayor longevidad a los productos que posee el 10-MDP (Yoshida et al., 2012; Moncada et al., 2014).

Los monómeros funcionales tienen labores específicas; las uniones químicas al Calcio de la hidroxiapatita realizada por los monómeros le hacen frente a la hidrólisis gracias a la creación de sales de mayor estabilidad (Van Landuyt et al., 2008; Waidyasekera, Nikaido, Weerasinghe, Ichinose & Tagami, 2009).

El Adhesivo Palfique Bond contiene un monómero de fosfato, que es muy diferente a los demás adhesivos convencionales de solo un paso. Este monómero se auto-organiza parcialmente dentro del material de unión, estableciendo así una estructura de monómeros multifuncionales (monómero adhesivo SR) con muchos grupos que van a polimerizar con los grupos fosfato que interactúan con el calcio dental residual y otros monómeros (Kawamoto, Fukuoka & Sano, 2007).

La interacción de un solo lugar es el mecanismo fundamental para las uniones entre el calcio del sustrato y los monómeros adhesivos convencionales. Por otro lado, el monómero SR adhesivo tiene varios grupos funcionales por cada molécula que interactúan con el calcio, son capaces de interactuar con los calcio del diente en múltiples puntos. Esto hace que exista un mayor enlace con la dentina y esmalte a nivel molecular en comparación con los comunes adhesivos de un solo paso (Kawamoto et al., 2007).

2.1.3. Dientes de bovino

Soto (citado por Posada et al. 2006) menciona que los dientes de mamíferos que más similitud tienen a la dentición humano, son los dientes de bovino; tienen características que se asemejan bastante en forma, composición, histología, entre otras. Son por estos motivos que son elegidos para hacer investigaciones sobre materiales de uso odontológico.

Solo existen los incisivos a nivel mandibular, en ella encontramos en cada hemiarcada 4 incisivos denominados: pala o pinza (I1), el primer mediano (I2), el segundo mediano (I3) y el extremo (C) (König y Liebich, 2008).

2.1.4. Resistencia a la tracción

Los ensayos sobre materiales en laboratorio son de mucha importancia para los fabricantes, quienes en un corto tiempo pueden ver las propiedades, corregir deficiencias para mejorar sus productos. Dado que existe gran cantidad de pruebas para evaluar la adhesión de resina a diente, el investigador debe saber escoger el más adecuado. Entre los más usados tenemos los test de tracción y de cizallamiento (Pimentel, Perlatti, Suga y Marins, 2002).

La prueba de test de tracción se realiza a través del uso de probetas, las cuales están conformada de resina en un extremo, en el otro extremo, diente, y entre estos dos el adhesivo. A la fase de unión entre el diente y la resina se le aplicará una fuerza perpendicular, la cual se encargará de fracturar dicha probeta (Pimentel et al., 2002).

Paz (citado por Robles 2018) menciona que la prueba de tracción evalúa la resistencia del sistema adhesivo, la cual se obtiene dividiendo la carga tensional que se aplica hasta la ruptura entre el área en donde se produce la adhesión en el espécimen, el valor resultante es válido siempre y cuando se aplique la carga de manera uniforme y axial en un solo eje.

Las pruebas para este tipo de procedimiento se hacen en áreas muy pequeñas entre 0,5 a 1 mm, con el objetivo de poder obtener datos sobre las fallas adhesivas. Una de las ventajas es que podemos medir altos valores de fuerza adhesiva, usar áreas pequeñas y también nos permite obtener gran cantidad de probetas por un solo diente (Olcese, 2011).

Es importante la clasificación del modo en que se fractura la probeta. Una evaluación criteriosa debe ser realizada así sea de simple vista. Las fracturas pueden darse en la en

la dentina, en el material restaurador o en la unión de ambos (Pashley, Sano, Cicchi, Yoshiyama & Carvalho, 1995).

2.2. Antecedentes

Bardales, Castro y Chirinos (2018) realizaron un estudio en el cual querían comparar el efecto de los monómeros funcionales de los adhesivos sobre la resistencia a la tracción en dentina y esmalte. Usaron el Palfique Bond que se basa en el monómero 3D SR y el Scotchbond Universal, con el monómero MDP; el estudio fue experimental y para ello utilizaron 24 piezas dentales para el esmalte las cuales fueron seccionadas transversalmente dividiéndose 24 mitades para cada adhesivo aleatoriamente, las muestras fueron fijadas sobre un tubo PVC embebidos por acrílico autopolimerizable. Con la ayuda de un tygon de 0.8 mm se procedió a la colocación del adhesivo con la resina fluida; después de realizado todos estos procedimientos, las muestras se llevaron a una máquina de ensayo universal. De los resultados en esmalte se obtuvo una media del Palfique Bond y Scotchbond Universal de 8.51 Mpa y 7.8 Mpa respectivamente, concluyéndose que no existió una diferencia significativa entre los grupos, al igual en dentina.

Manrique, Maldonado y Gómez (2018) compararon la resistencia adhesiva entre sistemas adhesivos con diferentes monómeros funcionales, usando dos fuentes de fotopolimerización (UNI/POLIDED). Para el estudio se tomaron 22 molares, se desgastó esmalte, fueron fijados sobre un tubo de PVC con acrílico autopolimerizable. Por cada grupo se usaron 11 especímenes, se tuvieron cuatro grupos; G1 y G2: Palfique bond fotopolimerizado con dispositivos LEDs VALO y ELIPAR respectivamente; y G3 y G4: Scotchbond Universal, fotopolimerizado con los mismos dispositivos. Se encontró que en el Palfique bond y el Scotchbond Universal valores de 10.49 Mpa y 08.90 Mpa

respectivamente con la fuente de luz Valo; mientras que con el Elipar se obtuvo con el Palfique, 12.31 Mpa y en el Scotchbond, 12.84 Mpa. Se concluyó que existe una diferencia significativa en los grupos del Scotchbond Universal, fotopolimerizado con el dispositivo VALO y ELIPAR. Mientras que no existió diferencia significativa entre los grupos Scotchbond Universal y Palfique Bond.

Mejía (2017) evaluó mediante test de tracción la fuerza adhesiva de un sistema adhesivo autocondicionante (Clearfil SE Bond- Kuraray) y de grabado total (Single Bond – 3M), en esmalte y dentina. Se tuvieron en total 4 grupos; el primero, de grabado total en esmalte y dentina (cada grupo con 15 dientes), y el segundo, el autocondicionante, también en esmalte y dentina (cada grupo con 15 dientes). Se realizó la prueba de Shapiro Wilks, en donde se presentó distribución normal. Se encontraron en esmalte con el adhesivo autocondicionante un promedio de 7.49 Mpa y con el grabado total, 6.02 Mpa. Con la prueba de Anova, una significancia de $p=0,147$, en donde se determinó que no existía diferencia significativa entre el Clearfil SE Bond y Single Bond, ya sea en esmalte o dentina.

Cárdenas (2016) comparó la resistencia de adhesión del Single Bond Universal y del Adper Single Bond 2; así como también buscó conocer el patrón de fractura en esmalte bovino. En esta investigación experimental se usó veinte dientes bovinos para cada grupo de estudio, solamente en el grupo del Adper single bond 2 se hizo uso del ácido ortofosfórico al 37% sobre la superficie vestibular. El bloque de resina empleada fue el 3M ESPE Filtek Z350 XT, el cual tuvo una altura de 4 mm. Las muestras fueron recortadas obteniéndose varillas, las cuales se sometieron a la prueba de tracción en la maquina universal Instron. Después fueron llevadas a microscopio para evaluar el patrón de fractura de los especímenes traccionados. Se encontró en el adhesivo de

grabado total una media de 14.24 Mpa, mientras que en el adhesivo autograbante un valor de 10.40 Mpa; encontrándose una diferencia significativa entre los grupos comparados ($p = 0.002$).

Galarza (2014) comparó la resistencia adhesiva entre los sistemas de quinta y séptima generación, en dentina y esmalte; toda la información se obtuvo de revistas científicas, artículos científicos indexados, revistas odontológicas de soporte científico; para poder comparar la resistencia adhesiva. Los datos fueron plasmados en Excel, en donde se destaca que el promedio más alto se dio con el adhesivo de quinta generación con 42,65 Mpa en dentina y el mínimo fue de 25,09 Mpa en esmalte, perteneciente al sistema de séptima generación. Se pudo concluir que la adhesión en dentina y esmalte obtenida por los sistemas de quinta generación es más alta que los de séptima generación; y que la simplificación de los pasos clínicos solo ayudará a la disminución del tiempo operatorio.

Bustamante y Díaz (2014) compararon el efecto que producía el grabado ácido sobre la resistencia adhesiva de tres adhesivos autocondicionantes en esmalte dentario. Se usaron para el experimento 28 dientes incisivos de bovino, donde se dividieron en seis grupos experimentales conformados por los adhesivos autocondicionantes (All In One, Clearfil S3 Bond y el Single Bond Universal) con y sin grabado con ácido ortofosfórico al 37% y un grupo control, el XP Bond que es un adhesivo convencional. A los especímenes obtenidos de los cortes, se sometieron a un test de microtracción con una velocidad de 0.5 mm/min. Los valores promedio del Single Bond Universal, All in One y Clearfil S Bond sin grabado fueron 5.59 Mpa, 10.71 Mpa y 15.20 Mpa respectivamente. Concluyéndose que el Clearfil S Bond es significativamente superior a los otros dos sistemas autocondicionantes, pero obteniendo valores similares al grupo control de grabado total XP Bond (14.81 Mpa).

