



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Vicerrectorado de
INVESTIGACION

Facultad de Odontología

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE BRACKETS METÁLICOS UTILIZANDO DIFERENTES TÉCNICAS DE PREPARACIÓN DEL ESMALTE DE DIENTES BOVINOS

Línea de Investigación: Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

AUTORA

Plasencia Vidal, Cinthya

ASESORA

Mg. Chacón Gonzales, Doris Maura

JURADO

Dr. Mauricio Valentín, Franco Raúl

Mg. Liebano Segura, Renan Lázaro

Dra. Paucar Rodriguez De Granados, Elizabeth

Lima- Perú

2020

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mi San Judas Tadeo, por darme la sabiduría para realizar la presente investigación y fortaleza para no rendirme y continuar a pesar de las adversidades. No me alcanzará la vida para agradecerle a mis padres, Victoria Vidal y Salvador Plasencia, por su amor infinito, su apoyo incondicional y su presencia en mi vida, porque sin ellos no hubiera logrado estar hoy escribiendo estas líneas, agradezco también, a mi novio, Berly Santos Perez, por su ayuda en la ejecución de mi ensayo, por ser mi compañero en este proceso y pronto mi compañero para toda la vida, de igual forma, agradezco a la Dra. Elizabeth Paucar Rodriguez de Granados, quien tuvo el gran gesto de apoyarme y orientarme con sus conocimientos y consejos, a pesar de no ser su labor designada, por último, agradecer a todas aquellas personas que dejare en el anonimato, que contribuyeron de manera indirecta pero que todo apoyo por más pequeño que haya sido, tiene un gran valor para mí.

DEDICATORIA

Dedico el presente estudio a mis padres, sé que estarán muy orgullosos y felices por mi logro, tengo la certeza de que sin su ayuda no lo hubiera conseguido; mi papá, mi paciente de todas las especialidades con tal de que su hija sacara buenas notas y mi mami, mi fortaleza y consuelo cuando algo no salía bien, ambos con su amor y apoyo me dieron las herramientas para ser hoy en día, la C.D. Cinthya Plasencia Vidal.

ÍNDICE

I.	Introducción.....	1
	1.1 Descripción y formulación del problema	3
	1.2 Antecedentes.....	4
	1.3 Objetivos.....	10
	- Objetivo General.....	10
	- Objetivos Específicos.....	10
	1.4 Justificación	11
	1.5 Hipótesis	11
II.	Marco teórico	11
	2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	11
III.	Método.....	28
	3.1 Tipo de investigación	28
	3.2 Ámbito temporal y espacial.....	28
	3.3 Variables.....	28
	3.4. Población y muestra.....	28
	3.5 Instrumentos	28
	3.6 Procedimientos	29
	3.7 Análisis de datos.....	31

3.8 Consideraciones éticas	31
IV. Resultados.....	32
V. Discusión de resultados.....	38
VI. Conclusiones.....	40
VII. Recomendaciones	41
VIII. Referencias.....	42
IX. Anexos.....	46
Anexo 1: PD ISO / TS 11405: 2015	46
Anexo 2: protocolo de adhesión Orthocem.....	57
Anexo 3: Ficha técnica máquina de prueba universal INSTRON.....	59
Anexo 4: Ficha de recolección de datos.....	60
Anexo 5: matriz de consistencia.....	62
Anexo 6: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.....	63
Anexo 7: Recolección de los dientes de bovino en el camal “La Colonial” y preparación de la muestra en tubos de PVC.....	64
Anexo 8: Presentación de los materiales a emplear	64
Anexo 9: Grupo 1 (Desproteínización con hipoclorito de sodio al 5.25%).....	65
Anexo 10: Grupo 2 (Aeropulidor con Bicarbonato de sodio).....	66

Anexo 11: Grupo 3 (Profilaxis con Piedra Pómez).....	67
Anexo 12: Grupo 4 (Grupo control, grabado con ácido fosfórico al 37%).....	68
Anexo 13: Ensayo de cizallamiento en brackets adheridos en dientes bovinos.....	69

Resumen

Objetivo: Comparar la fuerza de adhesión de brackets metálicos utilizando diferentes técnicas de preparación del esmalte de dientes bovinos. **Materiales y métodos:** El estudio fue experimental, transversal y prospectivo, con una población de 60 incisivos inferiores de bovino y según el ISO / TS 11405: 2015 se asignó 15 dientes por grupo, después de la extracción se almacenó en agua destilada a 4 °C, se cortó la raíz con un motor, se retiró la pulpa y se fijó las coronas dentro de tubos de PVC cortados y llenados con acrílico autopolimerizable para la adaptación a la máquina de pruebas, G1:Hipoclorito de Sodio 5.25%, por 60 segundos, G2:Aeropolidor dental con bicarbonato de sodio marca Microjato Bio-art por 15 segundos, G3: Profilaxis con piedra pómez por 15 segundos y G4: grupo control, se aplicó Orthocem en el bracket marca AZDENT, posicionándose en la corona del diente fotocurado por 20 segundos. Mediante el ensayo de cizallamiento se obtuvieron los resultados en Mpa con la fuerza en Newton y el área promedio de 9.58 mm², se analizó con la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis debido a que una de las variables no presento normalidad. **Resultados:** La fuerza de resistencia del grupo 1 fue de 5.4587 Mpa, el grupo 2 fue de 5.3793, grupo 3 con 5.0193 y el grupo 4 con 3.6493 Mpa. **Conclusiones:** Se concluye que las fuerzas no son estadísticamente significativas entre los grupos 1, 2 y 3, sin embargo, el grupo 4 presento significancia estadística.

Palabras clave: Adhesión, esmalte, cizallamiento, bracket.

Abstract

Objective: To compare the adhesion strength of metal brackets using different preparation techniques for bovine tooth enamel. **Materials and methods:** the study was experimental, cross-sectional and prospective, with a population of 60 lower bovine incisors and according to ISO / TS 11405: 2015, 15 teeth were assigned per group, after extraction it was stored in distilled water at 4 ° C, the root was cut with a motor, the pulp was removed and the crowns were fixed inside cut PVC tubes and filled with self-curing acrylic for adaptation to the test machine, G1: Sodium Hypochlorite 5.25%, for 60 seconds, G2: Microjato Bio-art dental air polisher with sodium bicarbonate for 15 seconds, G3: Prophylaxis with pumice stone for 15 seconds and G4: control group, Orthocem was applied on the AZDENT brand bracket, positioning it on the crown of the light-cured tooth for 20 seconds. Through the shear test, the results were obtained in Mpa with the force in Newton and the average area of 9.58 mm², it was analyzed with the non-parametric Kruskal-Wallis test because one of the variables did not present normality

Results: the resistance force of group 1 was 5.4587 Mpa; group 2 was 5.3793, group 3 with 5.0193 and group 4 with 3.6493 Mpa. **Conclusions:** It is concluded that the forces are not statistically significant between groups 1, 2 and 3, however, group 4 presented statistical significance.

Keywords: Adhesion, enamel, shear, bracket.

I. Introducción

En odontología existe una especialidad, que se encarga de la biomecánica de las piezas dentales y su función en grupo que es la oclusión, esta especialidad es la Ortodoncia, que a través de un conjunto de aparatologías logran construir una oclusión armoniosa y funcional, para decidir qué tipo de aparatología se va a utilizar en cada paciente se debe conocer el diagnóstico, que se obtiene a partir de una serie de exámenes auxiliares, como estudios imagenológicos, entre ellos las radiografías panorámicas, laterales y en algunos casos tomografías computarizadas y radiografías carpales, para conocer el tiempo de desarrollo óseo y modelos de estudio, con el fin de conocer el espacio que se requiera o exceda en el momento del tratamiento. La aparatología puede ser removible o fija, de acuerdo a la condición, requerimiento de cada paciente, diagnóstico y plan de tratamiento, planificado por el ortodoncista tratante, generalmente la aparatología removible se da en niños, en la cual se habla de Ortopedia con el fin de amoldar los huesos donde están insertados los dientes y tiene que ver con la posición esquelética de la cabeza y mandíbula; al hablar de ortodoncia fija, una estructura de la aparatología fija más utilizada es el bracket, cuya función va a ser una guía para el arco que va a ir insertado en su parte central, su cementación en el esmalte del diente, es una parte del proceso muy importante ya que si puede ser mejorado el tratamiento, podrá continuar sin mayor problema, diversos procedimientos se han probado para mejorar la adhesión del bracket en el esmalte, siendo uno de ellos la profilaxia y pulido con piedra pómez, cuyo objetivo inicial es obtener la limpieza y mejorar la salud oral, retirando restos de comida blanda en descomposición y saliva (Castanho, Arana-Chavez & Fava, 2008).

En los años 70, estuvo de moda el uso del cementado de brackets, con el protocolo del agente cementante rutinario en los brackets sin previo acondicionamiento del esmalte, luego el primer

acondicionamiento se dio con la profilaxis con piedra pómez, sin embargo observaron que el grabado ácido no varía en concentraciones de 30% a 50% y 5%, teniendo un resultado muy parecido entre las diferentes concentraciones, también que no existía diferencia significativa en la variación del tiempo de grabado de 30 segundos hasta 60 segundos. Miura en 1983 propuso por primera vez un paso previo al protocolo de rutina del cementado de brackets, aumentándole una profilaxis con piedra pómez con el propósito de mejorar la adhesión del botón del bracket, también tuvo repercusiones en el uso de sellantes en donde también se observó una mejor adhesión del sellador sobre las superficies oclusales, con un acondicionamiento previo con profilaxis de piedra pómez, después seguido del protocolo normal de cementado recomendado por el fabricante de cada tipo de material de cementación, al igual que la mejora de adhesión del material también fue evaluado la permanencia del material en niños escolares después de un año de ser aplicado el sellante previo acondicionamiento, con un 95% de permanencia en la boca de los niños, en la cual observó que tenía buena adhesión y permanencia. Los trabajos actuales se enfocan en ver la adhesión y en la permanencia del brackets en la boca (Lindauer *et al.*, 1997).

Para hablar de eficiencia en ortodoncia, se necesita decir que la adhesión adecuada de los aparatos fijos es imprescindible ya que esto conlleva a que el tratamiento sea evaluado en el tiempo indicado por el ortodoncista tratante con el propósito que no se exceda más horas en el consultorio o clínica y que el paciente no termine insatisfecho. Según Reynolds y Fraunhofer el rango adecuado que resistencia al desprendimiento ideal debe ser entre 5.9 a 7.9 Mpa, así mismo, el ortodoncista se asegura que habrá una adecuada adhesión, sin pensar que el tratamiento se pueda alargar, varios autores han encontrado que diversos tipos de acondicionamiento del esmalte dental antes de la cementación, da una mejor adhesión desde los años 70, en los que solo se aplicaba el protocolo del fabricante (Lill, Lindauer, Tüfekçi & Shroff , 2008).

1.1 Descripción y formulación del problema

Descripción

El propósito del tratamiento ortodóntico, es corregir las maloclusiones mediante el uso de aparatología fija que incluye un sistema de brackets, que van unidos a la superficie dentaria los cuales transmiten las fuerzas al diente para provocar el movimiento deseado. Un gran desafío es mantener unido el bracket al diente, mediante una óptima adhesión a la superficie del esmalte (Trurow, 1982).

Tal como lo revela Reynolds en 1975, que estimo que la fuerza de adhesión necesaria para los aparatos fijos de ortodoncia debería oscilar entre 60- 80kg (5.88-7.84 MPa) (Reynolds, 2016).

Actualmente se sigue utilizando esta técnica de grabado total del esmalte con ácido ortofosfórico al 37% durante 15 segundos, para desmineralizar el esmalte y dejar expuestos los túbulos dentinarios, para lograr después de la aplicación de una resina adhesiva, se cree una capa híbrida con el colágeno de la dentina y con los microporos del esmalte (Aguilera, Guachalla, Sierra y Valenzuela, 2001).

Teniendo en cuenta este protocolo para la adhesión, hoy en día se siguen buscando nuevas técnicas que mejoren aún más la capacidad de la resistencia de las fuerzas de adhesión, frente a la biomecánica de ortodoncia. Espinosa en el año 2008 demostró que el uso de hipoclorito de sodio al 5.25% durante 1 minuto antes del grabado ácido mejora la resistencia de unión (Espinosa, Valencia, Uribe, Ceja & Saadia, 2008).

Otras técnicas que tiene valores similares en cuanto a la fuerza de unión, es el pulido con piedra pómez con una copa de hule profiláctica seguida del grabado ácido (Canay , Kocadereli & Ak"ca, 2000).

Existen diversos métodos de acondicionamiento de la superficie del esmalte para conseguir este objetivo, pero a la fecha, no se ha determinado cuál es la técnica que ofrece mayor resistencia al cizallamiento, por lo ya expuesto en los párrafos anteriores, el presente estudio pretende comparar 03 técnicas de preparación del esmalte y determinar cuál de ellas ofrece una fuerza de mayor adhesión al bracket metálico mediante la prueba de resistencia al cizallamiento. Para lograr el propósito se utilizarán dientes de bovinos ya que numerosos estudios demuestran mucha similitud con los humanos a nivel histológico y anatómico (Posada *et al.*, 2006).

Esto nos permitió someterlos a uso como sustituto de dientes humanos para fines de estudio e investigación en odontología, los resultados del presente estudio permitirán contribuir y continuar con el precepto de las investigaciones, que sea mínimamente invasivo y conservador, por lo cual me permito plantear la siguiente interrogante.

Formulación del problema

¿Cuál será la fuerza de adhesión de brackets metálicos utilizando tres técnicas de preparación del esmalte de dientes bovinos?

1.2 Antecedentes

Lang *et al* (2020), realizaron un estudio a fin de determinar, el nivel de resistencia al desalojo con la prueba de microtensión y análisis topográfico con microscopia electrónica de barrido. Emplearon 20 bloques de esmalte de bovino evaluados en dos grupos, el primero con desproteinización con hipoclorito de sodio al 5.25% seguido del protocolo del agente cementante Transbond XT de 3M y Orthosolo+Enlight de Ormco y el segundo sin desproteinización, cementados los brackets únicamente con el protocolo de las resinas de Ormco y 3M respectivamente, finalmente fueron sometidas a la prueba de resistencia al desalojo

(microtensión). Los resultados fueron niveles superiores de resistencia al desalojo para el grupo de desprotección con hipoclorito de sodio y cementado con resinaOrmco (14.8 Mpa) a diferencia del grupo sin desprotección y resina 3M (4.5 Mpa), concluyeron que el uso del agente desproteccionante y la resina de Ormco aumenta los niveles de adhesión de los brackets.

Sharma, Kumar & Verma (2017) realizaron un ensayo clínico, con el objetivo de determinar la acción de la desprotección con hipoclorito de sodio al 5.25% (NaOCl), antes del grabado ácido de la superficie del esmalte de dientes fluorados en la resistencia al cizallamiento de la adhesión de soportes ortodónticos. Para esto se utilizaron 4 primeros premolares mandibulares humanos recién extraídos y los dividieron en dos grupos de 20 cada uno. En el primer grupo los dientes fueron grabados con ácido fosfórico al 37% y cementados, en el segundo grupo los dientes fueron desproteccionados con hipoclorito de sodio al 5.25%, antes del grabado ácido con ácido ortofosfórico al 37% y se cementaron. Todas las muestras fueron evaluadas con la prueba al cizallamiento por la máquina de prueba Instron Universal. Para el análisis estadístico utilizaron la prueba t no pareada. Los resultados fueron 2.43 MPa para el primer grupo y 2.83 MPa para el segundo grupo. Conclusión, determina que hay diferencias significativas y demuestra que la desprotección con hipoclorito de sodio al 5.25% antes del grabado con ácido fosfórico al 37% aumenta la resistencia al cizallamiento de los brackets adheridos a dientes fluorados.

Soares *et al.* (2016) realizaron un análisis sistemático de diversos estudios in vitro, para comparar la fuerza de unión de los enlaces en diente de bovino frente a dientes humanos. Para este análisis realizaron búsquedas en PubMed / MEDLINE, ISI Web of Scopus y Scopus y seleccionaron 15 estudios, para un análisis de texto completo, 11 para la revisión sistemática y 9 para un metaanálisis y compararon la diferencia de los valores de resistencia de la unión entre

dientes humanos y bovinos (análisis global), considerando al esmalte y a la dentina por separado (análisis de subgrupos). Como resultado, no encontraron diferencias significativas entre dientes humanos y dientes bovinos tanto en sustratos de esmalte como en dentina y se concluyó que los dientes bovinos pueden ser confiables sustitutos de los dientes humanos para estudios de fuerza de adhesión en esmalte o dentina.

