

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POST GRADO
MAESTRÍA EN INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA E INNOVACIÓN



**EFFECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 40% SOBRE LA FUERZA DE
ADHESIÓN DE BRACKETS EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO.
ESTUDIO IN VITRO. TACNA, 2016.**

TESIS

Presentada por:

C.D. Esp. Marco Antonio Sánchez Tito

Para obtener el Grado Académico de:

MAGISTER EN INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA E INNOVACIÓN

TACNA – PERÚ

2016

AGRADECIMIENTOS

A todos mis maestros, quienes me formaron y permitieron aprender de ellos. Asumir el rol de maestro y tener la responsabilidad de construir escenarios de enseñanza/aprendizaje para nuestros estudiantes será siempre una actividad llena de satisfacción.

A la Dra. en Cs. Nelly Kuong Gómez por asumir la asesoría de esta Tesis y por su constante apoyo en mi labor docente en la Escuela Profesional de Odontología de esta Universidad.

A mis amigos, gracias porque cada uno y a su manera siempre me han apoyado y han sido cómplices de mis proyectos.

DEDICATORIA

A mi madre (*in memoriam*), artífice de todos mis logros. Mi amor y aprecio por siempre.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
1. EL PROBLEMA	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.3. FUNDAMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.4.1 Objetivo general	6
1.4.2 Objetivos específicos	6
1.5. CONCEPTOS BÁSICOS	7
1.6. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	7
CAPÍTULO II	11
2. FUNDAMENTO TEORICO CIENTÍFICO	11
2.1. Aclaramiento dental	11
2.2. Adhesión al esmalte post aclaramiento	15
2.3. Fuerzas adhesivas y pruebas de resistencia	16
CAPÍTULO III	19
3. MARCO METODOLOGICO	19
3.1 HIPÓTESIS	19
3.2 VARIABLES	19
3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN	20
3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	20
3.5 ÁMBITO DE ESTUDIO	20
3.6 POBLACIÓN Y MUESTRA	21
3.6.1 Unidad de estudio	21
3.6.2 Muestra	21

3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	21
CAPÍTULO IV	22
4. LOS RESULTADOS	22
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	22
4.1.1 Preparación de la unidad de análisis	22
4.1.2 Aleatorización de las unidades de análisis	23
4.1.3 Procedimiento de aclaramiento dental	23
4.1.4 Grabado ácido del esmalte	24
4.1.5 Procedimiento de adhesión de los brackets	24
4.1.6 Medición de la fuerza de adhesión	24
4.1.7 Estudio de la falla de interfase	25
4.2 DISEÑO DE LA PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	25
4.3 PRESENTACION DE LOS RESULTADOS	26
4.4 DISCUSIÓN	32
CAPÍTULO V	37
5.1 CONCLUSIONES	37
5.2 SUGERENCIAS	38
BIBLIOGRAFÍA	39
ANEXOS	48
Ficha de observación de los datos	48
Lista de figuras	50
Pruebas estadísticas	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de resistencia al cizallamiento de las unidades de estudio en Mega Pascales (MPa). Pág. 26

Tabla 2. Estadística descriptiva de la resistencia a las fuerzas de cizallamiento (MPa) según grupos y estadígrafos de prueba. Pág. 28

Tabla 3. Distribución de frecuencias de los valores del Índice Remanente Adhesivo y comparación entre grupos por medio de la prueba de χ^2 de Pearson.

Pág. 29

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto de un agente aclarador a base de peróxido de hidrógeno al 40% sobre la fuerza de adhesión de brackets metálicos cementados en distintos intervalos de tiempo.

Material y métodos: 60 premolares superiores fueron aleatoriamente asignados a 4 grupos de 15 unidades cada uno. En el grupo I los brackets fueron cementados 1 hora después de someter los dientes al aclaramiento dental, en el grupo II los brackets fueron cementados luego de 7 días y en el grupo III los brackets fueron cementados luego de 14 días, un grupo sirvió de control donde no se realizó el aclaramiento dental. Se midió la fuerza de resistente al cizallamiento de los brackets por medio de una máquina universal de ensayos y se empleó el índice IRA para valorar la interfase donde se produjo la falla.