Vega (2013) comparó la resistencia adhesiva de composites unidos a dentina mediante uso del Single Bond Universal, usando ácido fosfórico y sin ácido. En el estudio se trabajaron con 27 terceras molares humanas, las cuales se sometieron a curetaje para eliminar restos periodontales, se seccionaron a nivel de la raíz y en un sentido vestibulo-lingual; teniendo de esta manera dos mitades. A 27 mitades de molares se aplicó la técnica de grabado total, y a las otras 27 mitades, la técnica de autograbado. Los especímenes obtenidos se sometieron a una prueba de cizallamiento para lo cual se trabajó con una máquina de ensayo universal. Con la técnica de autograbado se obtuvo de promedio un 15.31 Mpa, mientras que, con la técnica de grabado, 14.75 Mpa; concluyéndose que entre las técnicas usadas no existe diferencia significativa.

Li (2009) buscó comparar la resistencia adhesiva a la tracción entre dos sistemas autograbadores (G-Bond y One Coat Bond) y un sistema adhesivo convencional (All Bond 2) en esmalte bovino. Se usaron 16 dientes bovino, los cuales se tuvieron 40 especímenes por cada grupo. Los especímenes fueron obtenidos mediante cortes horizontales y verticales sobre la resina unida al esmalte, fueron cortados por una máquina de corte tipo ISOMET; la prueba de microtensión fue a una velocidad de 0,5 mm/min. Mediante la prueba de Shapiro Wilks se apreció que no hubo una distribución normal entre el One Coat Bond y G-Bond ($p= 0.018$ y 0.008 respectivamente); por lo cual se usó la prueba de Kruskal-Wallis. Por último, se usó la prueba de U de Mann-Whitney con 5% de significancia. Se obtuvo que los valores del adhesivo convencional fueron de 20.34 Mpa, mientras que los del G Bond y el One Coat Bond fueron de 16.62 Mpa y 10.39 Mpa respectivamente. Concluyendo que el sistema adhesivo convencional All Bond 2, tuvo mayores valores de resistencia adhesiva a la tracción que el sistema autocondicionante G-Bond, y este último fue superior al One Coat Bond.

2.3. Justificación de la investigación

2.3.1. Teórica

Para el cirujano dentista es muy importante estar constantemente actualizado, tener conocimiento teórico sobre los materiales dentales y cómo actúan sobre el tejido dentario. Conocido esto, se sabrá las indicaciones, contraindicaciones, cuando usar y cuando no usar la gran variedad de sistemas adhesivos dependiendo del sustrato a trabajarse.

2.3.2. Práctica

Este estudio se elaboró con el objetivo de conocer mejor a los sistemas adhesivos, de saber que adhesivos poseen mejores valores de adhesión sobre determinado sustrato dental. Mencionado lo anterior se podrá hacer uso del material más indicado para realizar la restauración con composite.

2.3.3. Social

Existen muchos factores que desencadenan pérdida de tejido dental, como son la caries, alteraciones, traumatismos entre otros; es por esto que el odontólogo tiene que solucionar estos problemas, restaurando las piezas dentales mediante un composite y el uso de los sistemas adhesivos más convenientes, devolviéndole la anatomía, la función, la estética dental, así como también una longevidad en la restauración.

2.4. Hipótesis

Es probable que exista una mayor resistencia a la tracción en el sistema de grabado total debido a que elimina el barrillo dentinario, en comparación de los adhesivos autocondicionantes que incorporan el barrillo dentinario en su capa híbrida.

III. Objetivos

3.1. Objetivo general

- Comparar la resistencia a la tracción entre los sistemas adhesivos autocondicionantes Single Bond Universal y el Palfique Bond con el sistema adhesivo de grabado total, Adper Single Bond 2, sobre esmalte de bovino in vitro.

3.2. Objetivos específicos

- Identificar la resistencia a la tracción usando el sistema adhesivo de grabado total Adper Single Bond 2.
- Identificar la resistencia a la tracción usando el sistema adhesivo autocondicionante Single Bond Universal.
- Identificar la resistencia a la tracción usando el sistema adhesivo autocondicionante Palfique Bond.
- Comparar la resistencia a la tracción del sistema adhesivo autocondicionante Single Bond Universal con Palfique Bond.
- Comparar la resistencia a la tracción de los sistemas adhesivos autocondicionantes Single Bond Universal y el Palfique Bond, con el sistema adhesivo de grabado total Adper Single Bond 2.

IV. Materiales y métodos

4.1. Tipo de Estudio

Experimental, porque nuestros especímenes son divididos en forma aleatoria en un grupo de control y dos grupos experimentales. En donde a cada grupo se les somete a diferentes tratamientos (Colimon, 1990).

Comparativo, debido a que vamos a analizar las similitudes o diferencias entre nuestros grupos experimentales (Goodrick, 2014).

Transversal, porque la investigación se dio en un momento puntual, no se analizó las comparaciones a lo largo del tiempo (Aliaga, Rojas y Ortiz, 2010).

Prospectivo, ya que los datos obtenidos se obtuvieron desde una fecha hacia adelante.

4.2. Población / Muestra / Criterios de selección

4.2.1. Población

Dientes bovinos del Frigorífico La Colonial.

4.2.2. Muestra

Según el ISO/TS-11405:2015, la muestra debe ser de mínimo unos 15 especímenes por grupo, en este estudio se utilizó 16 especímenes por grupo (n=16).

4.2.3. Criterios de selección

4.2.3.1. Criterios de inclusión:

Incisivos de bovino sanos.

Coronas en buen estado, sin daño.

4.2.3.2. Criterios de exclusión:

Presencia de pigmentaciones.

Alteración en la estructura del esmalte.

Presencia de caries.

Con fracturas.

4.3. Variables / Definición / Operacionalización

4.3.1. Variables independientes:

Sistema Adhesivo: Conjunto de compuestos, que permite la unión entre el sustrato dental y un material restaurador.

4.3.2. Variables dependientes:

Resistencia a la tracción: es el máximo esfuerzo de tracción que posee un cuerpo antes de romperse.

Operacionalización de variables

Variables	Definición	Indicador	Escala	Valor
Sistemas adhesivos (Independiente)	Conjunto de compuestos, que permite la unión entre el sustrato dental y la restauración	Unión micromecánica MDP 3D –SR	Nominal	Adhesivo 1 Adhesivo 2 Adhesivo 3
Resistencia a la Tracción (Dependiente)	Es el máximo esfuerzo de tracción que posee un cuerpo antes de romperse.	Cantidad de fuerza necesaria para producir la fractura dada por la máquina de ensayo universal CMT-5L.	Razón	0 - ∞ Mpa

4.4. Método / técnica / procedimiento

4.4.1. Método

Observacional

4.4.2. Técnica

La técnica está basada según las normas del ISO/TS-11405:2015 (Anexo 1), el cual, según este, se elabora las probetas o especímenes, para poder someterlas a pruebas de tracción, así como también el análisis estadístico para los valores que recolectaremos.

4.4.3. Procedimiento

Para realizar el estudio se extrajeron 30 incisivos inferiores bovinos del Frigorífico La Colonial (Callao - Perú, Agosto 2018). Los dientes seleccionados tenían que tener un gran tamaño de corona clínica, sin pigmentaciones, ni fracturas. Los dientes fueron lavados con abundante agua, se usó una cureta de dentina maillefer, una hoja de bisturí #11 y mango de bisturí #3.

Con el uso de un disco de corte de carburo (22 mm de diámetro y 0,6 mm de grosor) y un micromotor NSK; se cortó el diente en sentido transversal cerca de la unión esmalte-cemento, a 4 mm de la corona clínica. Después del corte se procedió a eliminar la pulpa cameral con una pinza, para luego rellenar el interior con ionómero de vidrio.

Para los tres grupos, se seleccionó tres dientes a cada uno. GI: Grupo control, en el que se usó el sistema adhesivo de grabado total Adper Single Bond 2, GII: Grupo experimental con el adhesivo autocondicionante Single Bond Universal y GIII: Grupo experimental con el adhesivo autocondicionante Palfique Bond.

Con la ayuda de un molde de silicona pesada Zeta Plus de 20 mm de altura y 25 mm de diámetro, se colocó acrílico autopolimerizable (Vitacron – Vitacryl), para poder montar los dientes bovinos con la cara lingual contactando al acrílico; antes de polimerizar el acrílico se esparció escarcha de diferentes colores para diferenciar los grupos: GI (Adper Single Bond 2) – no se aplicó escarcha; GII (Single Bond Universal) – se aplicó escarcha roja y GIII (Palfique Bond) – se aplicó escarcha verde.

Todos los dientes montados fueron almacenados en un refrigerador Samsung a 4°C en agua destilada grado 3 según el ISO/TS 11405:2015.

En el laboratorio de Operatoria Dental de la Universidad Nacional Federico Villarreal, se procedió a la colocación de los adhesivos y resinas en dientes bovinos.

Antes de tratar los dientes, se limpió la superficie con una pasta profiláctica Shine y se enjuagó con abundante agua. Con una pieza de mano de alta velocidad NSK PANA Air con fresa troncocónica de grano grueso se desgastó la cara vestibular de los dientes, a nivel de esmalte. Con el objetivo de tener una uniformidad en la superficie y que esté lisa, se frotó con un papel lija; al final se procedió a secar la superficie con gasa.