Mahajan *et al.* (2015) realizaron un estudio con el objetivo de determinar el efecto de diferentes métodos de profilaxis y la resistencia al cizallamiento de brackets unidos con Self-Etch- primer (SEP). Para el estudio utilizaron 200 premolares humanos divididos en 4 grupos de 50 cada uno. En el primer grupo que fue el grupo control no se realizó profilaxis antes de la unión con SEP. En el segundo grupo utilizaron pasta de piedra pómez, en el tercer grupo utilizaron pasta no fluorada y en el cuarto grupo utilizaron pasta fluorada, antes de la unión con SEP en cada grupo respectivamente. El estudio lo realizaron con la máquina de prueba universal a una velocidad transversal de 0.5mm/min. El resultado a la prueba de cizallamiento para el primer grupo fue 5.99 MPa, para el segundo grupo fue de 7.51 MPa, para el tercer grupo fue 7.57MPa y para el cuarto grupo fue 7.71. Concluyen, que la unión con SEP sin profilaxis previa fue menor en comparación a las que sí recibieron profilaxis antes de la unión, así mismo, no hubo diferencia significativa de la resistencia al cizallamiento de los brackets unidos con SEP entre las diferentes pastas empleadas para realizar la profilaxis.

Barnes *et al.* (2014) realizaron un estudio en terceras molares extraídas de pacientes, la seccionaron con una sierra, fueron procesadas y almacenadas en agua destilada, las sometieron a 6 tipos de polvos abrasivos con pulido por aire en un total de 270 muestras expuestas 3 veces a 1, 2 y 5 segundos con ángulo de 80° a la superficie de la muestra. El resultado después de evaluar la aplicación de pulido por aire sobre las superficies del esmalte dental y los materiales de

restauración en la identificación de cambios en la rugosidad comparando antes y después del tratamiento con pulido por aire de 6 tipos de polvos abrasivos, la compatibilidad entre el material de cementación y la superficie del esmalte fue mejor con el bicarbonato de sodio.

Pereira *et al.* (2013) realizó un ensayo con el objetivo de probar los efectos de la desproteinización, en la unión con cemento de Ionómero de vidrio convencional y uno modificado con resina (RMGIC). Para la realización del presente ensayo utilizaron 100 premolares extraídos por motivos ortodónticos y se dividieron en 5 grupos de 20 dientes cada uno. El primer grupo fue el grupo control, se grabó con ácido ortofosfórico al 35% y se cementó con Transbond XT, el segundo grupo se grabó con ácido poliacrílico al 10% y se cementaron con Ionómero de vidrio convencional (GIC), el tercer grupo se trató la superficie del esmalte con hipoclorito de sodio al 5.25% luego se grabó con ácido poliacrílico al 10 % y se cementó con Ionómero de vidrio convencional (GIC), el cuarto grupo se grabó con ácido poliacrílico al 10 % y se cementaron con RMGIC, y por último el quinto grupo se trató la superficie del esmalte con hipoclorito de sodio al 5.25% luego se grabó con ácido poliacrílico al 10% y se cementó con RMGIC. Posteriormente los dientes se almacenaron en agua destilada durante 24 horas antes de someterlos a las pruebas de corte. Los resultados demostraron que el primer grupo tuvo valores mayores en comparación a los demás grupos (6.39MPa), respecto al Índice Remanente Adhesivo (ARI) los grupos de esmalte que se trató con hipoclorito de sodio mostraron un comportamiento similar a los que se cementaron con RMGIC. Concluyen, que el tratamiento del esmalte con hipoclorito de sodio al 5.25% aumenta la resistencia al cizallamiento de brackets cementados con GIC como con RMGIC.

Castanho, Arana-Chavez & Fava (2008) realizaron un estudio en 69 molares divididas en tres grupos. En el grupo 1, la superficie del esmalte fue preparada con instrumentos rotatorios de baja

velocidad con copas de goma, una mezcla de agua y piedra pómez, el grupo 2 con instrumento rotativo de baja velocidad con copas de goma y pasta profiláctica Herjos-F y el grupo 3 con spray de bicarbonato de sodio Profi II Ceramic, los procedimientos fueron realizados por un mismo operador durante 10 segundos, se almacenaron en agua destilada y se examinaron en microscopio electrónico. El aerosol de bicarbonato de sodio produjo una superficie significativamente rugosa aún más que la de la pasta de piedra pómez, mientras que el uso de la pasta profiláctica no obtuvo resultados significativos. Las pruebas estadísticas fueron la prueba t de Student, Kruskal-Wallis y de Dunn. Concluyen que hubo un aumento de rugosidad de la superficie del esmalte cuando se preparó con aerosol de bicarbonato de sodio en comparación a los dientes tratados con pasta de piedra pómez.

Lill, Lindauer, Tüfekçi & Shroff (2008) realizaron un ensayo clínico con el objetivo de evaluar la reducción de fallas que hubo en la adhesión, empleando el sistema de profilaxis con piedra pómez previamente a la unión. Para llevar a cabo este ensayo, emplearon 30 pacientes voluntarios de ortodoncia seleccionados al azar, de un cuadrante donde se realizó la profilaxis con piedra pómez y al cuadrante contralateral sin piedra pómez, utilizando el sistema adhesivo (Transbond Plus, 3M Unitek, Moravia, California) y se evaluaron durante 3 meses. Como resultado se registraron 35 fallos en total (6.9%); 6 (2.4%) en el grupo de profilaxis con piedra pómez y 29 (11.4%) en el grupo de sin piedra pómez. Utilizaron el análisis de Chi cuadrado para comparar el número de fallas en cada grupo y con el número total de pacientes se pudo demostrar que se encontró una tasa más baja de fallos en la adhesión, en el grupo de pacientes que se hizo la profilaxis con piedra pómez. Concluyen que este estudio produjo pruebas concretas que sugiere la necesidad de realizar la profilaxis con piedra pómez antes de la unión ortodóntica.

Sol *et al.* (2005) evaluaron la eficacia de tres métodos de profilaxis del esmalte y grabado ácido a diferentes tiempos en la adhesión de un sellador de fisuras, para lo cual emplearon una muestra de 80 terceras molares extraídas y seccionadas a la mitad (vestibular y lingual) divididos en 8 grupos de 20 cada uno, se realizó la profilaxis con piedra pómez, pasta fluorada y spray de bicarbonato de sodio y al grupo control no se le realizó la profilaxis, se empleó dos tiempos de grabado ácido (15 y 30 segundos), finalmente se realizó la prueba de resistencia a la tracción encontrando diferencia significativa en el grupo de spray con bicarbonato de sodio con 4.6393 Mpa a los 15" y 4.7241 Mpa a los 30", concluyendo que el grupo con profilaxis con spray de bicarbonato de sodio tuvo la mayor resistencia a la tracción en su adhesión al sellador de fisuras en comparación a los otros métodos de profilaxis con piedra pómez y pasta fluorada seguido de grabado ácido.

Lindauer *et al.* (1997) utilizaron tres métodos para examinar los efectos de la profilaxis con piedra pómez a favor de la adhesión de los brackets en ortodoncia, analizaron la resistencia al corte de brackets en premolares extraídos con preparación previa de la superficie del esmalte, se registró la efectividad de una mejor adhesión de brackets en pacientes con previa preparación de profilaxis con piedra pómez y en pacientes que no recibieron preparación en la superficie del esmalte dental después de 18 meses no se observaron diferencias significativas, pero se observaron diferencias en alguna áreas de la superficie del esmalte con el microscopio electrónico de barrido.

1.3 Objetivos

Objetivo General

Comparar la fuerza de adhesión de brackets metálicos utilizando diferentes técnicas de preparación del esmalte de dientes de bovinos.

Objetivos Específicos

1. Determinar la fuerza de adhesión de brackets metálicos cementados con una resina monocomponente (Orthocem), tratada previamente la superficie del esmalte de dientes de bovinos con hipoclorito de sodio al 5.25% (NaOCl).
2. Determinar la fuerza de adhesión de brackets metálicos cementados con una resina monocomponente (Orthocem), tratada previamente la superficie del esmalte de dientes de bovinos con Aeropulidor dental con bicarbonato de sodio.
3. Determinar la fuerza de adhesión de brackets metálicos cementados con una resina monocomponente (Orthocem), tratada previamente la superficie del esmalte de dientes de bovinos con profilaxis con una pasta de piedra pómez.
4. Determinar la fuerza de adhesión de brackets metálicos cementados con resina Orthocem en dientes de bovinos sin tratamiento previo (Grupo control).
5. Comparar las fuerzas de adhesión de cada tratamiento previo de la superficie del esmalte de diente de bovino.

1.4 Justificación

Siendo el mayor problema para los Ortodoncistas, el desprendimiento de brackets en los controles de sus pacientes, se llevó a cabo el presente estudio, con el propósito de comparar y determinar que técnica de preparación del esmalte que favorezca la adhesión y evitar esta falla en la práctica clínica, disminuyendo la probabilidad de que el tratamiento se alargue más tiempo de lo planificado inicialmente y no se presentes alteraciones en el esmalte.

1.5 Hipótesis

Es probable que exista, aumento de la fuerza de adhesión de brackets metálicos, cuando la preparación previa de la superficie del esmalte de dientes bovinos se realice con Hipoclorito de Sodio al 5.25%.

II. Marco Teórico

2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1 Ortodoncia

Hoy en día la ortodoncia implica dominar dos aspectos básicos de esta ciencia, que son el diagnóstico y la biomecánica, ambos van en forma paralela para lograr el éxito de un tratamiento. Es de suma importancia conocer los pasos a seguir en un tratamiento ortodóntico, que a continuación se menciona; un correcto diagnóstico apoyado en los exámenes auxiliares, la planificación del tratamiento, un conocimiento amplio de la biomecánica a emplear, los controles del tratamiento del paciente y finalmente un seguimiento del uso de los aparatos de contención, este es el orden secuencial que se debe seguir para conseguir los objetivos inicialmente

planificados. Como es sabido, en ortodoncia no existe un aparato ideal para un tipo de movimiento específico, es por ello que surge la necesidad de conocer cuáles son los factores que proporcionan las herramientas para lograr el éxito del tratamiento propuesto: la selección de un anclaje adecuado para el caso, aplicar las fuerzas requerida para el movimiento deseado, no dañar a los dientes ni a los tejidos circundantes, ser lo más confortable para el paciente, procurar no requerir mucha colaboración por parte del paciente, conocer la correcta aplicación de los materiales para lograr la permanencia de la aparatología fija en la superficie del diente (Ito, 2012).

2.1.2 Bracket

Los brackets son aditamentos que tienen tres funciones principales: sostener el arco principal dentro del slot, transmitir las fuerzas aplicadas a los dientes que ayudan a controlar el movimiento dentario. Existen diversas técnicas o prescripciones de diversos autores como: Ricketts, Andrews, Kesling, Steiner, Jarabak, Lewis, Swain, pero todas parten de la idea original del Dr. Angle, con sus brackets edgewise introducido en 1925, que tiene como finalidad conseguir el control tridimensional del diente durante el tratamiento. Dependiendo de la técnica encontramos los de angulación 0° o tipo estándar y los preajustados que son los más usados actualmente, siendo desplazados los primeros, asimismo, se le ha agregado información al bracket que regula la inclinación mesiodistal y la torsión por diente en cada paciente. Otra diferencia de los brackets preajustados en comparación al estándar es que su base tiene una angulación de 5° a 20° respecto al slot y esto nos da la ventaja de no realizar dobleces de tercer orden al arco principal. Otra diferencia entre los brackets estándar y los preajustados es que estos últimos tienen diferente altura medida desde la superficie externa que está en contacto con la superficie del diente a la base de la ranura horizontal o slot, en los brackets estándar esta altura

es la misma a diferencia de los preajustados que difieren en altura según el diente y esto hace que se eviten los dobleces de primer orden (in-out) en el arco principal y esto se ve reflejado en la posición bucolingual de los dientes. Entre los tipos de brackets que encontramos en el mercado está el estándar y los de autoligado, estos últimos ofrecen ventajas como menos fricción entre el alambre y el bracket esto permite un mejor asiento del alambre en la ranura y a su vez menos tiempo en el tratamiento. Dentro de las desventajas, este sistema no permite realizar un ajuste parcial del alambre en la ranura y a esto se suma que el precio en el mercado es bastante elevado. En cuanto al tamaño lo podemos encontrar en la presentación estándar y el mini. Los brackets de cementado directo están conformados por una base, un cuerpo, aletas y accesorios; brazos, ganchos y aletas proximales (Ito, 2012).

2.1.2.1 Base

La base del bracket es aquella parte que va a unir a los demás componentes del mismo. En su parte externa contacta con la superficie del diente, tiene una configuración a modo de malla que sirve de retención para el material de enlace. La base del bracket puede ser de diversas formas según el diente donde irá cementado, en el caso de los incisivos centrales superiores, la base es de forma rectangular y plana, para los incisivos laterales superiores es de forma cuadrada y plana; para los incisivos inferiores son de forma triangular, plana y, por último, para los caninos y premolares superiores e inferiores la base es de forma trapezoidal o pentagonal y curva (Ito, 2012).

2.1.2.2 Cuerpo

El cuerpo, es la parte sobresaliente del bracket donde se encuentran ubicados las aletas que según su prescripción pueden ser simples, dobles, triples o triangulares y estas se prolongan

hacia incisal y gingival para poder colocar el sistema de fijación del arco principal (elásticos o ligadura rígida). Según la prescripción en las piezas dentarias laterales, caninos y premolares, las aletas distogingivales pueden tener un gancho o hook, para el uso de cadenas elásticas, elásticos intermaxilares, entre otros. En la parte media de las aletas se encuentra una ranura horizontal o slot donde se aloja el arco principal, su luz puede presentar dos medidas: 0.018x0.025 y 0.022x0.028, donde 0.018 y 0.022 pulgadas que corresponden al ancho de la ranura y donde 0.025 y 0.028 pulgadas que corresponden a la profundidad. El último elemento presente en el cuerpo es una línea vertical grabada para la orientación del bracket en relación al eje longitudinal del diente al momento del cementado (Ito, 2012).

2.1.2.3 Material

Metálicos: son los más usados y están elaborados de acero inoxidable ya que este es el mejor material hasta el momento (inocuo). Existen dos formas de colado vaciado; en una sola pieza y los soldados (donde la base y el cuerpo se vacían por separado y luego se sueldan). Como ventaja de estos brackets metálicos es que presentan menor fricción entre la ranura y el alambre, por ende, se debe aplicar menos fuerza para conseguir los movimientos dentales, asimismo, como desventaja podemos mencionar que en la aleación de los metales se encuentra el níquel que a algunos pacientes les causa alergia y definitivamente el color metálico hace que sea menos estético que los otros materiales (Ito, 2012).

Los brackets metálicos están elaborados de una aleación de metales como acero inoxidable o titanio biocompatible, estos están conformados por un cuerpo que tiene 4 aletas en total; dos gingivales y dos oclusales y en su centro una ranura o slot, también tienen una base la cual presenta una malla o red la cual sirve para la adhesión con el esmalte. El material que más se emplea para la elaboración de brackets metálicos es la aleación de acero inoxidable de tipo austenítica, pero la

liberación de níquel, en medios bucales ha llevado a la preocupación de que en su elaboración se reduzca este metal. Una alternativa es la aleación 2205 que contiene la mitad de cantidades de níquel, que se encuentra en el acero inoxidable habitual. Tiene una microestructura doble de fases austenítica y delta ferrítica. Otra alternativa es la aleación 17-4 endurecida por precipitación, pero al igual que la aleación 2205 presentan mayor grado de corrosión in vitro, por esta desventaja se ha introducido al mercado los brackets elaborados de titanio comercialmente puro o aleaciones Ti-6Al-4V que presentan biocompatibilidad, ausencia de efectos alérgicos y alta resistencia a la corrosión (Macchi, 2007).