Resultados: los resultados muestran que el aclaramiento dental reduce significativamente la fuerza de adhesión de los brackets ($p < 0,05$). La fuerza necesaria para descementar los brackets en el grupo III (17,95 MPa) fue similar a la que se requirió en el grupo control (18,03 MPa), los grupos I y II presentaron valores bajos (13,37 MPa y 13,58 MPa respectivamente). Se encontraron diferencias significativas en los valores IRA ($p < 0,05$). Valores 3 de IRA se observaron en el grupo control, lo que indica que la falla ocurrió en la interfase brackets/resina predominantemente. En el grupo I la falla ocurrió de manera más frecuente en la interfase esmalte/adhesivo (valor 0).

Conclusiones: el uso de peróxido de hidrógeno al 40% como agente aclarador reduce las fuerzas de adhesión de los brackets. Los valores retornaron a la normalidad luego de 14 días.

Palabras claves: resistencia a la fuerza de cizallamiento, agentes aclaradores dentales, brackets metálicos, adhesión dental.

ABSTRACT

Objective: to evaluate the effects of hydrogen peroxide at 40% as a bleaching agent on shear bond strength of metallic brackets bonded at several time intervals.

Materials and methods: 60 upper premolar were randomly assigned to four groups of 15 units each. In group I brackets were bonded at 1 hour after the bleaching, in group II the brackets were bonded after 7 days, and in the group III the brackets were bonded after 14 days, a group was used as a control, where bleaching agent was not applied. Shear bond strengths of all the brackets were tested with a Universal testing machine. ARI Index was used to evaluate the interface of bond fail.

Results: the results showed that bleaching significantly reduced the bonding strength of the orthodontic brackets ($p < 0.05$). The mean shear bond strength of group III (17.95 MPa) were not statistically different to the group control (18.03 MPa). In group I and II the values were lower (13.37 MPa, 13.58 MPa respectively). There were found significant differences in ARI index ($p < 0.05$). ARI score 3 was observed in group control, what indicate that the fail interface was bracket/adhesive predominately. In group I the fail interface was more frequently in the enamel/adhesive interface.

Conclusions: the use of hydrogen peroxide at 40% as a bleaching agent reduce the shear bond strength of metallic brackets. Values turn to normality after 14 days.

Key words: shear bond strength, tooth bleaching agents, metallic brackets, dental bonding.

INTRODUCCIÓN

La ortodoncia como especialidad de la odontología, tiene como principio corregir la alineación de los dientes y mejorar las relaciones de las estructuras que los contienen. Ésta conceptualización no es ajena a una perspectiva estética, la evolución y mejora constante de los materiales y técnicas permitieron incorporar en la ortodoncia procedimientos adhesivos que facilitaron tremendamente el acceso al tratamiento; considerando que en el tratamiento de ortodoncia el proceso adhesivo de los brackets es realizado sobre esmalte, esto permite que los procedimientos sean seguros y previsibles, la intención es permitir una adhesión segura y que permita realizar las aplicaciones de fuerzas sobre los sistemas de brackets para la movilización de los dientes, pero a la vez disminuir las posibilidades de daño al esmalte cuando sea necesario retirar los brackets al terminar el tratamiento o al requerir reposicionamiento de los mismos. Está claro que en nuestros días el requerimiento más común de los pacientes está relacionado con la estética, los procedimientos estéticos en odontología son cada vez menos invasivos permitiendo disponer de diversas posibilidades para satisfacer los requerimientos y preferencias de los pacientes; lograr una sonrisa armoniosa es en muchos casos un requisito que posiciona a las personas en un estado de confianza personal ayudándolos en sus actividades cotidianas tanto profesionales como personales. Es común notar en la consulta el requerimiento de aclaramiento dental por parte de los pacientes, muchas veces asociado a la necesidad de corregir la posición o el alineamiento de los dientes. Diversos factores pueden estar involucrados en el éxito del proceso adhesivo sobre esmalte previamente aclarado, estos pueden ser: el agente aclarador, la técnica empleada, el uso o no de desensibilizantes, el tiempo posterior al aclaramiento, la contaminación de la superficie, entre otros. Tradicionalmente los agentes empleados para el aclaramiento dental han sido el peróxido de hidrógeno y el peróxido de carbamida a distintas concentraciones; recientemente se ha introducido en el mercado un producto a base de peróxido de hidrógeno al 40%. El aclaramiento de los dientes ocurre debido al hecho de que el peróxido tiene bajo peso molecular se facilita su penetración en las estructuras dentarias; asociada a la permeabilidad dental, característica que permite la difusión del