En el Grupo I se usó el adhesivo Adper Single Bond 2, de acuerdo a sus indicaciones del fabricante. Sobre la superficie de esmalte se aplicó ácido ortofosfórico Acid Gel al 37%, se dejó actuar por quince segundos, después se lavó con abundante agua por otros quince segundos; para finalmente retirar el agua con la ayuda de una gasa. La superficie no debe tener exceso de agua, pero debe tener un aspecto brillante. Una vez que se tuvo la superficie lista, se aplicó dos capas del Adper Single Bond 2 con un microbrush de la marca XS Dental Products frotando suavemente por quince segundos; pasado el tiempo, se aplicó un chorro suave de aire por cinco segundos, con la finalidad de que los solventes se evaporen. La

fotopolimerización fue por veinte segundos con una lámpara de luz halógena LITEX 680A (Dentamerica).

En el Grupo II se usó el adhesivo Single Bond Universal, de acuerdo a las indicaciones. Ayudándonos con un microbrush se aplicó el adhesivo sobre la superficie friccionando por veinte segundos, después con la jeringa triple se sopló suavemente por cinco segundos para que se evapore el solvente. Para finalizar se fotopolimerizó por diez segundos.

En el Grupo III se aplicó el Palfique Bond, la aplicación fue por diez segundos, después de esto el secado se realizó con aire por aproximadamente cinco segundos, hasta que el adhesivo permanezca en una sola posición. La fotopolimerización se realizó por diez segundos.

Para restaurar el diente con la resina 3M Filtek Bulk Fill color A3, se confeccionó una matriz de silicona pesada circular de 4 mm de altura y 6 mm de diámetro. La matriz se fijó sobre el diente para poder aplicar la resina con una espátula bioactiva con la técnica incremental. En cada aplicación de resina se fotopolimerizó por 40 segundos.

Una vez obtenido los grupos listos, fueron almacenados en la estufa del laboratorio de operatoria dental a 37°C por un día.

Todas las muestras fueron cortadas de manera longitudinal y transversal al eje de los dientes, obteniendo por cada grupo 16 especímenes. Los especímenes fueron medidos en su sección media con un vernier digital de 200 mm y apuntados en la base de datos. Luego se procedió a realizar la prueba de resistencia a la tracción con la máquina de ensayos universal CMT-5L. La velocidad empleada para la tracción fue de 0.75 mm/min.

En el laboratorio High Technology Laboratory se realizaron los cortes y la prueba de resistencia a la tracción de los 48 especímenes.

4.5. Consideraciones éticas

El presente estudio cumple todas las condiciones éticas. Se realizaron los permisos para usar laboratorios en centro o instituciones que apoyaron la investigación. El contenido de esta investigación fue redactado por mi persona, y toda información que se añadió de otra fuente, fue colocada en las mismas referencias bibliográficas, respetando la autoría de esas citas textuales.

4.6. Plan de análisis

Los datos fueron recolectados utilizando el programa IBM SPSS Statistics 23. Los cuales se ordenaron y tabularon para poder tener las medidas de tendencia central y de dispersión de la resistencia a la tracción de los diferentes adhesivos usados. Para determinar si existió una distribución normal se usó la prueba de Shapiro – Wilk.

Tabla 1
Prueba de Normalidad – Shapiro Wilk

Sistema adhesivo	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
Adper Single Bond 2	,893	16	,063
Single Bond Universal	,897	16	,071
Palfique Bond	,965	16	,756

P= (0,063155; 0,070764; 0,756039). Fuente: Base de datos.

Se encontró que $p > 0,05$, existiendo entonces una distribución normal. Por el cual se usó las pruebas paramétricas: la prueba T de Student para comparar dos muestras independientes, las pruebas de Anova de un factor y Tukey.

V. Resultados

V.I. Análisis descriptivo

Tabla 2

Resistencia a la tracción usando el sistema adhesivo Adper Single Bond 2

Sistema adhesivo		Estadístico	Error estándar
Adper Single Bond 2	Media	15,3150	,93985
	Mediana	14,4650	
	Varianza	14,133	
	Desviación estándar	3,75940	
	Mínimo	10,62	
	Máximo	24,32	

Fuente: Base de datos.

Con el uso del adhesivo Adper Single Bond 2 se aprecia que la media fue 15.3150; una desviación estándar de 3,75940 en donde el valor mínimo fue de 10,62 Mpa y el valor máximo, 24,32 Mpa (Tabla 2).

Tabla 3

Resistencia a la tracción usando el sistema adhesivo autocondicionante Single Bond Universal

Sistema adhesivo		Estadístico	Error estándar
Single Bond Universal	Media	8,8094	,56670
	Mediana	8,4650	
	Varianza	5,138	
	Desviación estándar	2,26681	
	Mínimo	5,55	
	Máximo	15,17	

Fuente: Base de datos.

En lo que corresponde a la resistencia a la tracción del Single Bond Universal se aprecia que la media fue de 8.8094; la desviación estándar de 2.26681 en donde el valor mínimo fue de 5.55 Mpa y el máximo de 15.17Mpa (Tabla 3).

Tabla 4

Resistencia a la tracción usando el sistema adhesivo autocondicionante Palfique Bond

Sistema adhesivo		Estadístico	Error estándar
Palfique Bond	Media	15,0888	,84312
	Mediana	14,9300	
	Varianza	11,374	
	Desviación estándar	3,37246	
	Mínimo	8,66	
	Máximo	20,67	

Fuente: Base de datos.

En la tabla 4 donde se usó el adhesivo Palfique Bond se observa que la media fue de 15.0888; la desviación estándar de 3.37246, en donde el valor mínimo fue 8.66 Mpa y el valor máximo 20.57 Mpa.

V.II. Análisis inferencial

Para la obtención del contraste de hipótesis planteadas se empleó la prueba t de student para muestras independientes y la prueba Anova de un factor, debida a que las mediciones se usaban de dos a tres grupos de estudio.

Las pruebas estadísticas mencionadas fueron contrastadas a un nivel de confianza al 95%, solo aceptando el error tipo 1 de 5%.

- **Comparar la resistencia a la tracción del sistema adhesivo autocondicionante Single Bond Universal con Palfique Bond.**

Hipótesis estadísticas

H0: No existen diferencias de resistencia a la tracción del sistema adhesivo autocondicionante Single Bond Universal con Palfique Bond

H1: Existen diferencias de resistencia a la tracción del sistema adhesivo autocondicionante Single Bond Universal con Palfique Bond

Tabla 5
Comparación de los valores de resistencia a la tracción entre el sistema adhesivo Single Bond Universal y Palfique Bond

	Prueba de Levene de calidad de Varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		
	F	Sig.	T	Gl	Sig. (bilateral)
Se asumen varianzas iguales	1,933	,175	- 6,181	30	,000
No se asumen varianzas iguales			- 6,181	26,256	,000

P= (0,000), Prueba T de Student para muestras independientes. Fuente: Base de datos.

Al realizar la comparación con la prueba T de Student, el p-valor asociado al estadístico de contraste para los valores medidos es menor que 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis nula ($p=0,000$); es decir se encontró diferencia significativa entre el sistema adhesivo autocondicionante Single Bond Universal con Palfique Bond (Tabla 5).

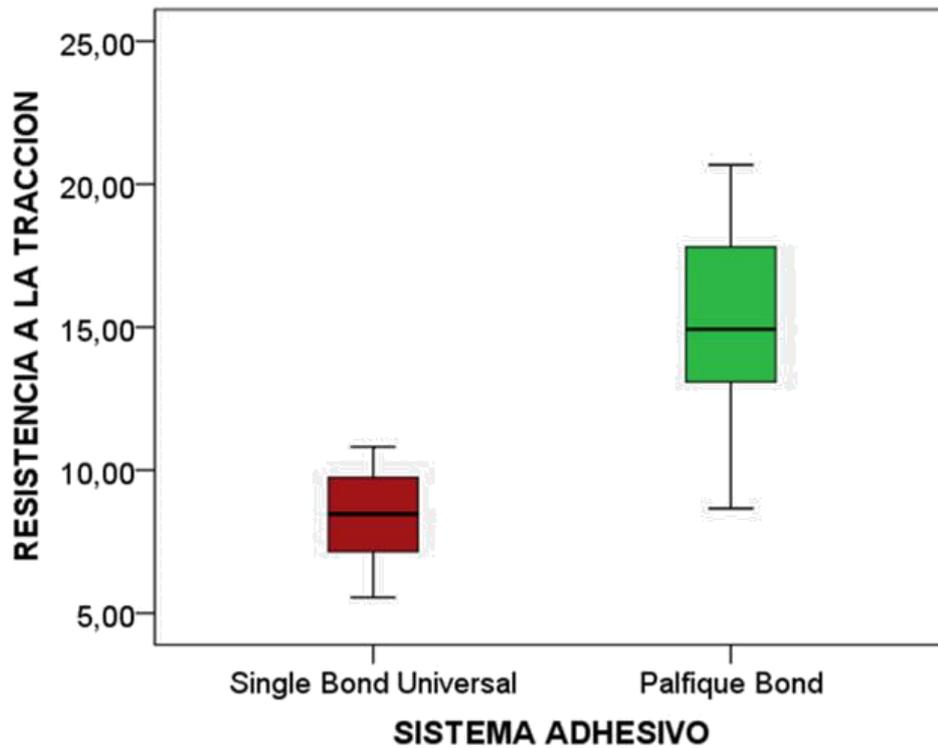


Figura 1. Comparación de la resistencia a la tracción del sistema adhesivo autocondicionante Single Bond Universal con Palfique Bond.

- **Comparar la resistencia a la tracción de los sistemas adhesivos autocondicionantes Single Bond Universal y el Palfique Bond, con el sistema adhesivo de grabado total Adper Single Bond 2.**

Hipótesis estadísticas

H0: No existen diferencias de resistencia a la tracción de los sistemas adhesivos autocondicionantes Single Bond Universal y el Palfique Bond, con el sistema adhesivo de grabado total Adper Single Bond 2.