En una descripción más detallada de la estructura del bracket podemos encontrar el hook, que se encuentra en el ala distal de caninos y premolares según sea la prescripción. El punto de orientación viene marcado en distintos colores según el fabricante y sirve para poder guiarnos al momento de la cementación de los brackets, el tip es una marca que debe ser ubicada en el eje longitudinal para poder lograr un buen tip de la pieza y por último el slot que recibe el arco y las aletas en las cuales se sujeta el arco mediante el uso de elásticos o de ligadura rígida (Rodríguez, 2008).

No metálicos: Los primeros brackets no metálicos, fueron introducidos por primera vez en los años setenta por el Dr. Fujio Miura y fueron fabricados con plástico transparente, pero tuvieron muchos defectos como la rotura constante de sus aletas y se pigmentaban con facilidad, es por ellos que surgió la necesidad de reemplazarlos por otro material y se crearon los brackets a base de alúmina monocristalina PCA (Ito, 2012).

Combinados: La desventaja de los materiales estéticos como el anteriormente mencionado, alúmina monocristalina PCA, presentan mayor nivel de fricción en comparación con los metálicos,

por ello, se inventó un bracket de alúmina PCA con ranura metálica, combinando así la estética con el buen desempeño del bracket durante los movimientos dentales (Ito, 2012).

En otra clasificación, sugieren que los brackets estéticos se dividen en brackets cerámicos y brackets poliméricos:

Brackets cerámicos: Son los brackets de mayor demanda de los pacientes adultos por la estética que brindan, la mayoría están hechos de trióxido de aluminio-alúmina. Hay dos tipos de brackets de alúmina, los policristalinos y los monocristalinos o de zafiro. Con este tipo de brackets se consigue mayor estética para el paciente, pero para el odontólogo resulta un desafío conservar el estado del bracket al momento de ejecutar la biomecánica, ya que son frágiles y de baja resistencia a la fractura. Al momento de evaluar la resistencia a la tracción, dependiendo de la forma de su elaboración, puede haber fallos como burbujas o porosidades que produzcan mayor resistencia al deslizamiento de los arcos, es por ello que algunos fabricantes optaron por colocarle un slot metálico para que así esta condición mejore (Macchi, 2007).

Brackets poliméricos: Este tipo de brackets presenta absorción acuosa lo que favorece el crecimiento de bacterias, pigmentación y mal olor. Las aletas y el slot tienden a deformarse plásticamente dificultando la ejecución de la biomecánica en cuanto al torque se refiere. Otros brackets están elaborados con policarbonato puro o reforzados con cerámico o fibras de vidrio y estos son denominados composites (Macchi, 2007).

2.1.3 Historia del desarrollo de los sistemas de adhesión

La adhesión, en esmalte como en dentina, ha sufrido muchos cambios a lo largo de los años, inicialmente no se grababa la superficie del esmalte para la adhesión, recién en los años 1980 se empezó a grabar el esmalte con ácido y se colocaba una resina adhesiva sin relleno autocurable.

En los años 1980-89 se descubrió que el barro dentinario interfería en la unión con la dentina es por ello que se aceptó que se grabara la dentina con el ácido para poder eliminar este barrillo, este sistema de adhesión era considerado de cuarta generación en el cual la resina imprimadora y adhesiva se aplicaban por separado en dos frascos. Los sistemas de adhesión tanto para esmalte como para dentina fueron simplificándose a un solo paso en la combinación del primer y el adhesivo en una sola botella, volviéndose el adhesivo de quinta generación, que es el sistema más usado por los odontólogos. Las investigaciones fueron avanzando con el propósito de eliminar el paso del grabado previo de las superficies e incluirlo en el paso de la aplicación del adhesivo, pero es cuestionada su eficacia en el esmalte ya que este adhesivo no requiere grabado y a su vez la complejidad de su uso hace que sea poco preferido por los odontólogos. Finalmente se desarrolló la séptima generación de adhesivos guiándose del concepto de simplicidad de los adhesivos de quinta generación que tenían todos los componentes incluidos en una sola botella, de la misma forma este adhesivo logra reunir todos los componentes de la sexta generación en una sola botella para facilitar el uso de este adhesivo de autograbado por el odontólogo. Aun así, resulta más sencillo clasificarlos en dos grupos básicos: sistemas de adhesión con grabado total y sistemas de adhesión con autograbado (Dixon, 2012).

2.1.3.1 Sistemas de adhesión con grabado total

El grabado total, consiste en grabar con ácido fosfórico el esmalte y la dentina, enjuagando después el ácido y secando ligeramente la dentina, para que las fibrillas de colágeno queden humectadas de lo contrario colapsarían en una capa densa y gruesa que impide la penetración de los monómeros de resina hidrofílica a través del colágeno, para llegar al mineral de la dentina grabada luego se aplica ligero aire para eliminar los solventes y algún resto de agua y se fotocura con la lámpara. La capa que se forma entre la resina adhesiva y los componentes de la dentina

(fibrillas de colágeno y superficie grabada de la dentina) se conoce como capa híbrida, que fue descrita por primera vez por el Dr. Nakabayashi. La mayor parte de la retención se logra con la penetración en el mineral de la dentina intertubular, peritubular y alrededor de las fibrillas de colágeno (Dixon, 2012).

2.1.3.2 Sistemas de adhesivos con autograbado

Estos sistemas de adhesivos no requieren el paso del grabado ácido previo, ni de enjuague ni de secado parcial de la dentina ya que se desarrollaron sistemas de adhesivos con grupos ácidos (por lo general ácido carboxílico) en uno o dos frascos que permiten el grabado de la dentina y el esmalte sin enjuagar ni secar. El componente ácido va cambiando poco a poco su pH a neutro y se incorpora en la resina adhesiva polimerizada, en el mineral dental disuelto y en la capa de residuo. En los sistemas de dos frascos el imprimador hidrosoluble ácido se aplica primero seguido de la resina adhesiva y se cura con luz led y con el sistema de un frasco se aplica de igual forma que los adhesivos de quinta generación (Dixon, 2012).

2.1.4 Investigación de adhesión en dientes bovinos

Estudios recientes demuestran las ventajas del uso de dientes bovinos en investigación odontológica como un sustrato de fácil acceso y de características similares a los dientes humanos. Dentro de las ventajas más resaltantes, se puede estandarizar la muestra de acuerdo a la edad, la dieta y otras condiciones ambientales a diferencia de los dientes humanos con los cuales no se pueden controlar estos aspectos. Basándose en esta información, se han realizado diversos estudios de pruebas de adhesión con dientes bovinos comprados con dientes humanos para demostrar la idoneidad de este sustrato animal. Una revisión sistemática de literatura de estudios in vitro de la fuerza de adhesión en dientes bovinos frente a dientes humanos,

demonstraron que existe evidencia para justificar el uso de este nuevo sustrato como sustituto de los dientes humanos ya que los resultados de las pruebas de resistencia al cizallamiento frente a la adhesión arrojan resultados similares a los resultados de la fuerza de unión en dientes humanos y esto es debido a que los dientes bovinos tienen mucha similitud con los dientes humanos en cuanto a su composición química (38% de calcio y fósforo, 39% en dureza de esmalte y dentina, 40% de resistencia al ácido comparable). Queda demostrado científicamente que los resultados de las pruebas de fuerza de unión en dientes bovinos y dientes humanos guardan mucha similitud quedando justificado su uso como reemplazo de los dientes humanos y teniendo además, de las ventajas ya mencionadas en cuanto a características de composición química, histológicas y anatómicas, su gran facilidad en la obtención de amplio número de muestra bajo las mismas condiciones como edad, dieta y condiciones ambientales que permite estandarizar la muestra y obtener mejores resultados cuando se quiera hacer un estudio *in vitro* de algún nuevo material o procedimiento en odontología (Soares *et al.*, 2016).

2.1.5 Dientes bovinos

Los bovinos son animales heterodontos, porque tienen dientes con formas y funciones diferentes. En total poseen 32 dientes al igual que los humanos, pero no cuentan con caninos ni incisivos superiores, los dientes incisivos inferiores contactan con el maxilar superior edéntulo y por el constante rozamiento se forma un callo denominado rodete dentario. Los dientes de bovinos en su dentición permanente están conformados por ocho incisivos mandibulares, seis premolares superiores, seis premolares inferiores, seis molares superiores y seis molares inferiores. Son seres difiodontes ya que presentan dos denticiones durante su vida, la decidua y la permanente. La corona de los incisivos tiene forma trapezoidal con aspecto de una pala, tienen una altura desde cervical a incisal de aproximadamente 21 mm y un grosor desde vestibular a

lingual de 8.5 mm. La raíz tiene forma cónica con una leve dilaceración hacia mesial y mide desde cervical hasta el ápice aproximadamente 26.5 mm y en su parte más ancha tiene un grosor desde vestibular hacia lingual de 7mm. El color de los dientes bovinos es similar al de los humanos, con respecto a su composición presentan un esmalte fino que recubre toda la corona terminando en cervical. La dentina es ligeramente amarillenta y por último presenta una cavidad interna conformada por la pulpa. Los dientes bovinos son perfectos sustitutos de los dientes humanos debido a que presentan las siguientes ventajas: se pueden manipular con mayor facilidad ya que su tamaño es más grande que los dientes humanos, la recolección de estos dientes es más rápida y sencilla, ya que a diario se sacrifican estos animales para su uso comercial, está demostrado que los dientes bovinos presentan características histológicas y anatómicas muy similares a los dientes humanos debido a los estudios macroscópicos y microscópicos, se tienen dientes en mejores condiciones ya que debido a la dieta de estos animales, a la cantidad de saliva y al movimiento constante que hacen con la lengua, los dientes tienen menos incidencia de caries (Posada *et al.*, 2006).

2.1.6 Adhesión en Odontología

Según la American Society for Testing and Materials, la adhesión es el “estado o fenómeno mediante el cual dos superficies se mantienen unidas por fuerzas interfaciales, sean estas físicas, químicas o por la interacción de ambas” (Henostroza, 2006, p.25).

Otro concepto de adhesión es definido, como un proceso por el cual las moléculas de una sustancia se adhieren o se insertan a las moléculas de otra sustancia y adquieren una fuerza notable para evitar su desprendimiento y mantener un íntimo contacto (Pelossi y Kwin, 2007).

El fenómeno de adhesión implica la remoción de minerales como calcio y fosfato y con la ayuda de la infiltración de monómeros resinosos crea una traba mecánica entre el adhesivo y la estructura del diente (Henostroza, 2006).

Adhesión se define como el estado por el que dos superficies se mantienen juntas mediante fuerzas o energías entre los átomos o moléculas, basadas en mecanismos químicos, mecánicos o ambos con la mediación de un adhesivo (Lobato y Albaladejo, 2010).

2.1.6.1 Adhesión en esmalte

El esmalte es el tejido ectodérmico que cubre la corona del diente, tiene un color blanco azulado y translúcido. Posee una gran dureza por su alto contenido mineral, con un valor 8 en la escala de Mohs. Para la formación del esmalte se llevan a cabo tres etapas que son la secreción de la matriz proteica, mineralización y maduración. El esmalte dental es un tejido compuesto en su mayoría (96%) por minerales como flúor, calcio, fósforo, sodio, carbonato, entre otros, en forma de cristales de hidroxiapatita, estos tienen forma fina y alargada componiendo los prismas del esmalte y entre los cristales se encuentra agua (3%) y materia orgánica (1%) (García, 2015).

La orientación de los prismas del esmalte hace que su capacidad adhesiva sea mayor en comparación a otros sustratos (Roque, 2007). El pH de la saliva, las fuerzas físicas, la dieta, los cambios de temperatura y los hábitos masticatorios con componentes del medio oral que influyen en la interacción del adhesivo y los tejidos dentales (Schwartz, Summitt y Robbins, 1999).

2.1.6.2 Adhesión en ortodoncia

La adhesión básicamente es la unión de una sustancia con otra y esto se logra mediante la acción de fuerzas entre átomos o moléculas que los mantiene unidos (Ito, 2012).

Los estudios han demostrado que la fuerza mínima necesaria para conseguir una buena adhesión en ortodoncia es de 5.9 a 7.8 Megapascuales (Scougall, 2010).

Dentro de la adhesión en ortodoncia tenemos dos tipos, el primero es la adhesión mecánica, la cual consiste en generar una unión mediante la penetración del material en las microporosidades producidas por el grabado ácido y se crean los tags de resina consiguiendo así una unión por microretenciones mecánicas. El segundo es la adhesión química, que es aquella unión que se consigue a escala molecular entre la base y el adhesivo mediante uniones iónicas o covalentes (Lobato y Albaladejo, 2010).

Los medios de unión del bracket al diente son a través del uso de resinas fotopolimerizables o autopolimerizables o por medio de cemento de ionómero de vidrio, existen dos métodos de realizarlo: método directo, es el método convencional y el más usado en la clínica en el cual se realiza el cementado en un solo paso, es decir directamente sobre las piezas dentarias del paciente y se recomienda el uso de resinas fotopolimerizables ya que brindan un mayor tiempo de trabajo y así se pueda realizar algunas correcciones evitando errores en el posicionamiento de los brackets. Método indirecto, este método se lleva a cabo en dos pasos: Primero se debe tomar una impresión al paciente para obtener el modelo de estudio, se hacen los trazos de los ejes longitudinales de cada diente y se colocan los brackets. Segundo paso, se toma una impresión con poliuretano rígido y con ese molde se procede a la cementación en el paciente, esta técnica conviene en los casos donde haya contactos indeseables durante el ciclo masticatorio y esto haga que el paciente desprenda los brackets (Ito,2012).

Los dispositivos de ortodoncia como tubos adhesivos, botones y brackets son adheridos a la superficie del diente con una variedad de adhesivos basados en ácido poliaquenoicos como los ionómero de vidrio modificados con resina o las resinas como los composites de autocurado,

fotocurado o duales. Existen composites autocurados que no necesitan mezcla de componentes, conocidos como mix, que se activan cuando se presionan y se posicionan en el diente, generalmente son resinas de cianoacrilato. Por otra parte, las resinas fotopolimerizables nos dan mayores ventajas porque permiten tener mayor tiempo de trabajo al momento de posicionar los brackets antes de su endurecimiento final. También hay composites fotopolimerizables coloreados tipo flow que han sido introducidas recientemente al mercado para poder facilitar la remoción de los restos de resina ya que al exponerse a la luz se distingue su coloración diferente a la superficie del diente y así se evita desgastar el sustrato en demasía. Dentro de los sistemas adhesivos encontramos los que se usan como paso previo el ácido grabador o los adhesivos autoacondicionantes que es un factor importante que el sistema adhesivo que tenga una resistencia adhesiva entre 6 a 8 Mpa, para que el dispositivo ortodóntico no se desprenda durante todo el proceso del tratamiento, a su vez esta resistencia tiene que ser baja para poder desprender los brackets al final del tratamiento, sin ocasionar daños al esmalte al momento de su remoción. En el caso de cementación sobre superficies diferentes al diente, como coronas de porcelana, el protocolo cambia, de manera que hay que tratar la superficie para conseguir una óptima adhesión, la porcelana se puede acondicionar con silano o ponerlo áspero con una fresa de grano fino, también se puede tratar con microabrasión con partículas de trióxido de aluminio de 30 y 60 micrómetros durante 2 a 4 segundos o también se puede acondicionar con ácido fluorhídrico al 9.5% durante el tiempo estimado por el fabricante y después de estos tratamientos ya se puede cementar en forma tradicional como se cementa sobre el esmalte dental (Macchi, 2007).

2.1.7 Resistencia adhesiva o fuerza de adhesión

Para evaluar la resistencia adhesiva del cemento frente a las diversas técnicas de tratamiento previo de la superficie del esmalte, se empleará la prueba de resistencia al cizallamiento o corte.

La resistencia al cizallamiento es la prueba de elección para este estudio ya que es la prueba más utilizada por diversos investigadores en sus experimentos y esto se justifica debido a que el cizallamiento es definido físicamente como una fuerza vectorial que se aplica a un cuerpo para tratar de cortarlo o desplazarlo en sentido vertical. Esta fuerza es la misma que se ejerce durante los movimientos de la masticación y en los movimientos ortodónticos como los de intrusión y extrusión, los cuales implican un proceso de remodelación alveolar y periodontal, por esta presión ejercida a los dientes en sentido vertical al eje axial (Trurow, 1982).