oxígeno por el esmalte y dentina para actuar en las estructuras orgánicas del diente, y así aclararlo, además existe una liberación prolongada de oxígeno en el esmalte aclarado y esto podría inhibir la polimerización de la resina y así reducir la fuerza de adhesión en la interfase esmalte-adhesivo propiciando fallas en la adhesión de los brackets. En cuanto al tiempo apropiado para realizar el procedimiento adhesivo posterior al aclaramiento de los dientes no existe consenso en la literatura, algunos reportes señalan que no existe influencia en este aspecto, otros recomiendan esperar 7, 14 hasta 30 días para poder garantizar un correcto proceso adhesivo. El objetivo del presente trabajo fue identificar los efectos del aclaramiento dental con el peróxido de hidrógeno al 40% sobre la adhesión de brackets metálicos, considerando distintos tiempos en la cementación de los brackets post aclaramiento.

El autor.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso de adhesión de los brackets sobre la superficie dentaria es una actividad cotidiana e indispensable para poder alcanzar los objetivos planteados en el tratamiento de ortodoncia. El procedimiento de adhesión en ortodoncia resulta ser complejo y claramente tiene otros propósitos a aquellos que rigen la odontología restauradora.

El cemento resinoso con el que son adheridos los brackets requiere una resistencia al descementado lo suficientemente alta para que no se desprendan durante las cargas de fuerza aplicadas por los alambres ortodónticos, pero no deben exceder el punto en el cual se puede dañar la integridad del esmalte al momento de retirar los brackets. Al respecto la literatura señala que fuerzas superiores a 14 Mpa pueden producir deterioro de la superficie del esmalte.

Cuando se aborda el tema de la descementación de los brackets se debe tener en cuenta una serie de factores que pueden influenciar en el fracaso de la adhesión, como el tipo de malla del bracket, el tipo de resina, el acondicionamiento de la superficie dentaria, la contaminación de la superficie durante el proceso, entre otros.

Los avances sucedidos en odontología estética han permitido que los procedimientos de aclaramiento sean seguros y efectivos, cubriendo las exigencias de los pacientes, ya que son ellos los

que solicitan dicho tratamiento de forma cada vez más frecuente e incluso previamente a iniciar el tratamiento de ortodoncia cuando sus exigencias son superiores (1). Sin embargo se ha evidenciado que algunos de los elementos químicos que forman parte de las soluciones aclaradoras pueden interferir en el proceso de adhesión al estrato dentario, afectando de forma negativa la resistencia al descementado de los aparatos ortodónticos (2)(3). Dentro de los agentes aclaradores el peróxido de hidrógeno es el más empleado para tratar los cambios de color intrínsecos de los dientes (4), el peróxido de hidrógeno se presenta en diversas concentraciones y con distintas indicaciones de aplicación.

Una variable que también ha sido asociada al efecto del aclaramiento dental y la adhesión es el momento en el cual se realiza el proceso adhesivo, esto es, si se efectúa inmediatamente después del aclaramiento dental o sí se debe esperar algún tiempo hasta poder hacerlo (5), el operador debe saber que los procedimientos adhesivos pueden verse afectados por el proceso oxidativo producto del aclaramiento del estrato dentario. Algunos estudios señalan que el proceso oxidativo puede durar de 7 a 14 días, por lo que recomiendan que los procedimientos adhesivos en la odontología restauradora deben ser realizados luego de este periodo de tiempo o incluso mayor.

No existe un consenso en este tema en relación a cuál es el tiempo que debe esperarse hasta realizar el proceso de adhesión de los brackets sobre la superficie de esmalte previamente aclarada. Prietsch (6) concluyó que el aclarado dental con peróxido de hidrógeno al 35% reduce la fuerza de adhesión después de 24 horas, sugiriendo un periodo de 7 días de espera después del aclaramiento para poder realizar procedimientos adhesivos.