H1: Existen diferencias de resistencia a la tracción de los sistemas adhesivos autocondicionantes Single Bond Universal y el Palfique Bond, con el sistema adhesivo de grabado total Adper Single Bond 2.

Tabla 6

Comparación de los valores de resistencia a la tracción de los sistemas adhesivos autocondicionantes Single Bond Universal y el Palfique Bond, con el sistema adhesivo de grabado total Adper Single Bond 2

(I) SISTEMA ADHESIVO	(J) SISTEMA ADHESIVO	Diferencia de medias (I-J)	Error Estándar	Sig.
Adper Single Bond 2	Single Bond Universal	6,50563	1,12999	,000
	Palfique Bond	,22625	1,12999	,978
Single Bond Universal	Adper Single Bond 2	-6,50563*	1,12999	,000
	Palfique Bond	-6,27937*	1,12999	,000
Palfique Bond	Adper Single Bond 2	-,22625	1,12999	,978
	Single Bond Universal	6,27937*	1,12999	,000

Prueba de Tukey. Fuente: base de datos.

Al realizar la prueba Anova de un factor posteriori Tukey, el p-valor obtenido en las comparaciones múltiples asociado al estadístico de contraste para los valores medidos es menor que 0,05; entre el Adper Single Bond 2 y el Single Bond Universal se obtuvo un $p= ,000$; entre el Adper Single Bond 2 y el Palfique Bond se obtuvo un $p= ,978$; y entre el Single Bond Universal y el Palfique Bond se encontró un $p= ,000$; por lo que se rechaza la hipótesis nula ($p= 0,000$); es decir se encontró diferencia significativa encontrándose diferencia significativa entre los grupos autocondicionantes (Tabla 6).

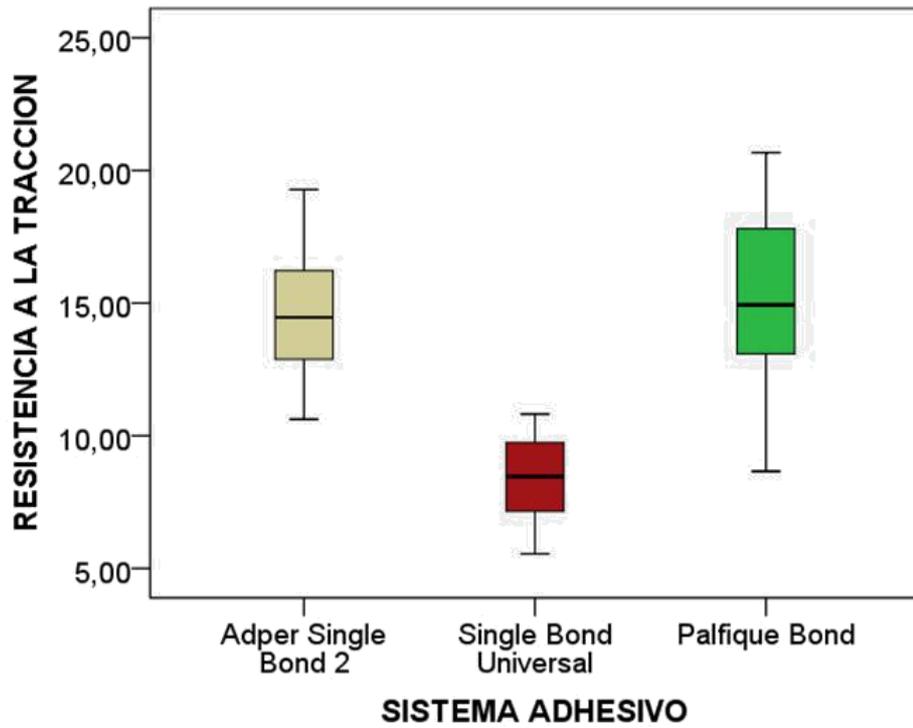


Figura 2. Comparación de los valores de resistencia a la tracción de los sistemas adhesivos autocondicionantes Single Bond Universal y el Palfique Bond, con el sistema adhesivo de grabado total Adper Single Bond 2.

VI. Discusión

El estudio tuvo como fin, identificar y comparar la resistencia a la tracción de los sistemas adhesivos autocondicionantes para poder apreciar cual de ambos tiene valores más cercanos al del grabado total, que son estos últimos considerados como el “gold standard” en adhesión.

Se compararon los sistemas adhesivos autocondicionantes Single Bond Universal y Palfique Bond, teniendo como grupo control Adper Single Bond 2, un sistema de grabado total. Se trabajaron con un total de 48 especímenes, teniendo para cada grupo dieciséis.

De los resultados se rescató que existe una gran diferencia entre los valores de los sistemas autocondicionantes, encontrándose valores más altos en el Palfique Bond con 15.08 Mpa en comparación con los 8.80 Mpa del Single Bond Universal; aunque no se halló diferencia significativa entre el Palfique Bond con nuestro grupo control Adper Single Bond 2 el cual tuvo un promedio de 15.31 Mpa.

Los valores de resistencia a la tracción de los sistemas adhesivos de grabado total en nuestro estudio fueron mayores que los sistemas adhesivos autocondicionantes, estos resultados coincidieron con el estudio de Li (2009) quien hizo una investigación en la cual compararon adhesivos autocondicionantes (One Coat Bond y G-Bond) usando como grupo control el All Bond 2; en donde este último tenía un valor promedio de 20.34 Mpa siendo superior a los valores de los autograbantes (10.39 Mpa y 16.62 Mpa). Así como el estudio de Galarza (2014), quien demostró mediante la recolección de trabajos de investigaciones donde se comparaban los valores de resistencia a la tracción, que los valores de adhesión de los sistemas de grabado total son mayores a los valores de los adhesivos autocondicionantes.

Al igual que Bustamante y Diaz (2014) quienes en su estudio compararon tres sistemas autocondicionantes (Single Bond Universal, All In One y Clearfil S3 Bond) con y sin grabado, teniendo como grupo control al sistema de grabado total XP Bond concluyeron que los valores del Single Bond Universal (5.59 Mpa) y el All in One (10.71 Mpa) aplicados de acuerdo al fabricante; es decir sin ácido, son menores a comparación del grupo control (14.81 Mpa) existiendo diferencia significativa; sin embargo no hubo diferencia significativa entre el Clearfil S3 Bond sin grabado (15.2 Mpa) con el adhesivo de grabado total, resultados similares a nuestro estudio en el cual tampoco se encontró dicha diferencia entre uno de nuestros sistemas adhesivos autocondicionantes (Palfique Bond), con el grupo control que habíamos empleado (Adper Single Bond 2). Se coincidió también en que los valores de resistencia a la tracción del Single Bond Universal, el cual empleó Bustamante y Díaz, tuvieron una media baja al igual que nuestro estudio.

Como ya hemos mencionado existe una tendencia de haber valores más altos de resistencia a la tracción en los sistemas de grabado total como en nuestro estudio, pero también hay estudios que demuestran lo contrario como los realizados por Mejía (2017) quien comparó un adhesivo de grabado total de dos pasos (Single Bond) con un sistema autocondicionante de dos pasos (Clearfil SE Bond) tanto en esmalte como en dentina, en donde los valores del adhesivo autocondicionante fueron en esmalte de 7.49 Mpa y en los de grabado total de 6.02 Mpa siendo estos últimos ligeramente inferiores, pero comportándose ambos de una manera similar no existiendo diferencia significativamente. Los valores bajos del grupo de grabado total pueden deberse a que se usaron dientes molares de bovino y no los incisivos, que son estos últimos los sugeridos para realizar experimentos in vitro según el ISO/TS-11405:2015 y además la

velocidad para ejecutarse la prueba de tracción fueron de 10 mm/min, mientras que en nuestro estudio de 0.7 mm/min.

La diferencia estadísticamente significativa que se obtuvo en nuestra investigación entre los sistemas autocondicionantes, se puede explicar porque el monómero funcional 3D SR de Palfique Bond tiene la capacidad de tener más de 3 puntos de unión con el calcio del sustrato; esto hace que tenga una mayor fuerza de adhesión química, a comparación del monómero MDP-10 (Single Bond Universal), que solo tiene la capacidad de unir dos de sus átomos por un calcio que esté presente en la superficie del esmalte.

La comparación en nuestro estudio entre el Palfique Bond y el Single Bond Universal, en el cual los valores de adhesión del monómero 3D SR fueron superiores a los monómeros MDP-10 coincidieron con los resultados obtenidos por Bardales et al. (2018), quienes compararon el mismo adhesivo Palfique Bond con el Scotchbond Universal (también poseedor del monómero MDP-10), en donde el Palfique Bond obtuvo valores superiores (8.51 Mpa) que el Scotchbond Universal (7.8 Mpa), pero no encontrándose diferencia significativa, a diferencia de nuestro estudio donde si existió una marcada diferencia. Así como también Manrique et al. (2018) quienes también obtuvieron con el Palfique Bond valores superiores a los del Scotchbond Universal sin encontrarse diferencia significativa entre sus grupos.

Por otro lado, la diferencia significativa que existió en nuestro estudio entre el grupo control (Adper Single Bond 2) y el Single Bond Universal coincidieron con el estudio realizado por Cárdenas (2016) quien encontró diferencia significativa entre el grupo control (14.24 Mpa) con el Single Bond Universal (10,40 Mpa).