La medición de la resistencia de un material significa la máxima tensión de una fuerza externa que el material pueda soportar, es decir, se mide cual es la carga externa necesaria para romper un cuerpo construido con ese material o cual es la tensión máxima que generan sus uniones antes de romperse, para ello se debe elaborar una probeta (muestra de un material construido para poder probar sus propiedades y someterlo a fuerzas que van aumentando de forma progresiva, hasta conseguir su ruptura). La medición se realiza en newton y para poder interpretar el resultado se debe transformar esta medición a pascales, ya que no solo se mide cuánto ha resistido la probeta, sino que esta resistencia actúa en función al tamaño de la muestra, es decir en cuanto se tenga mayor tamaño, la probeta resistirá más fuerza, entonces para obtener un resultado preciso se debe realizar la siguiente ecuación: Resistencia o tensión = fuerza / superficie, en Unidades y símbolos corresponde: Pascal (Pa)= newton (N) /metro cuadrado (m²), como las mediciones en pascales resulta una unidad pequeña para la muestra, es conveniente transformarla a Megapascales (MPa), que es un millón de newton por metro cuadrado, es decir: 1 Mpa = 1000000 Pa; 1 MPa = 1 N/mm² (Macchi, 2007).

2.1.8 Cemento monocomponente Orthocem

En su composición básica contiene monómeros metacrílicos como Bis GMA y TEGDMA y monómero metacrílicos fosfatados, estabilizante, canforquinona, co-iniciador y carga nanométrica de dióxido de silicio. Orthocem, es un cemento monocomponente fotocurable lo que permite al odontólogo el correcto posicionamiento del bracket estableciendo su propio tiempo de trabajo y es resistente para poder instalar inmediatamente los arcos luego del fotocurado. Los cementos adhesivos que son de fotocurado presentan en su composición un primer y un bond que pueden estar separados o unidos como es el caso del Orthocem, esta unión del primer y el bond en una sola jeringa hace que se reduzca los pasos clínicos para su aplicación y a su vez signifique una ventaja en ahorro de tiempo durante la práctica clínica, solamente se necesita grabar previamente el esmalte con ácido fosfórico para crear microretenciones y que el cemento pueda fluir por las mismas y al fotocurar se consigue una resistencia adhesiva que soporte las fuerzas ortodónticas. Además de esto contiene flúor y una viscosidad adecuada para su fácil manipulación y al final del tratamiento un retiro fácil, sin dañar al diente. Por tener carácter hidrofóbico se debe tener sumo cuidado al momento del pegado evitando todo tipo de contacto con la saliva, ya que esto constituye el principal factor de fracaso en la adhesión con este material, para ello se recomienda el uso de separadores de labios y carrillos y se debe asegurar que la superficie del esmalte esté seca ya que la saliva puede bloquear las microretenciones previamente creadas con el ácido grabador. Instrucciones de uso:

- Aislamiento con separadores de labios y carrillo para evitar la contaminación con saliva.
- Hacer profilaxis con pastas libre de aceite, lavar y secar verificando que no haya restos de grasa ni humedad.

- Grabado ácido con ácido fosfórico al 37% durante 15 segundos.
- Lavar con abundante agua y secar con chorro de aire.
- Aplicar una pequeña porción de cemento en la superficie de la malla del bracket y posicionarlo en la superficie grabada del diente, hacer una ligera presión para que fluyan los excesos y retirarlos antes de fotocurar, se debe fotocurar los márgenes del bracket por 20 segundos si el equipo presenta $400\text{mW}/\text{cm}^2$.
- Se puede colocar los arcos inmediatamente después del fotocurado y activarlos
- Al término del tratamiento se pueden retirar los brackets con el instrumento adecuado, y los restos del cemento se eliminan con sistemas rotatorios de baja como fresas o discos finos (FGM ,2019).

2.1.9 Hipoclorito de sodio

Se conoce como desproteínización del esmalte, al proceso por el cual el hipoclorito de sodio elimina las proteínas desnaturalizadas (proteínas encerradas en la hidroxiapatita), creando la formación de canales tridimensionales para que la resina adhesiva pueda fluir y se genere una mejor adhesión. El hipoclorito de sodio en una concentración al 5.25% actúa como agente bacteriostático y bactericida eliminando los microorganismos y este proceso de desproteínización crea microrugosidades que aumentan la superficie retentiva para el adhesivo (Henostroza, 2010).

Así mismo el hipoclorito de sodio al 5.25% usado como pretratamiento también sirve para limpiar la superficie del esmalte antes de realizar la adhesión en casos de restauración con resinas y para tratamientos de defectos del esmalte como hipoplasias y amelogénesis imperfecta (Bayona, Fonseca y Macias, 2010).

El hipoclorito en esta concentración si se coloca antes del grabado ácido, desproteíniza el esmalte de manera positiva ya que aumenta la resistencia adhesiva y además remueve la biopelícula que se forma en la superficie del esmalte (Ayman, Amara & Khursheed, 2016).

2.1.10 Profilaxis piedra pómez

Su uso se creó específicamente para la eliminación de placa o biofilm como método preventivo, se realiza con accesorios como copas de gomas, cepillos, scalers, entre otros (Castanho, Arana-Chavez & Fava, 2008).

Es un método para eliminación de detritus orgánicos sin alterar la capa externa del esmalte y también ha sido recomendado como método antes del grabado ácido, la mezcla tradicional es agua con piedra pómez, teniendo en consideración que pueden quedar restos de esta mezcla que interfieran en la adhesión (Sol, Espasa y Boj, 2005).

2.1.11 Aeropulidor de bicarbonato de sodio

Se combina agua y chorro de aire para la profilaxis, fue inventado en los años ochenta y aun es poca la información que se tiene acerca de este tipo de profilaxis, clínicamente puede llegar a alterar la superficie del esmalte dental inclusive efectos como rugosidades en el esmalte, mientras que otros autores aseguran que no se producen tales efectos (Castanho, Arana-Chavez & Fava, 2008).

El mecanismo es expulsar con chorros controlados partículas de óxido de aluminio o bicarbonato de sodio muy pequeñas, ha demostrado tener efectividad en la eliminación desde placa hasta tinciones que afectan la superficie del esmalte dental (Sol, Espasa y Boj, 2005).

III. Método

3.1 Tipo de investigación

Experimental, comparativo, transversal y prospectivo.

3.2 Ámbito temporal y espacial

Se realizó en el año 2019, en el mes de octubre, en el Laboratorio High Technology Certificate SAC.

3.3 Variables

Fuerza de adhesión de los brackets metálicos.

3.3.1 Operacionalización de las variables

Variable	Dimensión	Indicador	Escala	Valores
Fuerza de adhesión de los brackets metálicos	Resistencia al cizallamiento	Maquina universal de pruebas	Razón	0 a x Mpa

3.4 Población y muestra

La población estuvo conformada por incisivos mandibulares de bovino, la muestra fue establecida por el ISO/TS-11405:2015 (Anexo 1) que define como mínimo 15 dientes por grupo, en total 60 incisivos mandibulares de bovino dividida en 4 grupos, el muestreo se designó de forma probabilística aleatorio por sorteo.

3.4.1. Criterios de selección

Criterios de inclusión.

- Incisivos mandibulares de bovino recientemente extraídos.
- Incisivos mandibulares de bovino con un tamaño de corona mayor a 15mm.
- Incisivos mandibulares de bovino sin caries ni fracturas.

Criterios de exclusión.

- Incisivos mandibulares de bovino con más de 6 meses de antigüedad.
- Incisivos mandibulares de bovino con un tamaño de corona menor a 15mm.
- Incisivos mandibulares de bovino con alteraciones en la superficie del esmalte.

3.5 Instrumentos

- Ficha de recolección de datos ad-hoc
- Equipos: Dremel, Máquina digital de ensayo universal CMT – 5L marca LG 0.001 N, Vernier digital analítico de 200mm Mitutoyo 0.01mm, Microjato Bio Art, Lámpara led B Woodpecker
- Insumos: Dientes de bovino, Hipoclorito de sodio al 5.25%, Piedra pómez, Bicarbonato de sodio, Ácido fosfórico al 37%, Cemento resinoso Orthocem, Brackets metálicos Azdent.

3.6 Procedimientos

- a) La muestra estuvo conformada mediante por 60 incisivos mandibulares de bovinos extraída recientemente en forma manual (Anexo7). Los restos de sangre y tejidos adheridos fueron eliminados con instrumentos cortantes, posteriormente fueron lavados con abundante agua, se almaceno en tapers con agua destilada y un refrigerador a 4 °C.

- b) Procesamiento de la muestra: Se realizó el corte de la raíz de los dientes con un motor DREMEL y disco de metal; luego se procedió al retiro de la pulpa y se reemplazó con cera.
- c) Para formar los grupos de experimentación se realizó un sorteo aleatorio. Posteriormente se fijó las coronas en bloques de acrílico autopolimerizables y tubos de PVC, cortados de forma transversal, para que pueda ser adaptada a la máquina de prueba, en cada uno de ellos se anotó los códigos correspondientes a cada bloque, para diferenciarlos (Anexo 8).
- d) G1: Preparado con Hipoclorito de Sodio 5.25% (Anexo 9).
- e) G2: Preparado con Aeropulidor dental con bicarbonato de sodio (Anexo10).
- f) G3: Preparado con piedra pómez (Profilaxis) (Anexo 11).
- g) G4: Control (Sin preparación) (Anexo 12).
- h) Preparación de la muestra: Se procedió a realizar el lavado de la superficie dental con agua destilada y un cepillo.
- i) El grupo 4 de control siguió el protocolo normal de la ficha de procedimientos Orthocem que consistió con el grabado con ácido fosfórico 37% por 15 segundos, se lavó y secó, y se procedió a la aplicación de Orthocem en el bracket marca Azdent, de tamaño estándar .022” x .025”, posicionándose en la corona del diente, previo retiro de los excesos con un explorador se procedió a fotopolimerizarlo con una lámpara de luz Led Woodpecker (700mw) por 20 segundos los márgenes del bracket (según indicación del fabricante) (Anexo 2 y 12).
- j) Grupo 1: Antes de la cementación se aplicó hipoclorito de sodio 5.25%, con una torunda de algodón por 60 segundos, se procedió a retirar los excesos, y se siguió el protocolo normal Orthocem (Anexo 9).

- k) Grupo 2: Previo a la cementación, se aplicó chorros de bicarbonato de sodio con un Aeropulidor Microjato marca Bio-art con movimientos circulares y ángulo de 30° a 60° con una distancia de 5 a 10 mm por 15 segundos, luego se siguió el protocolo normal Orthocem (Anexo10).
- l) Grupo 3: Previo a la cementación se realizó una profilaxis con motor de baja velocidad y pasta a base de piedra pómez, por 15 segundos, se almaceno en agua destilada, por un día antes de la prueba (Anexo 11).
- m) Prueba: La prueba de cizallamiento se realizó con la Máquina de ensayo universal CMT – 5L, en los dientes adaptados para el ensayo, las fuerzas aplicadas a los dientes fue de una velocidad constante de 0.75 mm/min, los dientes se colocaron en las guías de la máquina y se evaluó la resistencia al desprendimiento del bracket al grupo de las 60 muestras, los datos fueron registrados en una ficha Ad-Hoc específico para la recolección de datos de la investigación del presente trabajo (Anexo 4 y 13).

3.7 Análisis de datos

Se utilizó una laptop LENOVO y el programa Microsoft Excel versión 2016, para crear una base de datos con la información recolectada, luego el procesamiento estadístico se realizó con el programa SPSS versión 25, obteniendo así la normalidad de los datos con la prueba de Shapiro-Wilk y las medidas de tendencia central como la media y la desviación estándar.

3.8 Consideraciones éticas

El presente trabajo se ejecutó con dientes bovinos para proteger las normas bioéticas de investigación, evitando cualquier riesgo biológico y con la aceptación del comité de ética de la Universidad Nacional Federico Villarreal para ser declarado expedito.

IV. Resultados

Tabla 1

Fuerza de adhesión de brackets metálicos cementados con resina Orthocem en dientes de bovinos tratados con hipoclorito de sodio al 5.25%

Grupo 1					
	n	Minimo	Maximo	Media (Mpa)	D.S. (Mpa)
Hipoclorito de Sodio 5.25%	15	3.44	8.96	5.4587	1.60264

$p \leq 0.05$. – 95%

En la tabla 1, se observa el valor de 15 muestras obtenidas con la preparación del esmalte dental con Hipoclorito de Sodio al 5.25% y su resistencia a la fuerza de cizallamiento con una media de 5.4587 ± 1.60264 Mpa.

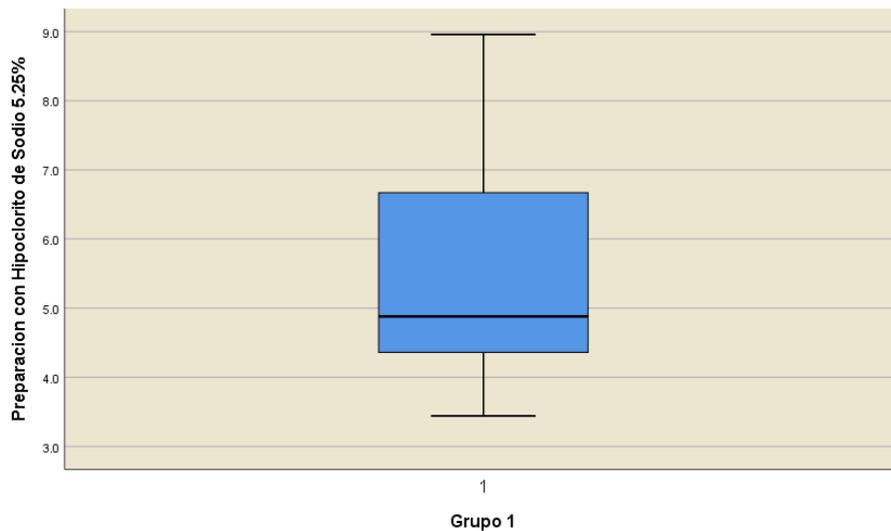


Figura 1. Diagrama de cajas del valor de la preparación del esmalte dental con Hipoclorito de Sodio al 5.25%.

Tabla 2

Fuerza de adhesión de brackets metálicos cementados con resina Orthocem en dientes de bovinos tratados con Aeropulidor con Bicarbonato de Sodio.

Grupo 2	n	Minimo	Maximo	Media (Mpa)	D.S. (Mpa)
Aeropulidor con Bicarbonato de Sodio	15	3.39	9.13	5.3793	1.63640

$p \leq 0.05$. – 95%

En la tabla 2, se observa el valor de 15 muestras obtenidas con la preparación del esmalte dental con Aeropulidor con Bicarbonato de Sodio y su resistencia a la fuerza de cizallamiento con una media de 5.3793 ± 1.63640 Mpa .

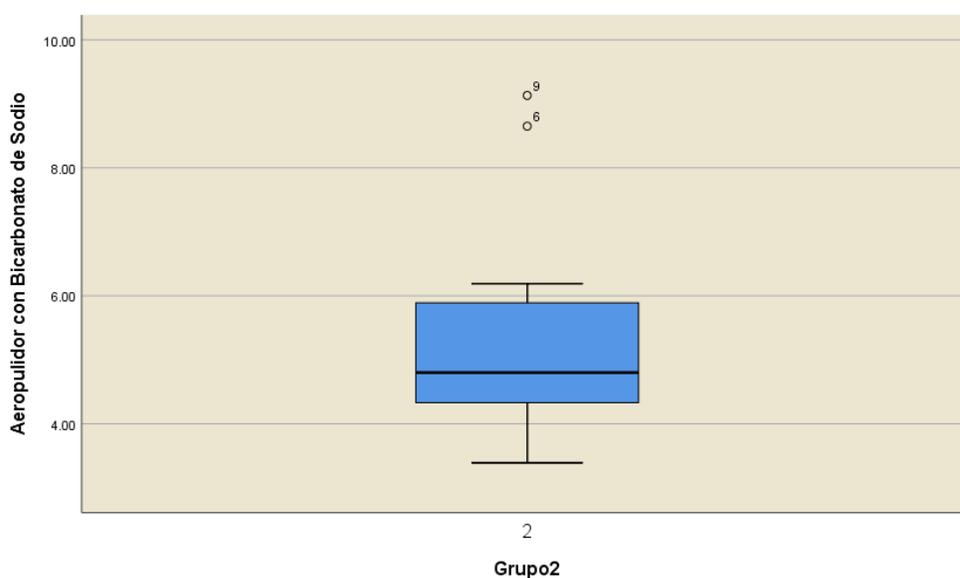


Figura 2. Diagrama de cajas del valor de la preparación del esmalte dental con Aeropulidor con Bicarbonato de Sodio.