Finalmente, los adhesivos autocondicionantes tienen una mejor fuerza de adhesión a la dentina que al esmalte y esto se puede apreciar si comparamos nuestros valores del Single Bond Universal en esmalte en el cual obtuvimos una media de 8.80 Mpa con los valores obtenidos por Vega (2013) quien en dentina obtuvo un promedio de 15.31 Mpa.

VII. Conclusiones

1. Los valores de resistencia a la tracción del grupo control Adper Single Bond 2 (15.31 Mpa), son superiores al Palfique Bond y Single Bond Universal.
2. El adhesivo autocondicionante Single Bond Universal con un promedio de 8.80 Mpa tiene los valores de resistencia a la tracción muy bajos en relación al Palfique Bond Universal y Adper Single Bond 2.
3. El sistema autocondicionante Palfique Bond poseedor de una media de 15,08 Mpa fue apenas inferior a nuestro grupo control Adper Single Bond 2.
4. Existe diferencia significativa al comparar los sistemas adhesivos autocondicionantes ($p < 0.05$), encontrándose los valores más altos en el Palfique Bond que en el Single Bond Universal.
5. Existe diferencia significativa al comparar todos los grupos ($p < 0.05$), pero no entre nuestro sistema autocondicionante Palfique Bond y el grupo control Adper Single Bond 2, en donde este último tiene valores ligeramente más altos ($p > 0.05$).

VIII. Recomendaciones

1. Realizar trabajos de investigación usando los sistemas adhesivos autocondicionantes también en dientes humanos.
2. Hacer estudios comparativos entre adhesivos autocondicionantes en esmalte con y sin grabado de ácido ortofosfórico.
3. Comparar la resistencia a la tracción entre adhesivos autocondicionantes con y sin grabado tanto en esmalte y en dentina
4. Evaluar la resistencia a la tracción de sistemas adhesivos usando desinfectantes cavitarios.

IX. Referencias bibliográficas

- Abate, P., Rodriguez, V. y Macchi R. (2000). Evaporation of solvent in one-bottle adhesives. *J Dent*, 28(6), 437-40.
- Abdalla, A. y Davidson, C. (1998). Bonding efficacy and interfacial morphology of one-bottle adhesives to contaminated dentin surfaces. *Am. J. Dent*, 11(6), 281-5.
- Aguilera, A., Guachalla, J., Sierra, M. y Valenzuela, V. (2001). Sistemas Adhesivos de Autograbado. *Revista Dental de Chile*, 92 (2), 23-28.
- Aliaga, C., Rojas, J. y Ortiz, G. (2010). *La investigación científica*. Lima, Perú: Impresiones Jhon. Primera edición.
- Alex, G. (2012). Is total-etch dead? Evidence suggests otherwise. *Compendium of continuing education in dentistry*, 33(1), 12-4, 16-22, 24-5.
- Bardales, C., Castro, M. y Chirinos, G. (2018). *Evaluación de la resistencia de unión al microcizallamiento de dos sistemas adhesivos con monómeros funcionales en esmalte y dentina* (tesis de pregrado). Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú.
- Barrancos Mooney, J. y Barrancos, P. (2007). *Operatoria dental, Orientación Clínica*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana. 4ta Edición.
- Brajdić, D., Krznarić, O., Azinović, Z., Macan, D. y Baranović, M. (2008). Influence of different etching times on dentin surface morphology. *Collegium antropologicum*, 32, 893-900.
- Boyde, A. et al. (1963). Advances in fluorine research and dental caries prevention an assessment of two new physical methods applied to the study of dental tissues. *Oxford Pergamon Press*, 1, 185-193.
- Brannstrom, M. (1984). Smear layer pathological and treatment considerations. *Oper Dent*, 3, 35-42.

- Bustamante, D. y Díaz, C. (2014). *Efecto del grabado ácido sobre la resistencia adhesiva in vitro de tres sistemas autograbantes comerciales en esmalte dentario* (tesis de pregrado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.
- Callister, W. (2007). *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales*. Barcelona, España: Editorial Reverté.
- Cárdenas, N. (2016). *Resistencia adhesiva y padrón de fractura en esmalte bovino de un sistema adhesivo de grabado ácido total versus un adhesivo universal* (tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Cardoso, M., De Almeida, A., Mine, A., Coutinho, E., Van Landuyt, K., De Munck, J. y Van Meerbeek, B. (2011). Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Australian Dental Journal*, 56 (1), 31-44. doi: 10.1111/j.1834-7819.2011.01294.x
- Carrillo, C. y Monroy, A. (2009). Materiales de resinas compuestas y su fotopolimerización. *Revista ADM*, 65(4), 17.
- Colimon, K. (1990). *Fundamentos de Epidemiología*. Colombia: Ediciones Diaz de Santos S.A.
- De Freitas, M., Gutheil, P., Gomez, F., Bernardi, E., Fernandes, A., Adiel, J. y Susin, A. (2010). Reflections about Adhesive Systems. *International journal of odontostomatology*, 4(1), 47-52.
- Diccionario Enciclopédico Salvat Universal (1985). Barcelona, España: Salvat editores.
- Dolores de la Llata, M. (2001). *Química Inorgánica*. Ciudad de México, México: Editorial Progreso.
- Dourado, A. y Reis, A. (2006). Sistemas adhesivos, revisión a la literatura. *Revista de operatoria dental y biomateriales*, 1(2), 13-28.
- Finger, W. y Balkenhohl, M. (2000). Rewetting strategies for bonding to dry dentin with an acetone-based adhesive. *J. Adhesive Dent*, 2(1), 51-6.

- Fukegawa, D., Hayakawa, S., Yoshida, Y., Suzuki, K., Osaka, A. y Van Meerbeek, B. (2006). Chemical interaction of phosphoric acid ester with hydroxyapatite. *Journal of dental research*, 85(10), 941-4.
- Galarza, A. (2014). *Estudio comparativo de los agentes adhesivos de 5ta y 7ma generación y su fuerza de adhesión* (tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Gallo, J., Burgess, J. y Xu, X. (2001). Effect of delayed application on shear bond strength of four fifth-generation bonding systems. *Oper Dent*, 26(1), 48-51.
- Garaicoa, C. (2011). *Valoración del uso del hipoclorito de sodio al 5,25% y sus efectos en la adhesión* (tesis de pregrado). Universidad Católica de Santiago, Guayaquil, Ecuador.
- García, M. y Reyes, J. (2006). La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomédica. *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 9(2), 90-95.
- Garrofé, A., Martucci, D. y Picca, M. (2014). Adhesión a tejidos dentarios. *Revista Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires*, 29(67), 5-13.
- Giannini, M., Makishi, P., Ayres, A., Vermelho, P., Fronza, B., Nikaido, T. y Tagami, J. (2015). Self-Etch Adhesive Systems: A Literature Review. *Braz Dent J*, 26(1), 3-10.
- Goodrick, D. (2014). *Estudios de caso comparativos, Síntesis metodológicas: evaluación de impacto n° 9*. Centro de Investigaciones de UNICEF, Florencia.
- Henostroza, G. (Ed.). (2003). *Adhesión en Odontología Restauradora*. Curitiba-Brasil: Editorial Maio.
- Hernández, M. (2004). Aspectos prácticos de la adhesión a dentina. *Avances en odontoestomatología*, 6(1), 19-32.

- Herrera, E. (2005). Fracasos en las Adhesión. *Avances en Odontoestomatología*, 21(2), 63-9.
- Kawamoto, C., Fukuoka, A. y Sano H. (2007). Bonding performance of the new tokuyama bond force bonding system. *The Quintessence*, 26 (3), 0614.
- König, H. y Liebich, H. (2002). *Anatomía de los animales domésticos, órganos, sistema circulatorio y sistema nervioso*. Montevideo, Uruguay: Editorial médica panamericana, segunda edición.
- Kunstmann, L. y Carpentieri, A. (2017). Correlación entre el Comportamiento Térmico y Composición de Sistemas Adhesivos. *Int. J. Odontostomat*, 11(1), 53-60.
- Larrain, R. y De Freitas, L. (1980). *Química General, Módulos 3-4*. Santiago, Chile: Editorial Andrés Bello.
- Li, C. (2009). *Estudio comparativo in vitro de la resistencia adhesiva a la tracción de dos sistemas adhesivos autograbadores sobre esmalte de bovino* (tesis de pregrado). Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú.
- Lucena, C., González, M., Ferrer, C., Robles, V. y Navajas, J. (1999). Study of the shear bond strength of five one-component adhesives under simulated pulpal pressure. *Oper Dent*, 24(2), 73-80.
- Łukomska-Szymańska, M., Sokołowski, J. y Łapińska, B. (2017). Current views on adhesive bonding systems. *Czasopismo Stomatologiczne*, 70(4), 384-393.
- Macchi, R. (2000). *Materiales dentales*. Buenos Aires, Argentina: Editorial medica panamericana. Tercera Edición.
- Mandri, M., Aguirre, A. y Zamudio, E. (2015). Sistemas Adhesivos en odontología Restauradora. *Odontoestomatología*, 17(26). Recuperado de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93392015000200006

- Manrique, M., Maldonado, C. y Gómez, R. (2018). *Resistencia de unión de sistemas adhesivos con monómeros funcionales fotopolimerizados con fuentes de luz uni/polile* (tesis de pregrado). Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú.
- Matsui, N., Takagaki, T., Sadr, A., Ikeda, M., Ichinose, S., Nikaido, T. y Tagami, J. (2015). The role of MDP in a bonding resin of a two-step self-etching adhesive system. *Dental materials journal*, 34(2), 227-33.
- Mazzoni, A., Scaffa, P., Carrilho, M., Tjäderhane, L., Di Lenarda, R., Polimeni, A.,... Breschi, L. (2013). Effects of Etch-and-Rinse and Self-etch Adhesives on Dentin MMPs-2 and MMPs-9. *Journal of Dental Research*, 92(1), 82-86.
- Mazzoni, A., Pashley, D., Nishitani, Y., Breschi, L., Tjäderhane, L., Mannello, F.,... Tay, F. (2006). Reactivation of inactivated endogenous proteolytic activities of phosphoric acid-etched dentin by etch and rinse adhesives. *Biomaterials*, 27(25), 4470-4476.
- Mejía, C. (2017). *Resistencia a la tracción de sistemas adhesivos con grabado total y autograbado de dos pasos en esmalte y dentina de bovinos* (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Mc Lean, J. (2000). Historical Overview: The pioneers of Enamel and dentin bonding in roulet J-F, Degrange M. Adhesion . *The silent revolution in dentistry Chicago Quintessence*, 13-17.
- Milia, E., Cumbo, E., Cardoso, R. y Gallina, G. (2012). Current Dental Adhesives Systems. A Narrative Review. *Current Pharmaceutical Design*, 18 (34), 5542-5552.
- Nakabayashi, N., Kojima, K. y Masuhara, E. (1982). The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*. 16(3).

- Moncada, G., García, R., De Oliveira, Osmir., Fernández, E., Martín, J. y Vildósola P. (2014). Rol del 10-metacriloxidecilfosfato dihidrogenado en el cambio de paradigma de los sistemas adhesivos integrados en la dentina. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 7(3), 194-99.
- Pashley, D., Tay, F., Breschi, L., Tjäderhane, L., Carvalho, R., Carrilho, M. y Tezvergil-Mutluay, A. (2011). State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater*, 27(1), 1-16.
- Pereira, G., Paulillo, L., De Goes, M. y Dias, C. (2001). How wet should dentin be? Comparison of methods to remove excess water during moist bonding. *J. Adh. Dent*, 3(3), 257-64.
- Picado, A. y Álvarez, M. (2010). *Química I: Introducción al estudio de la materia*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a distancia. Segunda Edición.
- Pimentel, F., Perlatti, P., Suga, R. y Marins, R. (2002). Testes mecânicos para a avaliação laboratorial da união resina/dentina. *Revista Facultad Odontológica de Bauru*, 10(3), 118-127.
- Posada, M., Sánchez, C., Gallego, G., Pélaez, A., Restrepo, L. y López, J. (2006). Dientes de bovino como sustituto de dientes humanos para su uso en odontología. Revisión de literatura. *Revista CES Odontología*, 19(1), 63.
- Retamal, A., Bader, M. y Monsalves, S. (2012). *Análisis comparativo in vitro del grado de microfiltración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con dos métodos de grabado ácido distintos*. (tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Robles, L. (2018). *Efecto de tres concentraciones de clorhexidina como sustancia inhibidora de metaloproteinasas en la resistencia a la tracción de dos sistemas adhesivos en dentina in vitro* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.

- Sánchez, L. y Espías, A. (2004). La fotopolimerización en 2002. *Avances en Odontología*, 20(6), 289-295.
- Sano, H., Takatsu, T., Ciucchi, B., Homer, J., Matthews, W. y Pasley, D. (1995). Nanoleakage: Leakage within the hybrid layer. *Operative Dentistry*, 20(1), 18-25.
- Sofan, E., Sofan, A., Palaia, G., Tenore, G., Romeo, U. y Migliaiu, G. (2017), Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Annali di stomatologia*, 8(1), 1-17.
- Tay, F., Gwinnet, A. y Wei, S. (1996). The overwet phenomenon: an optical, micromorphological study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. *Am J Dent*, 9(1), 43-8.
- Tay, F., Gwinnet, A. y Wei, S. (1996). Micromorphological spectrum from overdying to overwetting acidconditioned dentin in water-free acetone-based, single bottle primer adhesives. *Dent Mater*, 12(4), 236-44.
- Tay, F, Gwinnett, J. y Wei, S. (1998). Relation between water content in acetone/alcohol-based primer and interfacial ultrastructure. *Journal of Dentistry*, 26(2), 147-156.
- Thomas, P. (2001). Polimerización iniciada mediante luz: claros y oscuros de las nuevas técnicas. *Ideas y trabajos odontoestomatológicos*, 2 (1), 29-37.
- Van Landuyt, K., Yoshida, Y., Hirata, I., Snauwaert. J., De Munck. J., Okazaki. M.,... Van Meerbeek, B. (2008). Influence of the chemical structure of functional monomers on their adhesive performance. *J Dent Res*, 87(8), 757-761.
- Van Landuyt, K., Snauwaert, J., De Munck, J., Peumans, M., Yoshida, Y., Poitevin, A.,... Van Meerbeek B. (2007). Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*, 28(26), 3757-85.

- Van Meerbeek, B., De Munck, J., Yoshida, Y., Inoue, S., Vargas, M., Vijay, P.,...
- Vanherle, G. (2003). Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*, 28(3), 215-35.
- Vega, C. (2013). *Estudio comparativo in vitro de la resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta realizadas con single bond universal en sus formatos de grabado ácido total y autograbante* (tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Villa, A. y Moradas, M. (2016). Situación actual de los adhesivos de autograbado: productos existentes, técnica y sistemática de actuación de cada uno. *RCOE: Revista del Ilustre Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España*; 21(2), 81-95.
- Visse, R. y Nagase, H. (2003). Matrix metalloproteinases and tissue inhibitors of metalloproteinases: structure, function, and biochemistry. *Circulation Research*, 92(8), 827-839.
- Waidyasekera, K., Nikaido, T., Weerasinghe, D., Ichinose, S. y Tagami, J. (2009). Reinforcement of dentin in self-etch adhesive technology: A new concept. *J Dent*, 37(8), 604-609.
- Watanabe, I., Nakabayashi, N. y Pashley, D. (1994). Bonding to ground dentin by a phenyl-P self-etching primer. *J Dent Res*, 73(6), 1212- 20.
- Wej, Y., Silikas, N., Zhang, Z. y Watts, D. (2011). Diffusion and concurrent solubility of self-adhering and new resin-matrix composites during water sorption/desorption cycles. *Dent Mat*, 27(2), 197-205.
- Yoshida, Y., Nagakane, K., Fukuda, R., Nakayama, Y., Okazaki, M., Shintani, H.,... Van Meerbeek, B. (2004). Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res*, 83(6), 454-458.
- Yoshida, Y., Yoshihara, K., Nagaoka, N., Hayakawa, S., Torii, Y., Ogawa, T.,...

Meerbeek, B. (2012). Self-assembled nano-layering at the adhesive interface. *J. Dent Res*, 91(4), 376-81.

X. Anexos

Anexo 1: Certificado de sanidad y calidad.

 **FRIGORIFICO
LA COLONIAL S.A.C. N° 903859**

CERTIFICADO DE SANIDAD Y CALIDAD

El Médico Veterinario que suscribe: CERTIFICA haber inspeccionado sanitariamente lo siguiente:

Carcasa de: VACUNO

Pza. N°: 61-66 Peso 06 piezas Guía N° 02221

Habiéndose encontrado el producto libre de enfermedades infecto-contagiosas y por tanto apto para consumo humano: gracias al beneficio altamente tecnificado y estrictos controles sanitarios con los que se procesan las carnes y menudencias en este camal, de acuerdo a lo exigido por el reglamento tecnológico de carnes

Válido por un día

Fecha 06-08-2018


FRIGORIFICO LA COLONIAL S.A.C.
SANEAMIENTO
S.A. 1988

CALLE ALFA 199 TELEFONOS: 452-1843 / 451-5050 / TELEFAX: (5114) 464-4898 CALLAO - PERU
PLAYA SATELITE YERBATEROS: AV. NICOLAS AYLLON N° 1351 ATE VITARTE
E-mail: ficsac@ec-red.com

Anexo 2: Carta de presentación al Laboratorio de Operatoria dental.



Universidad Nacional
Federico Villarreal

**FACULTAD DE
ODONTOLÓGIA**

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

DEPARTAMENTO ACADÉMICO

Pueblo Libre, 06 de agosto de 2018.

Oficio N° 186-2018-DA-FO-UNFV

Mg.
JULIA ELBIA MEDINA Y MENDOZA
Docente de la Facultad de Odontología UNFV
Presente. -

ASUNTO: Autorización para la recopilación de
datos en el Laboratorio de Operatoria de la Facultad.

REFERENCIA: Carta de fecha 30-07-201 de Grados y
Títulos.

Es grato dirigirme a usted, para saludarla cordialmente y en atención al documento de la referencia, el Bachiller DELGADO ARCEGA, EDU MARCIO, quien se encuentra realizando su trabajo de tesis titulado:

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS AUTOCONDICIONANTES Y
GRABADO TOTAL EN DIENTES BOVINO - IN VITRO.**

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso al señor Delgado para la recopilación de datos en el Laboratorio de Operatoria Dental bajo su supervisión, lo que permitirá desarrollar su trabajo de investigación.

Sin otro particular es propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de nuestra especial consideración.