Tabla 3

Fuerza de adhesión de brackets metálicos cementados con resina Orthocem en dientes de bovinos tratados con pasta de profilaxis con piedra pómez.

Grupo 3	n	Minimo	Maximo	Media (Mpa)	D.S. (Mpa)
Profilaxis con piedra pómez	15	3.91	7.10	5.0193	0.84807

$p \leq 0.05$. – 95%

En la tabla 3, se observa el valor de 15 muestras obtenidas con la preparación del esmalte dental con Profilaxis con piedra pómez y su resistencia a la fuerza de cizallamiento con una media de 5.0193 ± 0.84807 Mpa

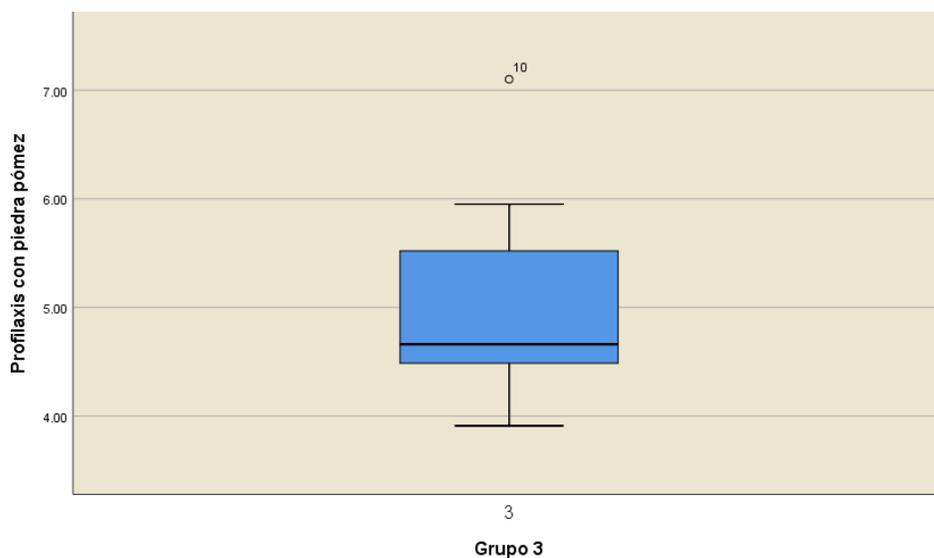


Figura 3. Diagrama de cajas del valor de la preparación del esmalte dental con profilaxis con piedra pómez.

Tabla 4

Fuerza de adhesión de brackets metálicos cementados con resina Orthocem en dientes de bovinos sin tratamiento previo.

Grupo 4	n	Minimo	Maximo	Media (Mpa)	D.S. (Mpa)
Esmalte dental sin preparación	15	1.43	5.84	3.6493	1.52972

$p \leq 0.05$. – 95%

En la tabla 4, se observa el valor de 15 muestras obtenidas del grupo control: esmalte dental sin preparación y su resistencia a la fuerza de cizallamiento con una media de 3.6493 ± 1.52972 Mpa.

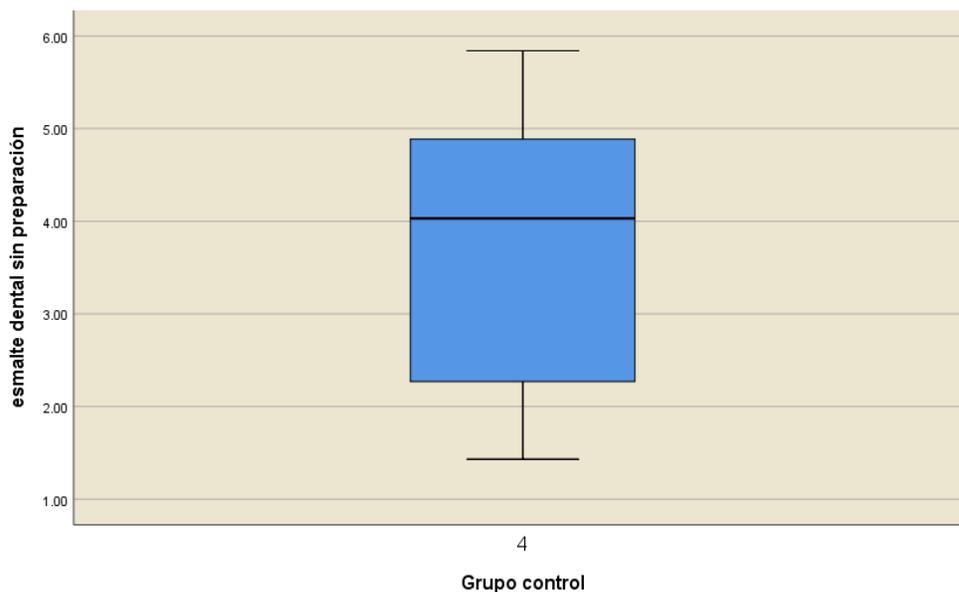


Figura 4. Diagrama de cajas del valor del grupo control: esmalte dental de bovino sin preparación.

Tabla 5

Comparación de los valores descriptivos, de los grupos de preparación del esmalte dental y grupo control: sin preparación, frente a la resistencia al cizallamiento.

Grupos	N	Minimo	Maximo	Media (Mpa)	D.S. (Mpa)
Grupo 1: Hipoclorito de Sodio 5.25%	15	3.44	8.96	5.4587	1.60264
Grupo 2: Aeropulidor con Bicarbonato de Sodio	15	3.39	9.13	5.3793	1.63640
Grupo 3: Profilaxis con piedra pómez	15	3.91	7.10	5.0193	0.84807
Grupo 4: Esmalte dental sin preparación	15	1.43	5.84	3.6493	1.52972

Shapiro- Willk

En la tabla 5, se observa diferencias significativas entre las técnicas de preparación previa en la cual el hipoclorito de sodio tiene un valor mínimo de 3.44 y máximo de 8.96 con una media de 5.4587 (Mpa) y una desviación estándar de 1.60264 (Mpa), mayor que las otras técnicas de preparación.

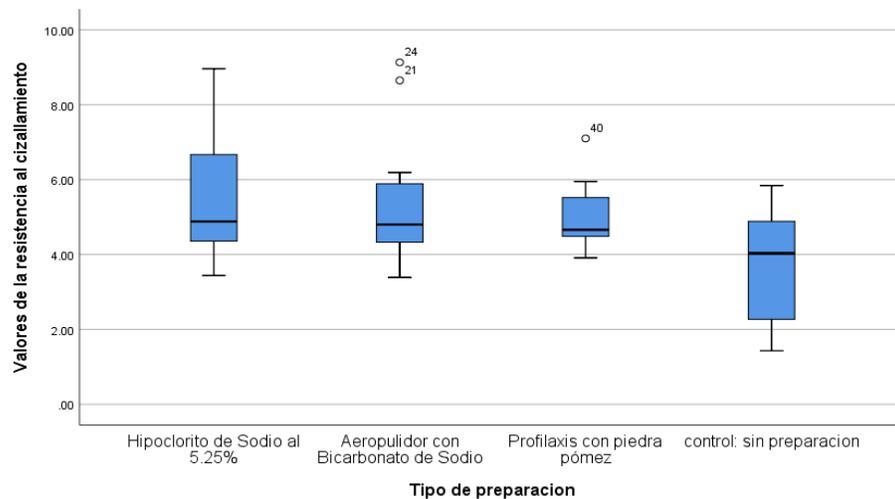


Figura 5. Diagrama de cajas comparativo de los valores de todos los grupos.

V. Discusión de resultados

Nuestra investigación valoró tres técnicas de preparación del esmalte de dientes de bovino en el proceso de adhesión de los brackets metálicos y la resistencia al cizallamiento en cada uno de ellos.

En el primer grupo de preparación del esmalte se utilizó el Hipoclorito de Sodio al 5.25%, obteniendo una media de 5.4587 Mpa, siendo este su valor para la resistencia al desprendimiento del bracket, al ser sometido a fuerzas de cizallamiento evaluados en Newtons, sobre un área promedio de 9.58 mm², y en el grupo control 3.6493 Mpa, difiere nuestro estudio con la investigación realizada por Sharma, Kumar y Verma en el 2017, quienes utilizando la misma técnica Hipoclorito de Sodio 5.25% y obtuvieron una media de 2.83 Mpa, sin diferencia estadística significativa y en el grupo control cuyo promedio de 2.43 Mpa, demostrando ambos grupos que la técnica de preparación del esmalte con hipoclorito de sodio al 5.25% es buena.

Asimismo, al comparar los valores obtenidos en nuestro estudio frente al estudio de Lang et al en el 2020, en el que concluyen que al igual que nosotros, los niveles de sus resultados, resistencia al desalojo de los brackets (Microtesion), fueron mayores para el grupo de dientes bovinos que fue desproteinizados con Hipoclorito de sodio al 5.25%, previa a la cementación de brackets con la resina deOrmco (14.8 Mpa) a diferencia del grupo sin desproteinización y cementado con resina de 3M (4.5 Mpa).

En relación a la preparación del esmalte dental con profilaxis con piedra pómez se obtuvo una media de 5.0193 Mpa, y en el grupo control 3.6493 Mpa, que difiere con el estudio de Mahajan et al., 2015, quienes utilizaron piedra pómez encontraron una media de 7.51 Mpa y en su grupo

control, una media de 5.99 Mpa, asumiendo probablemente que la diferencia se deba al uso de piezas dentales de humanos (Mahajan *et al.*, 2015).

Para nuestro grupo 2, de tratamiento previo con Aeropulidor con bicarbonato de sodio se obtuvo una media de 5.3793 Mpa, que a pesar de no superar en su resistencia al cizallamiento al grupo 1 (Desprotección con Hipoclorito de sodio al 5.25%), queda demostrado que al igual que el estudio de Sol *et al* (2005), su eficacia es mayor frente a otros métodos de profilaxis como el uso de piedra pómez, ya que de igual manera su media fue mayor frente al tratamiento previo de profilaxis con Piedra pómez de nuestro estudio (5.0193 Mpa).

Pereira *et al.*, 2013, en un estudio realizado demostraron que el grupo control sin preparación previa del esmalte, solo usando el protocolo de cementación Transbond XT — 3M/Unitek encontraron una media de 17.08 Mpa; el segundo estudio con mayor resistencia al cizallamiento fue el grupo acondicionado con Hipoclorito de Sodio al 5.25% por 60 segundos y el tercer grupo con grabado con ácido poliacrílico 10% por 20 segundos encontrando una media de 9.86 Mpa; difiere con nuestro estudio en la que se obtuvo una media de 5.4587 Mpa con el mismo tiempo de acción (60 segundos), sin la utilización de ácido poliacrílico 10%.

En nuestra investigación la cementación del bracket evaluó el fotocurado por vestibular encontrando una media de 5.0193 Mpa, el estudio realizado por Lindauer *et al.*, 1997 utilizó las caras vestibular y lingual en la cementación del bracket, hallando una media de 11.1 y 9.1 Mpa respectivamente, ambos estudios coinciden porque el acondicionamiento previo se realizó con profilaxis con piedra pómez.

VI. Conclusiones

1. La mayor fuerza de adhesión de brackets metálicos, fueron las 15 piezas de bovino desproteinizadas con Hipoclorito de sodio al 5.25% y cementadas con Orthocem, con una media de 5.4587 Mpa, que presentaron con mayor resistencia al cizallamiento.
2. El grupo acondicionado con Aeropulidor con Bicarbonato de Sodio obtuvo una media de 5.3793 Mpa, con diferencia no significativa comparado con el hipoclorito de sodio.
3. El grupo acondicionado con profilaxis con pasta de piedra pómez obtuvo una media de 5.0193 Mpa.
4. El grupo control sin acondicionamiento previo del esmalte no tuvo significancia en la resistencia al cizallamiento.
5. Al comparar los 3 grupos de estudio (Desproteinización con Hipoclorito de Sodio al 5.25%, Aeropulidor con Bicarbonato de Sodio y Profilaxis con pasta de piedra pómez), se demostró que el Hipoclorito de sodio presenta mayor resistencia al cizallamiento y por ende un aumento en la adhesión.

VII. Recomendaciones

1. Utilizar adhesivos de última generación que existen en el mercado, que permitan mejorar la adhesión de los brackets, con mayor resistencia al desprendimiento aplicando sus respectivos protocolos de tratamiento.
2. Se sugiere, realizar investigaciones con mayor cantidad de casos con la técnica de Hipoclorito de Sodio al 5.25%, con otras concentraciones y diferentes tiempos a fin de evaluar y mejorar el proceso de adhesión.
3. Realizar estudios in vitro aprobados por el comité de ética de la Facultad de Odontología de la UNFV, con el fin de realizar estudios en dientes humanos, de terceras molares y premolares extraídos por motivos ortodónticos, para obtener resultados actualizados en mayor número de casos.
4. Comprobar si el Hipoclorito de Sodio al 5.25%, produce cambios estructurales a nivel de la resina de cementación u otros.

VIII. Referencias

- Aguilera, A., Guachalla, J., Sierra, M. y Valenzuela, V. (2001). Sistemas Adhesivos de Autograbado. *Revista Dental de Chile* 2001, 92 (2), 23-28.
- Ayman, E., Amara, A. y Khursheed, A. M. (2016). Sodium hypochlorite as a desproteinizing agent optimize orthodontic brackets adhesion using resin modified glass ionomer cement. *Austin Journal Dentistry*, 3(3), 1-7.
- Barnes, C., Covey, D., Watanabe, H., Simentich, B., Schulte, J. R. y Chen, H. (2014). An in vitro comparison of the effects of various air polishing powders on enamel and selected esthetic restorative materials. *The Journal of clinical dentistry*, 25(4), 76-87.
- Bayona, A., Fonseca, M. y Macías, C. (2010). Comparación de la resistencia adhesiva de brackets cementados, efectuando o no un pretratamiento al esmalte dental con hipoclorito de sodio al 5.25%. *Especial Ortodoncia Odontis*, 10(34), 11-17.
- Canay, S., Kocadereli, I. y Akca, E. (2000). The effect of enamel air abrasion on the retention of bonded metallic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 117(1), 15-9.
- Castanho, G. M., Arana-Chavez, V. E. y Fava, M. (2008). Roughness of human enamel surface submitted to different prophylaxis methods. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 32(4), 299-303.
- Dixon, C. (2012). *Materiales dentales: Aplicaciones clínicas*. México D.F, México: Manual Moderno.

- Espinosa, R., Valencia, R., Uribe, M., Ceja, I. y Saadia, M. (2008). Enamel deproteinization and its effect on acid etching: an in vitro study. *J Clin Pediatr Dent*, 33(1), 13–19.
- FGM. (2019). Orthocem. Joinville, Brasil: FGM productos odontológicos. Recuperado de <https://www.fgm.ind.br/site/produtos/estetica-es/orthocem/?lang=es>.
- García, J. (2015). *Patología y terapéutica dental. Operatoria dental y Endodoncia*. Madrid, España: Elsevier.
- Henostroza, G. (2006). *Adhesión en odontología restauradora*. Curitiba, Brasil: MAIO.
- Ito, J. (2012). *Alternativas Mecánicas en Ortodoncia*. México D.F, México: El Manual Moderno S.A.
- Lamg, M., Villarreal, Luz., Dominguez, J., Cuevas, J., Donohué, A., Reyes, S., Zaragoza, E., y Espinosa, L. (2020). Evaluación de la adhesión de sistemas adhesivos de grabado total en esmalte dental bovino usando un agente desproteinizante: un estudio in vitro. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*, 77(1):22-27. doi:10.35366/OD201E.
- Lindauer, S. J., Browning, H., Shroff, B., Marshall, F., Anderson, R. y Moon, P. (1997). Effect of pumice prophylaxis on the bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 111(6), 599-605.