Atentamente,


Mg. C.D. ELOY JAVIER MENDOZA GARCIA
Director (e)
Departamento Académico

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
DEPARTAMENTO
ACADEMICO
FACULTAD DE ODONTOLÓGIA

Anexo 3: Carta de presentación al High Technology Laboratory



Universidad Nacional
Federico Villarreal

"AÑO DEL DIÁLOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL"

FACULTAD DE ODONTOLÓGIA
OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS

Pueblo Libre, 16 de agosto de 2018

Ing.
ROBERT EUSEBIO TEHERAN
GERENTE
HTL CERTIFICATE S.A.C.
Presente .-

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle al Bachiller **DELGADO ARCEGA, EDU MARCIO**, quien se encuentra realizando su trabajo de tesis titulado:

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS AUTOCONDICIONANTES
Y GRABADO TOTAL EN DIENTES BOVINO - IN VITRO**

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso al Sr. Delgado para la recopilación de datos, lo que le permitirá desarrollar su trabajo de investigación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para renovarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente,



Se adjunta: Protocolo de Tesis

039-2018

CRHP/LVB



Ing. Robert Nick Eusebio TEHERAN
D.N.I: 44972122

Calle San Marcos N° 351 - Pueblo Libre -
Correo electrónico: gradostitulos@fo.unfv.edu.pe

Telef.: 7480888 - 8335

Anexo 4: Ficha técnica de Adper Single Bond 2

Adper Single Bond 2 Adhesivo con nanotecnología



Descripción

El Adhesivo Adper Single Bond 2 es un agente adhesivo a esmalte y dentina, de técnica adhesiva de grabado total. Presenta un copolímero funcional que ayuda a la resistencia contra el efecto deteriorante de la humedad del ambiente con una elevada humedad relativa. Es rápido, fácil y práctico para el procedimiento adhesivo de rutina en la consulta dental. Indicado para restauraciones directas e indirectas.

Ventajas

- Tecnología de nanorelleno patentada que evita que el relleno se sedimente; no necesita agitar antes de usar.
- Su solvente de etanol/agua es menos volátil que el de los adhesivos con base de acetona, menos desperdicio y un desempeño más homogéneo.
- Contiene copolímero Vitrebond permitiendo una buena adhesión en dentina húmeda.
- Botella anaranjada translúcida que permite ver la cantidad de producto remanente.
- Versátil, indicado para restauraciones directas e indirectas
- Su tapa abatible (Flip-top) se cierra herméticamente minimizando la evaporación: menos desperdicio y un desempeño más homogéneo.

Indicaciones de Uso

- Restauraciones directas adhesión de resinas compuestas foto polimerizables
 - Reparación de porcelana/resina
 - Desensibilización de superficies radiculares
- Adhesión de restauraciones indirectas en combinación con cemento de resina.

Instrucciones de Uso



Presentación

Adper Single Bond 2, botella 6 g.
Instructivos

Actualizado Diciembre 2017

3M Chile. Centro de Atención al Consumidor ☎ 600 300 3636 ✉ atencionconsumidor@3m.com 🌐 www.3m.cl



Anexo 5: Ficha técnica de Single Bond Universal

Single Bond Universal



■ Descripción

Single Bond Universal es un adhesivo fotopolimerizable de un componente, disponible en botella para la dosificación múltiple.

El adhesivo se utiliza dependiendo de la indicación:

- en el procedimiento «Self-Etch» (autograbado), para lograr un tiempo de tratamiento lo más corto posible y minimizar las sensibilidades postoperatorias.
 - con grabado selectivo del esmalte, para maximizar la adherencia al esmalte dental y minimizar las sensibilidades postoperatorias.
 - en el procedimiento «Total-Etch»(grabado total) con un paso previo de grabado con ácido fosfórico.
- También sirve para cementar restauraciones indirectas en conjunto con RelyX Ultimate de 3M.

■ Ventajas

Capacidad de ser utilizado en cualquiera de las técnicas adhesivas, grabado total, grabado selectivo de esmalte o auto grabado.

Alta tolerancia a la humedad para permitir la unión constante a dentina grabada húmeda y seca, gracias a la presencia de Copolímero de Vitrebond.

Virtualmente no hay sensibilidad post-operatoria.

Actúa como acondicionador / adhesivo con capacidad para adherirse a sustratos indirectos (metales, óxido de zirconio, alúmina y cerámicas de vidrio) gracias a la presencia en su composición de MDP y Silano.

Nuevo formato tapa Flip Cap, de fácil apertura y cierre.

■ Indicaciones de Uso

Recomendaciones de uso bajo el composite:
Independiente si usted utiliza técnica de grabado total, de grabado selectivo de esmalte o técnica de autograbado; la técnica de colocación bajo el composite es la siguiente:

- Aplicar el adhesivo con el aplicador desechable cubriendo la superficie sustancia del diente y friccionar durante 20 segundos.
- Seguidamente soplar el líquido durante aprox. 5 segundos con aire suavemente, hasta que ya no se mueva y el disolvente se haya evaporado por completo.
- Polimerizar el adhesivo durante 10 segundos con una lámpara de fotocurado.

■ Presentación

Single Bond Universal: frasco de 5 ml
Single Bond Universal : frasco de 3 ml

Actualización Nov 2017

3M Chile. Centro de Atención al Consumidor ☎ 600 300 3636 ✉ atencionconsumidor@3m.com 🌐 www.3m.cl

3M

Anexo 7: Obtención de dientes de bovino.



Mandíbulas de bovino



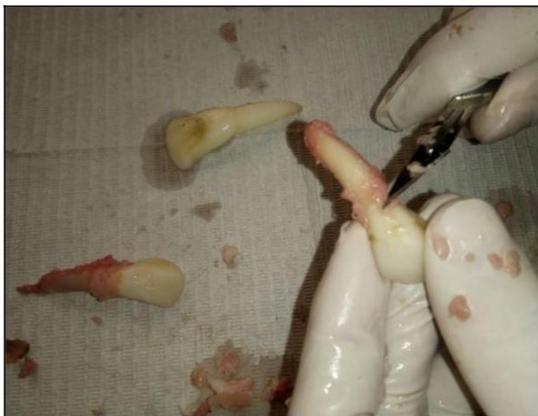
Fórceps y elevadores



Extracción de dientes bovinos



Guantes, cureta, mango y hoja de bisturí



Limpieza y eliminación de tejido periodontal



Piezas almacenados en suero fisiológico



Sección con disco de corte



Eliminación de pulpa cameral



Relleno con ionómero de vidrio

Anexo 8: Montaje de dientes de bovino.



Molde para preparación de modelos



Colocación delacrílico en el molde



Colocación del diente sobreacrílico



Aplicación de escacha según grupo

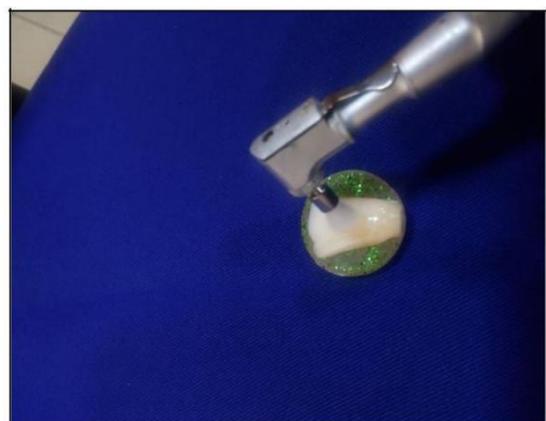


Modelo y moldes separados

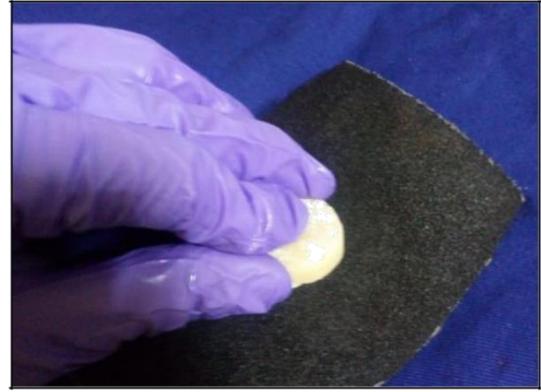
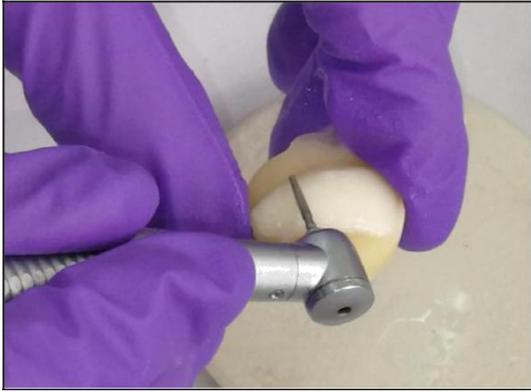
Anexo 9: Preparación para aplicación de adhesivos y resinas.