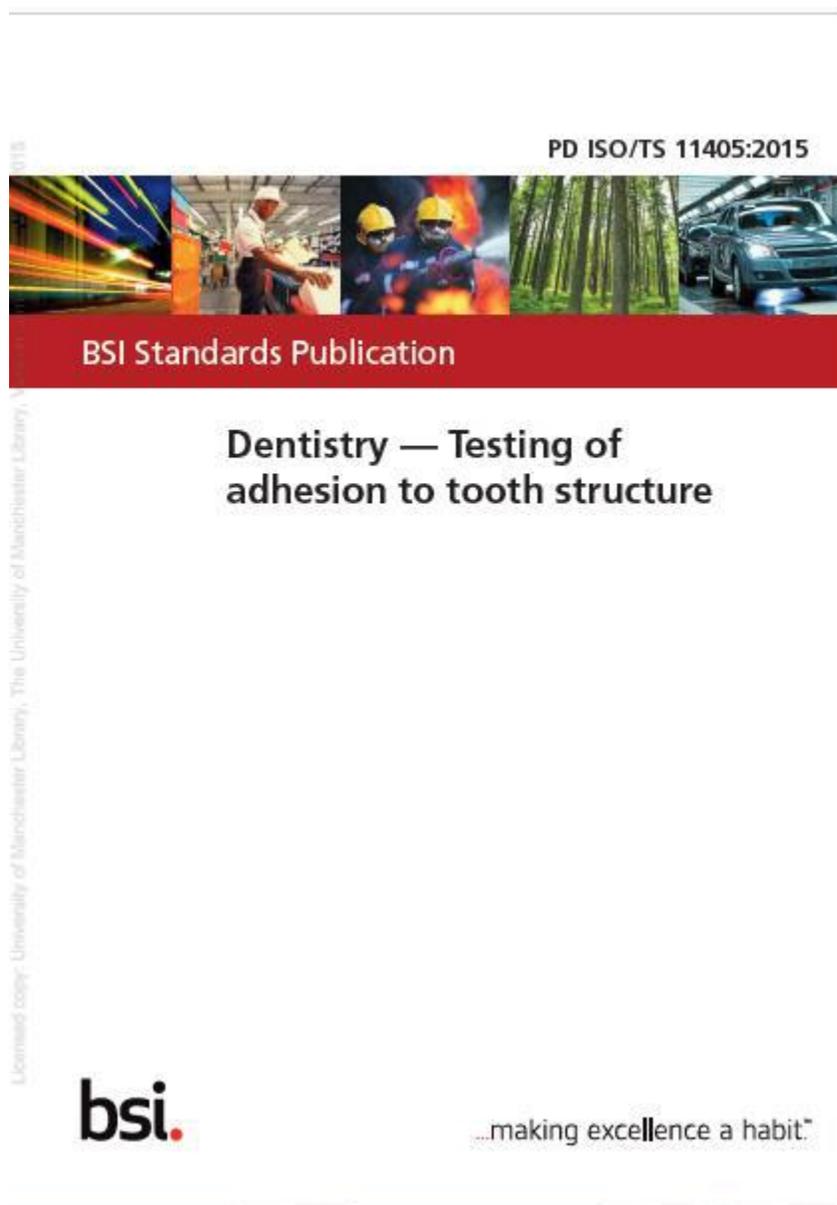
- Lill, D. J., Lindauer, S. J., Tüfekçi, E. y Shroff, B. (2008). Importance of pumice prophylaxis for bonding with self-etch primer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(3), 423-426.
- Lobato, M. y Albaladejo, A. (2010). Tratamiento de superficies para una eficaz adhesión bracket cerámica y correcta conservación tras la retirada de aditamentos. *Ortod. Esp*, 50(1), 330-43.
- Macchi, R. L. (2007). *Materiales Dentales*. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana.
- Rodríguez, E. (2008). *Ortodoncia Contemporánea diagnóstico y tratamiento*. Caracas, Venezuela: Amolca.
- Nicolás, A. (2010). *Estudio in vitro del efecto de diferentes métodos de acondicionamiento del esmalte en el recementado de brackets* (tesis doctoral). Universidad de Murcia, Murcia, España.
- Pelossi, P. L. y Kwin, A. L. (2007). Resistencia adhesiva de brackets cementados con un sistema autoacondicionante de bajo ph. *Sociedad Argentina de Ortodoncia*, 70(141), 58-62.
- Pereira, T. B., Jansen, W. c., Pithon, M. M., Souki, B. Q., Tanaka, O. M. y Oliveira, D. D. (2013). Effects of enamel deproteinization on bracket bonding with conventional and resin-modified glass ionomer cements. *Eur J Orthod*, 35(4), 442-6. doi: 10.1093/ejo/cjs006
- Posada, M., Sanchez, C., Gallego, G., Vargas, A., Restrepo, L. y López, J. (2006). Dientes de bovino como sustituto de dientes humanos para su uso en la odontología. *CES Odontología*, 19(1), 63-68.
- Reynolds, I. (2016). A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod*, 2(3), 171-8.

- Roque, A., Bahamondes, V. y Moncada, G. (2007). Influencia de la orientación de los prismas del esmalte en la resistencia al cizallamiento de dos sistemas adhesivos. *Revista Dental de Chile*, 99(3), 3-7.
- Soares, F. Z., Follak, A., Da Rosa, L. S., Montagner, A. F., Lenzi, T. L. y Rocha, R. O. (2016). Bovine tooth is a substitute for human tooth on bond strength studies: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Dent Mater*, 32(11), 1385-1393. doi: 10.1016/j.dental.2016.09.019.
- Sol, E., Espasa, E. y Boj, J. R. (2005). Influencia de diferentes sistemas de profilaxis en la adhesión de un sellador de fisuras al esmalte. *RCOE*, 10(2), 177-182.
- Sharma, R., Kumar, D. y Verma, M. (2017). Deproteinization of Fluorosed Enamel with Sodium Hypochlorite Enhances the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets: An *In vitro* Study. *Contemp Clin Dent*, 8(1), 20-25. doi: 10.4103/ccd.ccd_934_16.
- Schwartz, R., Summitt, J. y Robbins, J. (1999). *Fundamentos en Odontología Operatoria un logro contemporáneo*. Caracas, Venezuela: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica.
- Scougall, R. J. (2010). Evidencia científica para la aplicación de los agentes de autograbado en ortodoncia clínica. *Revista ADM*, 67 (1), 8- 12.
- Trurow, R. (1982). *Biomecanismo Ortodóntico*. San Antonio, USA: Mosloy.

IX. Anexos

Anexo 1

PD ISO / TS 11405: 2015



ISO (La Organización Internacional de Estandarización ó Normalización) es una federación mundial de normas nacionales cuerpos (cuerpos miembros de ISO). El trabajo de preparación de Normas Internacionales normalmente se lleva a cabo a través de comités técnicos de ISO. Cada miembro interesado en un tema para el cual un técnico

El comité ha sido establecido tiene el derecho de estar representado en ese comité. Internacional organizaciones, gubernamentales y no gubernamentales, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo.

ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) en todos los asuntos de estandarización electrotécnica.

Los procedimientos utilizados para desarrollar este documento y los destinados a su posterior mantenimiento son descrito en las Directivas ISO / IEC, Parte 1. En particular, los diferentes criterios de aprobación necesarios para la

Se deben tener en cuenta diferentes tipos de documentos ISO. Este documento fue redactado de acuerdo con el reglas editoriales de las Directivas ISO / IEC, Parte 2 (ver www.iso.org/directives).

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento puedan ser objeto de derechos de patente. ISO no se responsabilizará por la identificación de ninguno o todos los derechos de patente. Detalles de cualquier los derechos de patente identificados durante el desarrollo del documento estarán en la Introducción y / o en la lista ISO de declaraciones de patentes recibidas (ver www.iso.org/patents).

Cualquier nombre comercial utilizado en este documento es información dada para la conveniencia de los usuarios y no constituir un endoso.

Para obtener una explicación sobre el significado de los términos y expresiones específicos de ISO relacionados con la conformidad. Evaluación, así como información sobre la adhesión de la ISO a los principios de la OMC en las Barreras Técnicas para negociar (TBT), consulte la siguiente URL: Prólogo - Información suplementaria.

El comité responsable de este documento es ISO / TC 106, Odontología, Subcomité SC 1, Relleno y materiales restaurativos.

Esta tercera edición cancela y reemplaza la segunda edición (ISO / TS 11405: 2003), que ha sido técnicamente revisado.

Introducción

La adhesión en odontología restauradora es un tema importante. Es la intención de esta Especificación Técnica describir diferentes procedimientos clínicos y de laboratorio mediante los cuales el efecto o la calidad de un enlace entre un material dental y la estructura del diente pueden estar justificados. Al ganar experiencia con diferentes pruebas métodos, se puede buscar una correlación entre el laboratorio y el rendimiento clínico de los materiales.

Los materiales adhesivos se usan en muchos tipos de trabajos restaurativos y preventivos.

Incluso si el estrés en el enlace en la mayoría de las circunstancias se puede definir como extensible, cortante o una combinación de estos, allí no hay pruebas de laboratorio o clínicas específicas que puedan ser válidas para todas las diversas aplicaciones clínicas de materiales adhesivos.

El rendimiento relativo de los materiales que se afirman que se unen a la estructura del diente ha sido examinado por evaluación de laboratorio de la resistencia de la unión. Si bien las fortalezas de los enlaces pueden no predecir el comportamiento clínico exacto, podrían ser útiles para comparar materiales adhesivos.

ISO 29022 [1] describe la prueba de resistencia al corte por cizallamiento con borde con muesca, que es una publicación importante en el tema.

El Anexo A enumera varios métodos de laboratorio publicados para la medición de la resistencia a la tracción.

Las pruebas de adhesión también son comunes en los materiales generales de la ciencia y una publicación en la que se enumeran muchos los sistemas han sido provistos de información.

Odontología - Prueba de adhesión a la estructura dental

1 Alcance

Esta Especificación técnica brinda orientación sobre la selección, el almacenamiento y el manejo del sustrato, así como características esenciales de los diferentes métodos de prueba para la prueba de calidad de la unión adhesiva entre materiales dentales restauradores y estructura dental, es decir, esmalte y dentina. Incluye un enlace a la tracción prueba de medición de la fuerza, una prueba para la medición de lagunas marginales alrededor de los empastes, una microfiltración prueba, y proporciona orientación sobre las pruebas de uso clínico para dichos materiales. Algunos métodos de prueba específicos para bonos las medidas de resistencia se dan para información en el Anexo A.

Esta Especificación técnica no incluye los requisitos para los materiales adhesivos y su rendimiento.

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos referenciados, en todo o en parte, están referenciados normativamente en este documento y son indispensables para su aplicación. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para sin fecha referencias, se aplica la última edición del documento referenciado (incluidas las enmiendas).

ISO 1942: 2009, Odontología - Vocabulary

ISO 3696: 1987, Agua para uso analítico en laboratorio - Especificación y métodos de prueba

ISO 3823-1: 1997, Instrumentos rotatorios dentales - Burs - Parte 1: Fresas de acero y carburo

ISO 6344-1: 1998, abrasivos recubiertos - Análisis de tamaño de grano - Parte 1: prueba de distribución de tamaño de grano

ISO 14155, Investigación clínica de dispositivos médicos para sujetos humanos - Buena práctica clínica

3 Términos y definiciones

Para los propósitos de este documento, los términos y definiciones dados en ISO 1942 y los siguientes definiciones aplicadas

3.1 adherirse estar en un estado de adherencia (3.2)

3.2 adherencia estado en el que dos superficies se mantienen unidas por fuerzas interfaciales

3.3 adherido cuerpo que se sostiene o está destinado a ser sujetado a otro cuerpo por un adhesivo (3.5)

3.4 adhesión estado en el que dos superficies se mantienen juntas por fuerzas químicas o físicas, o ambas, con la ayuda de un adhesivo (3.5)

3.5 adhesivo sustancia capaz de mantener materiales juntos

3.6 fuerza de unión fuerza por unidad de área requerida para romper un conjunto adherido con una falla que ocurre en el adhesivo o cerca del mismo

(3.5) / adherend (3.3) interfaz

3.7 microfiltración paso de sustancias como saliva, iones, compuestos o subproductos bacterianos entre una pared de la cavidad y el material restaurativo

3.8 sustrato material sobre cuya superficie se extiende un adhesivo (3.5) para cualquier fin, como adhesión o revestimiento

4 Muestreo

La cantidad de material de prueba debe ser suficiente para todas las pruebas planificadas y debe ser del mismo lote.

5 Métodos de prueba

Esta Especificación técnica describe las características esenciales de varios tipos de pruebas, tales como:

- a) medición de la resistencia a la tracción;
- b) pruebas de medición de espacios para la adhesión a la dentina;
- c) pruebas de microfiltración;
- d) pruebas de uso clínico.

NOTA Consulte la referencia [1] para conocer la resistencia de la unión al cortante.

Para la selección, el almacenamiento y el manejo del sustrato, se describen características específicas en detalle. Para el aparato usado para mediciones de fuerza de unión, se dan pautas generales. No es la intención de recomendamos la prueba de cada material con cada prueba, ya que algunas pruebas no serán apropiadas. Sin embargo, el la calidad y la sofisticación de una prueba de laboratorio no pueden compensar el hecho de que la evidencia final de las propiedades adhesivas deben ser una prueba de uso clínico.

5.1 Pruebas de resistencia a la adherencia

5.1.1 General

Los materiales adhesivos se usan para muchos propósitos diferentes en la boca. La elección de la prueba debe ser considerado de acuerdo con el uso previsto del material. ISO 29022 [1] describe el estándar ISO prueba de resistencia al cizallamiento para evaluar los materiales restauradores dentales directos. Esta especificación técnica describe una prueba de resistencia a la tracción. Además, se describen varias variaciones, como la aplicación en película delgada y en bloque, tiempo de exposición corto o largo a un ambiente húmedo. Un conjunto de pruebas puede ser necesario para evaluar adecuadamente la fuerza de unión de un material. Cuando la resistencia de la unión se va a medir, la materia prima los datos estarán en unidades de fuerza (N). Es necesario convertir esto en unidades de esfuerzo, es decir, fuerza por unidad de área (MPa). Por lo tanto, el control del área y la suavidad de la superficie para la aplicación del material adhesivo es importante.

Varios aparatos están disponibles para medir la resistencia a la tracción o al cizallamiento de un adhesivo sistema. Los requisitos críticos para la selección de un instrumento adecuado para los pequeños y, a veces, los ejemplares frágiles son los siguientes:

- la capacidad de montar la muestra de diente / material en el aparato y la máquina de prueba universal sin aplicación de carga (tracción, flexión, cizallamiento o torsión) en la muestra;
- una construcción rígida para evitar la deformación elástica (o desplazamiento) del aparato y la conexión a la máquina de prueba;
- para ensayos de tracción, la capacidad de aplicar una carga de tracción unidireccional y de aumento lento capacidad de alinear la muestra para evitar una distribución de esfuerzos desigual durante la carga.

Las grandes diferencias en los resultados de resistencia de unión entre diferentes laboratorios son comunes. Valores absolutos

Por lo tanto, debe tratarse con precaución y puede ser más apropiado comparar el ranking de materiales.

En algunas circunstancias, las pruebas de resistencia de adherencia solo son útiles para el cribado. Esto solo pueden permitir orientaciones ásperas con respecto al rendimiento clínico de un sistema adhesivo. Los valores bajos son más probables correlacionado con un rendimiento clínico pobre, a saber, la retención en las cavidades adhesivas. Sin embargo, la fuerza de la unión los valores por encima de un cierto valor de umbral pueden no indicar un mejor rendimiento clínico.

5.1.2 Sustrato y almacenamiento de dientes

5.1.2.1 Sustrato

Use premolares / molares permanentes humanos o incisivos mandibulares de animales bovinos para el medida de la resistencia de la unión. Los bovinos donantes no deberían tener más de cinco años.

Cuando se mide la fuerza de adhesión a la dentina humana, esta Especificación técnica recomienda usar la dentina superficial bucal que está lo más cerca posible del esmalte para reducir las variaciones. Es preferible utilizar terceros molares permanentes de 16 años de edad a 40 años de edad, si es posible.

5.1.2.2 Tiempo después de la extracción

Cada vez hay más evidencia de que los cambios en la dentina que se producen después de la extracción pueden influir en la unión medidas de fuerza. El efecto puede variar con diferentes tipos de materiales de unión. Idealmente, bonos las fortalezas deben medirse inmediatamente después de la extracción, pero esto generalmente no es factible. Aparece que la mayoría de los cambios ocurren en los días o semanas iniciales después de la extracción y, por lo tanto, dientes un mes, pero no más de seis meses, después de la extracción se debe utilizar. Dientes que han sido extraídos por más tiempo de seis meses puede sufrir cambios degenerativos en la proteína dentinaria.

5.1.2.3 Condición de los dientes

Los dientes humanos utilizados para la medición de la resistencia de adhesión deben estar libres de caries y preferiblemente sin restaurar.

Sin embargo, las restauraciones pequeñas y superficiales que no estén en el área de prueba de adhesión pueden ser aceptables. Raíz llena los dientes no deben ser usados.

Existe alguna evidencia que sugiere que diferentes dientes en la dentición pueden dar diferentes resultados con unión a dentina y esmalte. No es posible tener un control completo de variables como la edad de el paciente donante, la historia cultural y dietética, el estado de salud, o para estandarizar la composición y estructura de los dientes.

5.1.2.4 Almacenamiento de dientes

Inmediatamente después de la extracción, los dientes humanos deben lavarse a fondo con agua corriente y toda la sangre y tejido adherente retirado, preferiblemente por el clínico usando instrumentos manuales afilados. Dientes bovinos debe limpiarse tan pronto como sea posible después de la extracción y el tejido blando en la cámara de la pulpa debe ser eliminado de una manera similar.

Los dientes deben colocarse en agua destilada de grado 3 de acuerdo con ISO 3696: 1987 o en una solución bacteriostática / bactericida del trihidrato de cloramina T 1,0% durante un máximo de una semana y a continuación, se almacena en agua destilada (ISO 3696: 1987, grado 3) en un refrigerador, es decir, 4°C nominales. A minimizar el deterioro, el medio de almacenamiento debe reemplazarse al menos una vez cada dos meses. Es

Es esencial que no se usen otros agentes químicos ya que pueden ser absorbidos por la sustancia dental y alterar su comportamiento

5.1.2.5 Preparación de la superficie del diente

Se requiere una superficie plana, reproducible y estándar. Las superficies dentales deben mantenerse húmedas todo el tiempo preparación porque la exposición de la superficie de un diente al aire durante varios minutos puede causar irreversibilidad cambios en el carácter de la vinculación. La dentina es especialmente sensible a la deshidratación.

Para controlar el cepillado y el ángulo de la superficie durante la preparación, el diente debe montarse en un soporte por medio de piedra de matriz dental o resina de curado en frío.

NOTA La absorción de resina y el calor de la polimerización pueden afectar negativamente al diente. Usa un lento ajuste, resina viscosa. La cámara de pulpa de los dientes bovinos debe bloquearse, por ejemplo, con cera, para evitar penetración de resina en la dentina.

Alternativamente, use un medio de cultivo de alta viscosidad que no penetre en el cámara de pulpa. Esto puede verificarse preparando un conjunto de dientes en macetas y examinando las cámaras de pulpa para el presencia de resina polimerizada

Asegúrese de que el diente tenga forma (rebajes, orificios o pasadores retentivos) que asegure la retención en el medio de montaje. Coloque el diente montado en agua a $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ tan pronto como sea posible.

Las resinas se pondrán debajo del agua. La piedra para morir debe dejarse fraguar en 100% de humedad relativa.

Una superficie estándar debe prepararse planificando contra papel abrasivo de carburo de silicio con un tamaño de grano de P400 como se define en ISO 6344-1: 1998 [tamaño medio de grano $(35,0 \pm 1,5) \mu\text{m}$] bajo agua corriente.

Plano de la superficie expuesta del diente sobre el papel húmedo de carborundo fijado a una superficie dura y plana.

Moler hasta que la superficie sea pareja y lisa cuando se inspeccione visualmente. Deseche los dientes que tienen perforaciones en la cámara de pulpa. Asegúrese de que la superficie esté confinada a la dentina coronal superficial y que la las superficies de todos los dientes se han preparado a una profundidad similar.

5.1.2.6 Aplicación de adhesivo

La superficie del diente preparada para la aplicación de material adhesivo debe precondicionarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Si no se dan instrucciones, enjuague con agua corriente durante 10 seg. Elimine el agua visible en la superficie con un papel de filtro o mediante un chorro ligero / breve de aceite comprimido aire inmediatamente antes de la aplicación del material adhesivo. Mezcle si es necesario y aplique el adhesivo material de acuerdo con las instrucciones dadas por el fabricante. El procedimiento debe ser realizado a $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ y $(50 \pm 10)\%$ RH.

5.1.3 Tratamiento de resultados

Los valores de resistencia de adherencia obtenidos mediante ensayos de tracción o cizallamiento generalmente muestran grandes coeficientes de variación, es decir (20 - 50) %, y debe probarse estadísticamente por un método apropiado. Si el coeficiente de variación es superior al 50%, se recomienda una inspección exhaustiva del procedimiento general.

Las fallas previas a la prueba, a menos que sean claramente debidas al manejo incorrecto de la muestra, se deben atribuir al valor de la resistencia de la unión de 0 MPa.

Los resultados de la resistencia de adherencia deben basarse en métodos estadísticos apropiados y un número suficiente de especímenes. Si los datos se distribuyen normalmente, una media, una desviación estándar y un coeficiente de la variación puede ser calculada. Los medios se pueden

comparar mediante análisis de varianza (ANOVA). Sin embargo, los resultados de las pruebas de adhesión a menudo no se distribuyen normalmente. Por lo tanto, el uso de la probabilidad de El fallo calculado a partir de la función de distribución de Weibull proporciona un medio adecuado para comparar muchos materiales. [3] El estrés para dar 10% de falla (Pf 10) y que para dar 90% de falla (Pf 90) son convenientes formas de caracterizar la fuerza de un vínculo. Se requiere un mínimo de 15 especímenes en cada grupo para la aplicación de las estadísticas de Weibull. Si el número de muestras es menor, las pruebas no paramétricas deberían ser usadas. En general, aumentar el número de especímenes da más certeza en la estimación del verdadero media y desviación estándar.

5.1.4 Resistencia de unión a la tracción

5.1.4.1 Requisitos generales

Se deben considerar dos parámetros críticos al diseñar el equipo de prueba y preparar las muestras para pruebas de tracción de la resistencia de la unión

- alineación de las fuerzas de tracción que actúan sobre la muestra;
- limitación del área de unión.

5.1.4.2 Alineación

El aparato de prueba debe asegurar la alineación entre el sustrato y el material adhesivo, es decir, la tensión la fuerza debe aplicarse en un ángulo de 90 ° con la superficie del sustrato cepillado. La conexión entre el aparato y la cruzeta de la máquina de prueba universal debe ser por una junta, cadena o alambre universal.

5.1.4.3 Adhesivo y / o material adherente a bloque

Si se pretende que el adhesivo se aplique como una película delgada con el material adherido a granel o que el material adhesivo debe aplicarse a granel, una limitación del área de unión es una importante consideración [4] (ver NOTA). Un área claramente definida y limitada para la vinculación ha sido utilizada por muchos trabajadores. Esto permite la demarcación de la extensión del adhesivo, la restricción del tratamiento del sustrato, y permite la medición precisa de la superficie unida. Esto se puede lograr con un soporte de material con un borde afilado en contacto con la superficie del diente y capaz de estabilizar el (los) material (es) en la superficie del diente para curar.

NOTA Durante la redacción de la prueba de corte descrita en ISO 29022, [1] se consideraron datos que demostraron diferencias insignificantes cuando se usa una limitación del área de unión o sin una (es decir, cualquier protocolo podría usarse para documentar un reclamo de que un adhesivo dental se adhiere a la sustancia del diente). En el método de corte estándar, por lo tanto, no se especifica ninguna limitación. Esto simplifica el procedimiento de prueba y elimina cualquier interferencia que un limitador de cinta pueda crear [p. contaminación potencial del adhesivo en un limitador de cinta, efectos artificiales sobre el grosor y la forma (p. forma del menisco) de la capa adhesiva, cebadores y agentes de unión con adelgazamiento del aire, dificultad para colocar varios pasos agentes de unión (por ejemplo, que requieren acción de fricción), y dificultad para centrar un molde sobre el área enmascarada].

Para adhesivos fotopolimerizables o materiales adherentes, el soporte del material debe proporcionar suficiente acceso a la luz de curado (por ejemplo, al estar hecha parcial o totalmente de un material transparente). La cantidad de energía de la luz alcanzar el material debe estar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Cubra la parte interna del soporte del material con un agente liberador de moho al usar soportes de materiales varias veces. Evite recubrir el borde del soporte. Aplique una capa delgada del material adhesivo en el superficie del diente. Llene el soporte del material hasta un ligero exceso

con el adhesivo o el material adherido y colóquelo firmemente en la posición correcta en el diente. Asegúrese de que el soporte del material mantiene contacto con la superficie del diente en la alineación correcta durante la fijación. La fijación del soporte del material debe terminarse dentro del tiempo de trabajo indicado del fabricante del material adhesivo.

Si el fabricante recomienda un material restaurativo compuesto de polímero en particular para su uso con el adhesivo bajo investigación, entonces este compuesto debe usarse para todas las pruebas de ese adhesivo.

5.1.4.4 Material adhesivo como película delgada y material adherente como varilla preformada
Si se decide restringir el área de unión y usar una varilla de adhesión, fije una cinta delgada de material que sea no reactivo con el adhesivo con un orificio de las mismas dimensiones que el área de contacto de la varilla con el superficie cepillada del diente. Aplique una capa fina del material adhesivo en la superficie del diente dentro del orificio en la cinta y baje la varilla de adhesión para hacer contacto con el material adhesivo dentro del orificio. Repare la varilla en forma exacta posición y alineación y coloque una carga de 10 N en la parte superior durante 10 s. El procedimiento total desde la aplicación del material a la fijación de la varilla superior se debe realizar dentro de lo indicado por el fabricante tiempo de trabajo. Retire la cinta después del curado sin aplicar ninguna fuerza adversa sobre la muestra adherida.

5.1.4.5 Almacenamiento de especímenes de prueba

Las muestras de prueba deben prepararse a $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ y almacenarse en agua a $(37 \pm 2)^\circ\text{C}$ antes de la prueba.

El almacenamiento en agua durante 24 h normalmente es suficiente para discriminar entre materiales que pueden resistir un ambiente húmedo y aquellos que no. El termociclado entre 5°C y 55°C se puede usar como prueba de envejecimiento acelerado. Pueden ser necesarios períodos más largos de almacenamiento de agua para mostrar la durabilidad de la enlace. Se ha encontrado que el almacenamiento simple de agua imita la degradación de la restauración observada clínicamente. [19]

Los procedimientos recomendados son los siguientes:

- prueba tipo 1: prueba breve después de 24 horas en agua a 37°C ;
- prueba tipo 2: prueba de termociclado que comprende 500 ciclos en agua entre 5°C y 55°C , comenzando después (20 - 24) h almacenamiento en agua a 37°C ;
- La exposición a cada baño debe ser de al menos 20 s y el tiempo de transferencia entre los baños debe ser (5 - 10) s.
- prueba tipo 3: prueba a largo plazo después de seis meses de almacenamiento en agua a 37°C (medio cambiado cada siete días para evitar la contaminación).

Las muestras deben someterse a pruebas de resistencia de unión inmediatamente después de la eliminación del agua.

5.1.4.6 Carga de tracción

Realice la prueba a $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ y $(50 \pm 10)\%$ RH. Montar la muestra de ensayo de tracción en la prueba aparato. No aplique fuerzas de flexión o rotativas al material adhesivo durante el montaje. Aplique la carga de tracción como se describe en 5.1.4.7.

5.1.4.7 Tasa de deformación para la rotura de uniones

La velocidad de deformación estándar para probar una muestra unida se recomienda que sea $(0,75 \pm 0,30)$ mm / min. Velocidad de la cruceta o una velocidad de carga de (50 ± 2) N / min. NOTA La rigidez de las diversas máquinas de prueba y ensambles de unión varía ampliamente y, por lo tanto, la carga la velocidad es más significativa que la velocidad de la cruceta.

5.2 Prueba de medición de la brecha para la adhesión a la dentina

5.2.1 General

La prueba de medición de brecha es otro enfoque que puede demostrar la eficacia de un material adhesivo que está destinado a unir un material de relleno a la dentina. [5], [6] Este tipo de prueba involucra al laboratorio preparación de una cavidad dental y su posterior llenado por el material de prueba o combinación de materiales.

La "restauración" y el diente resultantes se seccionan o rectifican para revelar la pared / restauración de la cavidad interfaz.

Si el relleno se ha colocado correctamente, la razón principal para la formación de una brecha o lagunas a su alrededor es la contracción de polimerización del sistema de material restaurativo.

El agente de unión de dentina está destinado para resistir las fuerzas de esta contracción y, si es totalmente efectiva, no se formará ninguna brecha.

Si el enlace es parcialmente efectivo para resistir las fuerzas, parte de la contracción de polimerización será manifestado por cambios dimensionales externos antes de que la interfaz se rompa. Por lo tanto, una pequeña brecha demostrará un agente más eficaz en comparación con el asociado con una brecha grande. La prueba puede ser utilizado para evaluar la efectividad del adhesivo varias veces después de la finalización de la restauración.

Es importante que si se recomienda un agente adhesivo específico para un material restaurativo específico, entonces esta combinación particular debería ser probada. La prueba es técnica sensible y el probador necesita una buena capacitación en el manejo y la aplicación de todos los materiales utilizados en el procedimiento, además de ser competente en la preparación de la cavidad dental.

Realice la prueba a $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ y $(50 \pm 10)\%$ RH para limitar las influencias de los cambios térmicos.

5.2.2 Sustrato y almacenamiento de dientes

Ver 5.1.2.

5.2.3 Preparación de la cavidad

Acondicionar los dientes en agua destilada a $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ durante un mínimo de 12 h antes del ensayo procedimiento.

Plano de la superficie bucal del diente sobre papel de carburo de silicio húmedo (ver 5.1.2.5) fijado a un plano duro superficie para exponer un área de dentina de al menos 4 mm de diámetro. Prepare una cavidad de dentina $(3,0 \pm 0,5)$ mm diámetro de aproximadamente 1,5 mm de profundidad con un ángulo cavosuperficial de aproximadamente 90° . Use una fresa de carburo con una cabeza de fisura plana recta con extremo plano y sin cortes transversales de acuerdo con ISO 3823-1: 1997, 5.3.2.4 a aproximadamente 4 000 rpm y enfriamiento de agua liberal. La muestra debe evaluarse a 5 aumentos para garantizar que todo el margen cavosuperficial esté rodeado de dentina.

5.2.4 Procedimiento de llenado

Siga de cerca las instrucciones del fabricante, incluida la elección de otros materiales necesarios y todo otros pasos necesarios para completar el procedimiento de llenado total.

NOTA El encharcamiento de materiales de alta viscosidad en la cavidad reduce el riesgo de huecos a lo largo de las paredes de la cavidad.

5.2.5 Almacenamiento de la muestra

Después de completar la restauración, almacene la muestra en agua de grado 3, de acuerdo con ISO 3696: 1987, a $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$. Para probar el efecto inicial de un adhesivo en la prevención de lagunas debido a la contracción del material restaurador, las muestras deben inspeccionarse a (10

± 2) minutos de almacenamiento. Otro almacenamiento los tiempos serán apropiados para la evaluación a largo plazo de un adhesivo.

5.2.6 Medida de huecos

Retire aproximadamente 0,1 mm de la superficie del relleno y la dentina mediante una molienda suave y húmeda sobre silicio papel de carburo con un tamaño medio de partícula de 8 µm de grado P2500 de acuerdo con ISO 6344-1: 1998.