Materiales para ejecución



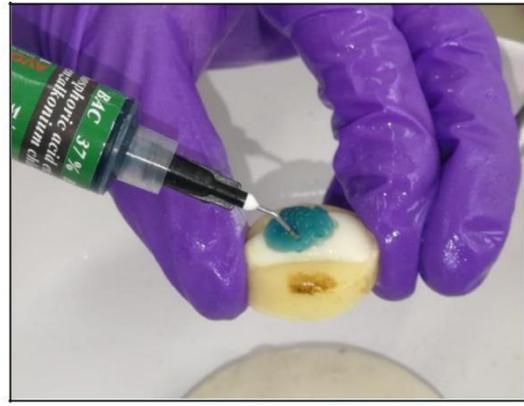
Limpieza con escobilla profiláctica



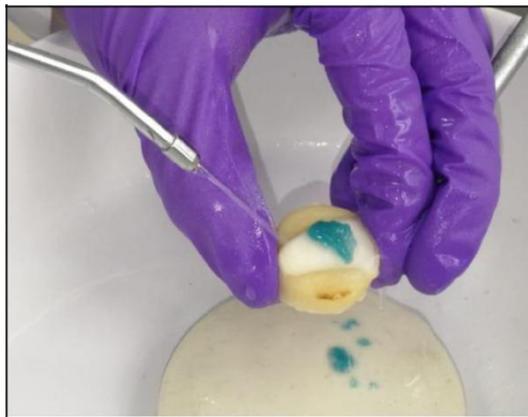
Desgaste a nivel adamantino



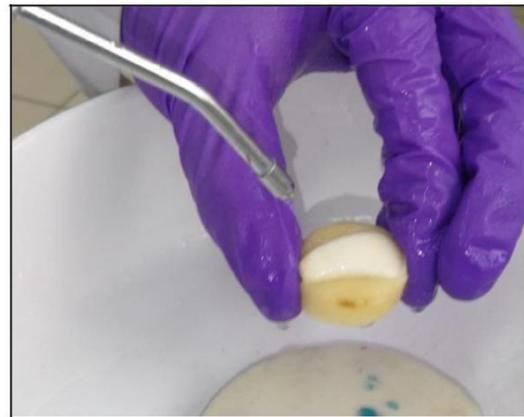
Secado



Aplicación de ácido ortofosfórico 37%



Aplicación de abundante agua



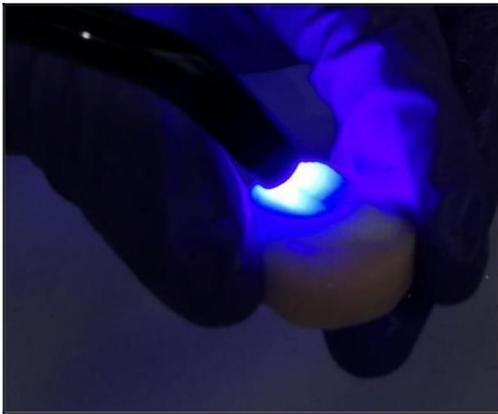
Retirar el exceso de agua



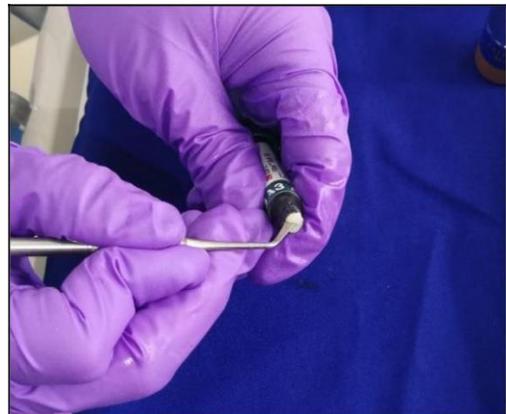
Adhesivo Adper Single Bond 2



Aplicación de adhesivo



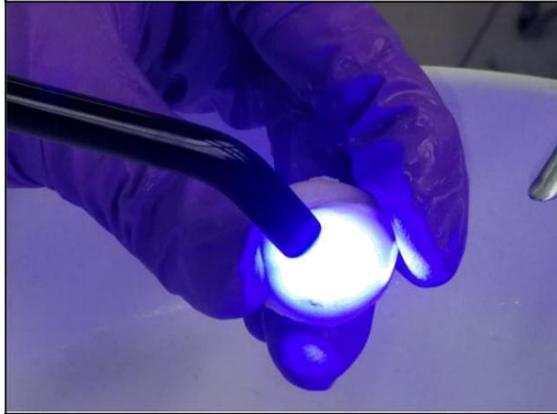
Fotoactivación del adhesivo



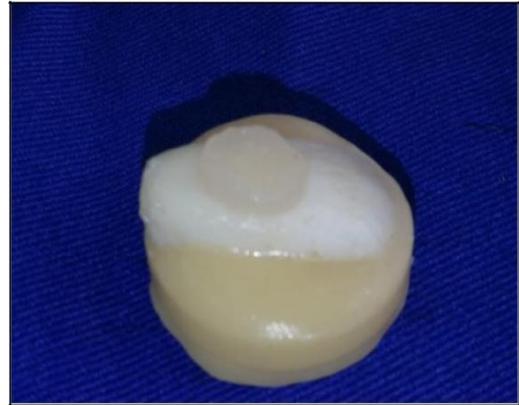
Resina Bulk Fill 3M



Aplicación de la resina sobre esmalte dentario



Fotocurado



Modelo listo



Adhesivo Palfique Bond



Adhesivo Single Bond Universal

Anexo 10: Almacenamiento de muestras



Modelos almacenados en agua destilada



Almacenados por 24 horas a 37°C

Anexo 11: Test de resistencia a la tracción.



Anexo 12: Resultados de laboratorio



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES.
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES.

INFORME DE ENSAYO N°	IE-089-2018	EDICION N° 1	Página 1 de 4
ENSAYO DE TRACCIÓN EN MUESTRA ADHERIDA DE DIENTE - RESINA			
TESIS	“RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS AUTOCONDICIONANTES Y GRABADO TOTAL EN DIENTES BOVINO IN VITRO”		
DATOS DEL SOLITANTE			
NOMBRE Y APELLIDOS	Edu Marcio Delgado Arcega		
DNI	75686475		
DIRECCIÓN	Av. Jamaica Mz A1 Lote: 15		
DISTRITO	Comas		
EQUIPOS UTILIZADOS			
INSTRUMENTO	Maquina digital de ensayos universales CMT- 5L		
MARCA	LG		
APROXIMACIÓN	0.001 N		
INSTRUMENTO	Vernier digital de 200mm		
MARCA	Mitutoyo		
APROXIMACIÓN	0.01mm		
RECEPCIÓN DE MUESTRAS			
FECHA DE INGRESO	08	Agosto	2018
LUGAR DE ENSAYO	Jr. Las Sensitivas Mz D Lt 7 Urb. Los jardines S.J.L.		
CANTIDAD	3 Grupos		
DESCRIPCIÓN	Dientes Adheridos con resina		
IDENTIFICACION	Grupo 1	"Adper Single Bond 2" (3M) Lote: n923915, Fecha de caducidad: 2020-11-30	
	Grupo 2	"Single Bond Universal" (3M) Lote: 3784310, Fecha de caducidad: 2019-10-01	
	Grupo 3	"Palfique Bond" (Tokuyama dental) Lote: 068E48, Fecha de caducidad: 2020-03	
REPORTE DE RESULTADOS			
FECHA DE EMISION DE INFORME	20	Agosto	2018



HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC
Av. Canto Grande Paradero 16 Lima- Lima San Juan de Lurigancho av. Naciones Unidas Mz. 35 Lt.18
Telf.: +51(01) 376 0207 - Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm
E-mail.: Robet.etmec@gmail.com



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES.
 - LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES.

INFORME DE ENSAYO N°		IE-089-2018	EDICION N° 1	Página 2 de 4
RESULTADOS GENERADOS				
Grupo 1				
Espécimen	Área (mm²)	Fuerza Máxima (N)	Esfuerzo (Mpa)	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				



HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC
 Av. Canto Grande Paradero 16 Lima- Lima San Juan de Lurigancho av. Naciones Unidas Mz. 35 Lt.18
 Telf.: +51(01) 376 0207 - Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm
 E-mail.: Robet.etmec@gmail.com

Anexo 13: Matriz de consistencia

Título: Resistencia a la tracción de sistemas adhesivos autocondicionantes y grabado total en dientes bovino – in vitro

Apellidos y Nombres: Delgado Arcega, Edu Marcio

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicador	Escala	Materiales y métodos
¿Cuál es la diferencia en resistencia a la tracción entre los adhesivos autocondicionantes y de grabado total en dientes bovino, in vitro?	<p>Objetivo general Comparar la resistencia a la tracción entre los sistemas adhesivos autocondicionantes Single Bond Universal y el Palfique Bond con el sistema adhesivo de grabado total, Adper Single Bond 2, sobre esmalte de bovino in vitro.</p> <p>Objetivos específicos Identificar la resistencia a la tracción usando el sistema adhesivo autocondicionante Single Bond Universal. Identificar la resistencia a la tracción usando el sistema adhesivo autocondicionante Palfique Bond. Identificar la resistencia a la tracción usando el sistema adhesivo de grabado total Adper Single Bond 2. Comparar la resistencia a la tracción del sistema adhesivo autocondicionante Single Bond Universal con Palfique Bond. Comparar la resistencia a la tracción de los sistemas adhesivos autocondicionantes Single Bond Universal y el Palfique Bond, con el sistema adhesivo de grabado total Adper Single Bond 2.</p>	Es probable que exista una mayor resistencia a la tracción en el sistema de grabado total, debido a que elimina el barrillo dentinario, en comparación de los adhesivos autocondicionantes que incorporan el barrillo dentinario en su capa híbrida.	<p>Independiente: Sistemas Adhesivos: conjunto de compuestos, que permite la unión entre el sustrato dental y un material restaurador.</p> <p>Dependiente: Resistencia a la tracción: es el máximo esfuerzo de tracción que posee un cuerpo antes de romperse.</p>	Adper Single Bond 2 Single Bond Universal Palfique Bond Cantidad de fuerza necesaria para producir la separación de las partes	Nominal Razón	<p>Tipo de estudio: Experimental, Comparativo, Transversal y Prospectivo</p> <p>Población: Dientes bovinos del Frigorífico La Colonial.</p> <p>Criterios de inclusión: Incisivos de bovino sanos. Coronas en buen estado, sin daño.</p> <p>Criterios de exclusión: Alteración en la estructura del esmalte. Presencia de caries. Presencia de pigmentaciones.</p>