La superficie de la muestra debe mantenerse húmeda de forma continua y a una temperatura de $(23 \pm 2) ^\circ \text{C}$.

Enjuague la superficie de la muestra a fondo con un chorro de agua para eliminar la suciedad en los espacios. Medir la ancho máximo del espacio más ancho observado a lo largo de la circunferencia de la pared de la cavidad usando un dispositivo como un microscopio de medición. La medición debe realizarse sin deshidratación del diente / superficie de relleno, p. en una cámara saturada de agua. Se debe examinar un mínimo de 10 cavidades.

5.4 Pruebas de uso clínico

5.4.1 Introducción

Hasta el momento, una prueba de uso clínico es la única base real para evaluar la eficacia clínica y el tiempo de vida de un adhesivo material. Dichas pruebas deben diseñarse y realizarse de acuerdo con procedimientos clínicos aceptados y el uso previsto del material.

5.4.2 Método

Las pruebas de uso clínico deben seguir los principios generales dados en ISO 14155 o protocolos apropiados tales como los que pueden estar disponibles en FDI World Dental Federation [8] o como se describe a continuación.

5.4.3 Restauraciones

El tipo de restauración utilizada debe decidirse de acuerdo con el uso previsto del material. Si las caries están preparadas, se prefiere un tipo de cavidad con variaciones limitadas en forma y tamaño.

5.4.4 Duración del estudio

La duración del estudio debe decidirse mediante una evaluación de la incidencia probable de observaciones adversas.

Esto dependerá del material que se esté investigando y de que se especifique cualquier propiedad en particular, p.ej. tinción marginal o si es simplemente "restauración presente". Las observaciones deben hacerse y registrarse en la línea de base y en intervalos apropiados durante el estudio.

5.4.5 Tamaño de muestra

El tamaño de la muestra dependerá de la incidencia pronosticada de cambios en la restauración. Los motivos de la pérdida de pacientes y / o falla de restauraciones debe ser identificado.

5.4.6 Procedimientos clínicos

Una descripción detallada de los procedimientos clínicos que comprenden el diseño, los instrumentos utilizados, el aislamiento procedimientos, pretratamiento de superficies, mezcla y colocación de material, método de polimerización, acabado, etc. debe ser dado.

5.4.7 Evaluación

La evaluación debe incluir métodos clínicos directos y, si es posible, indirectos. Donde sea posible, el evaluador no debe ser la persona que colocó las restauraciones.

Los métodos clínicos directos se basaban tradicionalmente en los criterios del USPHS. [9] Sin embargo, este tipo de evaluación, aunque simple, es de alguna manera no discriminatoria y los métodos más refinados están ahora disponibles.

5.4.8 Tratamiento de resultados

Se debe considerar el uso de un análisis de tabla de vida para tener en cuenta la pérdida de pacientes o pérdida de restauraciones debido a cláusulas no relacionadas.

Anexo A

(Informativo)

Ejemplos de métodos de prueba para medir la resistencia de la unión

A.1 General

Este Anexo enumera varios ejemplos de pruebas publicadas de resistencia de la adherencia con una breve descripción de los principios y una referencia a publicaciones para una descripción más completa.

A.2 Pruebas de tracción

A.2.1 Prueba Kemper y Killian

Consiste en un aparato de prueba de varias partes para asegurar la alineación durante la preparación y prueba de la muestra incluidos los soportes para el material y el diente (copa de diente, copa de material), un bloque de alineación de unión, un bloque de alineación de medición, y un conjunto de barras para la conexión a la máquina de prueba universal. Los soportes translúcidos especiales están hechos para materiales fotopolimerizables. El método ha sido utilizado en varias pruebas publicadas. [11]

A.2.2 Prueba de Bencor

Basado en un aparato disponible comercialmente (dispositivo Bencor Multi-t-testing) para hacer especímenes y realizar ensayos de tracción bajo condiciones controladas (alineación), utiliza en parte los mismos principios como se describió en la prueba anterior (A.2.1). El soporte del material (metal) permite el uso de fotopolimerización materiales. [12]

A.2.3 Prueba de Dumb-bell

Un espécimen en forma de campana tonta con una sección transversal rectangular de área de unión cortada de un

Especímen de diente / compuesto adhesivo que permite un buen control del área de unión y guía el fractura a la interfaz adhesiva. Muestras limitadas a un área de unión de 3×2 mm llamada "mini-dumbbell" parece dar más información sobre las superficies de unión y el mecanismo de unión. [13], [14], [15]

A.2.4 Prueba de tracción micro

Ensayo de tracción para la resistencia de unión en el que las probetas con forma de reloj de arena de aproximadamente 1 mm^2 se unieron área se han introducido. Se sugiere que un área de unión más pequeña tendrá menos defectos y por lo tanto, una fuerza de unión medida más válida. [16], [17]

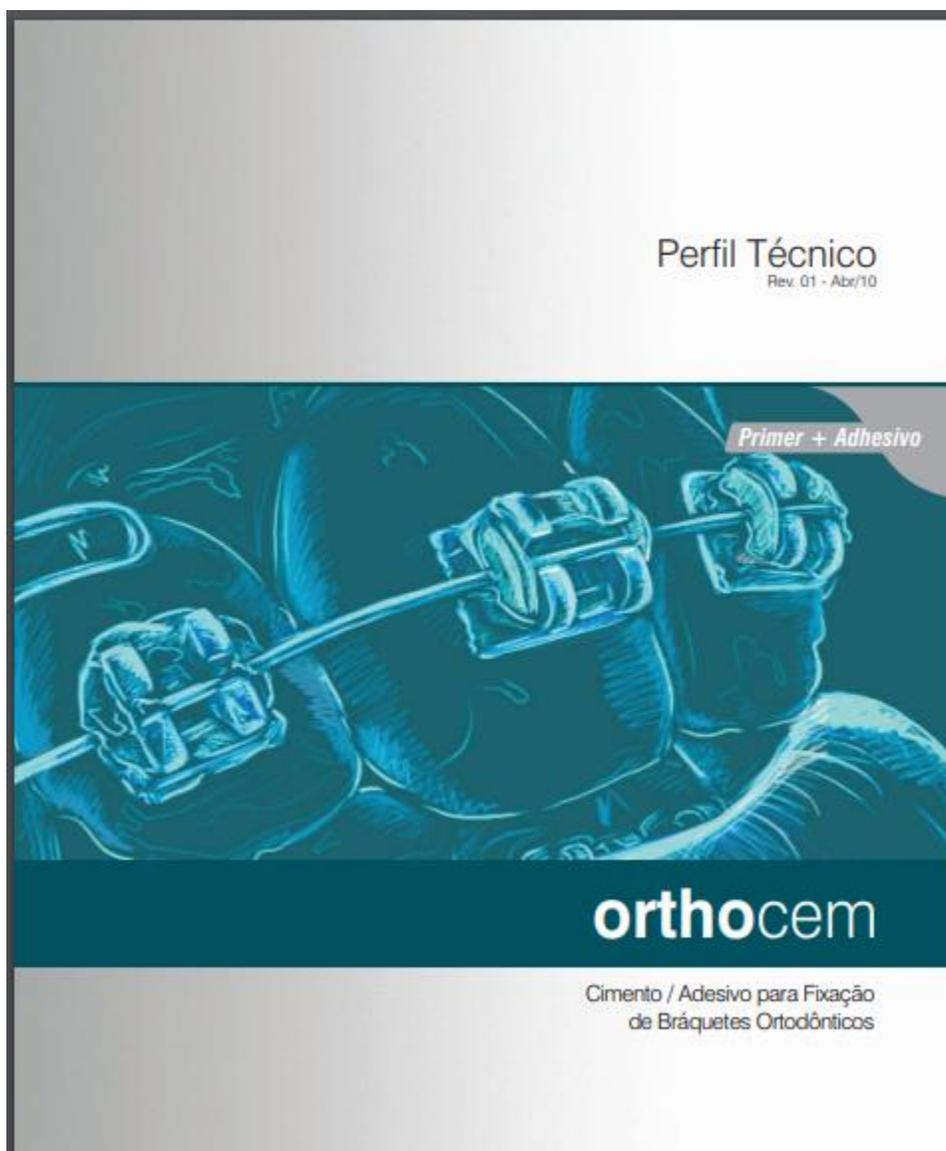
A.3 Otras pruebas de resistencia de la unión

A.3.1 Prueba de tenacidad a la fractura

Una prueba de resistencia a la fractura diseñada para una prueba más controlada de la energía requerida para romper un adhesivo enlace. Consiste en una muestra de prisma triangular con menos muescas colocada en un soporte de prueba especial e incluye un bloque de montaje para la preparación de especímenes.

Anexo 2

Protocolo de adhesión Orthocem



Passo-a-Passo

A seguir é apresentado um caso clínico que demonstra a instalação de aparelho fixo cimentado com OrthoCem. O passo-a-passo é bastante simples e ágil, uma vez que se trata de um adesivo monocomponente (*primer incorporado ao bond*).



1. Aspecto inicial do paciente.



2. Após profilaxia, aplicação do condicionador ácido CondAc 37 (FGM) nos dentes por 15 segundos.



3. Lavagem e secagem dos dentes.



4. Aplicação de OrthoCem (FGM) no bráquete.



5. Posicionamento do bráquete no dente.



6. Os excessos são facilmente removidos com sonda exploradora.



7. Fotoativação por 20 segundos nas margens do bráquete.



8a e 8b. O arco pode ser instalado logo após a fotopolimerização dos bráquetes.



8b.

Caso gentilmente cedido por Dr. Rodrigo Stanislawczuk.

Anexo 3

Ficha técnica máquina de ensayo universal CMT – 5L



PÁRAMETROS DE MEDICIÓN

- Fuerza máxima de prueba: 5kN (Se puede agregar sensores para extender el intervalo de fuerza).
- Rango de precisión: 0.5
- Intervalo de medición de la fuerza de prueba: 0.4%~100%FS (escala completa).
- Error Indicativo de fuerza de prueba: valor indicativo dentro de $\pm 0.5\%$.
- Resolución de la fuerza de prueba $\pm 1/300000$ de prueba de fuerza máxima sin alterar el grado ni la resolución a lo largo de todo el proceso.
- Deformación del intervalo de medición: 0.2%~100%FS .
- Deformación de error indicativo: Valor indicativo dentro de $\pm 0.5\%$.
- Resolución de deformación: 1/200000 máximo de deformación hasta 1/300000.
- Desplazamiento de error indicativo: valor indicativo dentro de $\pm 0.5\%$.
- Resolución de desplazamiento: 0.025 μ m.

PÁRAMETROS DE CONTROL

- Intervalo ajustable de la tasa control de fuerza: 0.005~5%FS/s.
- Precisión de control del intervalo de la tasa de control de fuerza:
 Cuando la tasa de control es menor que 0.05%FS/s, dentro de $\pm 2\%$ del valor de ajuste.
 Cuando la tasa de control no es menor que 0.05%FS/s, dentro de $\pm 0.5\%$ del valor de ajuste.



Mitutoyo

500-197-20

0 - 8"

0 - 200mm

Anexo 4

Ficha de recolección de datos



HTL

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

INFORME DE ENSAYO N°		IE-0077-2019		EDICION N° 2		Página 1 de 4	
ENSAYO DE CIZALLAMIENTO EN BRACKETS ADHERIDOS EN DIENTES							
1. TESIS		“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE BRACKETS METÁLICOS UTILIZANDO DIFERENTES TÉCNICAS DE PREPARACIÓN DEL ESMALTE DE DIENTES BOVINOS”					
2. DATOS DEL SOLITANTE							
NOMBRE Y APELLIDOS		Cinthy Plasencia Vidal					
DNI		47552488					
DIRECCIÓN		Av. Juvenal Villaverde #317 Urb..San Amadeo de Garagay.					
CIUDAD		San Martin de Porres					
3. 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					
4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS							
FECHA DE INGRESO		05		Octubre		2019	
LUGAR DE ENSAYO		Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.					
CANTIDAD		4 Grupos					
DESCRIPCIÓN		Muestras de Brackets adheridos en dientes					
IDENTIFICACIÓN		Grupo 1		Desprotección con Hipoclorito de Sodio			
		Grupo 2		Aeropolizador con Bicarbonato de Sodio			
		Grupo 3		Profilaxis con Piedra Pómez			
		Grupo 4		Grupo Control			
5. REPORTE DE RESULTADOS							
FECHA DE EMISION DE INFORME		05		Octubre		2019	

INFORME DE ENSAYO N°	IE-0077-2019	EDICION N° 2	Página 4 de 4
<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de ensayo 0.75 mm/min 			
7. CONDICIONES AMBIENTALES			
	TEMPERATURA : 18 °C HUMEDAD RELATIVA : 85 %		
8. VALIDÉZ DE INFORME			
	VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME		
	 HTL HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE		
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN			
ING. MECANICO			
LABORATORIO HTL CERTIFICATE			

Anexo 5

Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivo General	Objetivos Específicos
<p>¿Cuál será la fuerza de adhesión de brackets metálicos utilizando tres técnicas de preparación del esmalte de dientes bovinos?</p>	<p>Comparar la fuerza de adhesión de brackets metálicos utilizando diferentes técnicas de preparación del esmalte de dientes de bovinos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar la fuerza de adhesión de brackets metálicos cementados con una resina monocomponente (Orthocem), tratada previamente la superficie del esmalte de dientes de bovinos con hipoclorito de sodio al 5.25% (NaOCl). 2. Determinar la fuerza de adhesión de brackets metálicos cementados con una resina monocomponente (Orthocem), tratada previamente la superficie del esmalte de dientes de bovinos con Aeropulidor dental con bicarbonato de sodio. 3. Determinar la fuerza de adhesión de brackets metálicos cementados con una resina monocomponente (Orthocem), tratada previamente la superficie del esmalte de dientes de bovinos con profilaxis con una pasta de piedra pómez. 4. Determinar la fuerza de adhesión de brackets metálicos cementados con resina Orthocem en dientes de bovinos sin tratamiento previo (Grupo control). 5. Comparar las fuerzas de adhesión de cada tratamiento previo de la superficie del esmalte de diente de bovino.

Anexo 6

Análisis de normalidad de las variables Shapiro-Wilk.

Shapiro-Wilk			
	Estadístico	Gl.	Sig.
Grupo 1	0.917	15	0.171
Grupo 2	0.855	15	0.021
Grupo 3	0.915	15	0.162
Grupo 4	0.920	15	0.194

Gl.: Grados de libertad; Sig.: Significancia.

La tabla nos muestra que los grupos 1, 3 y 4 tiene un valor de significancia mayor a 0.05 por lo cual se comprueba su normalidad, mientras que el grupo 2 tiene un valor de significancia menor a 0.05, demostrando que no presenta normalidad y por tanto se aplicó una prueba estadística no paramétrica.

Anexo 7

Recolección de los dientes de bovino en el camal “La Colonial” y preparación de la muestra en tubos de PVC.



Anexo 8

Presentación de los materiales a emplear en la ejecución.



Anexo 9

Grupo 1 (Desproteinización con hipoclorito de sodio al 5.25%)



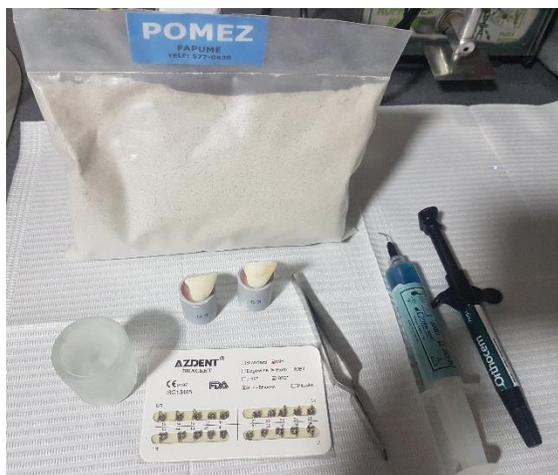
Anexo 10

Grupo 2 (Aeropulidor con Bicarbonato de sodio)



Anexo 11

Grupo 3 (Profilaxis con Piedra Pómez)



Anexo 12

Grupo 4 (Grupo control, grabado con ácido fosfórico al 37%)



Anexo 13

Ensayo de cizallamiento en brackets adheridos en dientes bovinos