Bajo esta perspectiva el presente estudio busca comparar el efecto de un nuevo agente aclarador a base de peróxido de hidrógeno al 40% en la resistencia al descementado de brackets metálicos y verificar la influencia del tiempo transcurrido entre el proceso de aclaramiento dental y la cementación de los brackets.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál será el efecto del peróxido de hidrógeno al 40% sobre la fuerza de adhesión de brackets medida en diferentes intervalos de tiempo?

1.3 FUNDAMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Con un alto incremento en la demanda de tratamiento por parte de pacientes adultos, los ortodoncistas se enfrentan a aquellos que no solo están satisfechos con una dentición bien alineada sino que también buscan lucir una sonrisa de apariencia más agradable. Muchos productos aclaradores y técnicas están disponibles en el mercado y a pesar del tan alto éxito clínico de los procedimientos de aclaramiento dental, no todas las dudas sobre su uso han sido explicadas, y una de ellas se refiere a los efectos adversos sobre la resistencia de unión de elementos auxiliares en ortodoncia, los cuales todavía siguen siendo muy controvertidos. Al revisar la literatura se puede observar que en algunos estudios existe una reducción sobre la adhesión, en otros existe un incremento e incluso algunos demuestran que no existe alteración. Si observamos estos estudios podemos notar algunas variables que pueden explicar la gran variación en los resultados como: el tipo de agente aclarador, la técnica de aclaramiento, el tipo de esmalte (humano, bovino), el tipo de prueba (tracción, cizallamiento), el tipo de bracket que es sometido a prueba, el tipo de cemento

empleado y el momento en que se cementan los brackets post aclaramiento. Recientemente ha sido introducido en el mercado un producto para el aclaramiento dental a base de peróxido de hidrógeno al 40% pero no se han reportado investigaciones considerando el uso de peróxido de hidrógeno a este porcentaje sobre la capacidad adhesiva de los brackets. Debido a la gran demanda de pacientes adultos en busca de procedimientos estéticos que incluyen aclaramiento dental y tratamiento de ortodoncia y a la variedad en las conclusiones de estudios previos se hace evidente la necesidad de más trabajos que aborden el tema.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del peróxido de hidrógeno al 40% sobre la fuerza de adhesión de brackets, considerando diferentes intervalos de tiempo post aclaramiento.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar el efecto del peróxido de hidrógeno al 40% sobre la fuerza de la adhesión de brackets adheridos luego de 1 hora, 7 y 14 días post aclaramiento.
- Comparar la resistencia a las fuerzas de cizallamiento luego de 1 hora, 7 y 14 días post aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 40%.
- Identificar los valores del Índice Remanente Adhesivo en los dientes luego de la prueba de resistencia a la fuerza de cizallamiento.

1.5 CONCEPTOS BÁSICOS

Aclaramiento: se trata del empleo de agentes químicos oxidativos (algunas veces en combinación de calor o luz) para aclarar los dientes decolorados o pigmentados.

Adhesivos: término empleado para indicar a los materiales que retienen a los brackets ortodónticos sobre la superficie de los dientes.

Interfase de falla: sitio donde ocurre la falla de adhesión.

Mega pascal: la unidad de presión (medida de fuerza por unidad de área). Es igual a 1,000,000 PA o cerca de 10 atmósferas. Símbolo MPa.

Newton: la unidad de fuerza, cuando aplicada al vacío a un cuerpo teniendo la masa de un kilogramo, lo acelera a un rango de 1 metro por segundo al cuadrado. Símbolo N.

Fuerza de cizallamiento: estrés/área requerida para separar un bracket adherido a un diente cuando una parte es forzada a desplazarse sobre la otra.

1.6 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Nascimento RG, cols. Does the time interval after bleaching influence the adhesion of orthodontic brackets? 2013. (7). Emplearon 90 premolares que fueron divididos en 9 grupos de acuerdo al método de aclarado utilizado (doméstico y en consultorio) las muestras fueron almacenadas en saliva artificial por 30 minutos, 1 día, 2 semanas y 3 semanas antes de la adhesión. El grupo control permaneció en saliva por 7 días. Los brackets fueron adheridos con sistema adhesivo Transbond XT. Se utilizó una prueba de resistencia al cizallamiento. En índice remanente adhesivo fue empleado para evaluar la cantidad de resina remanente sobre el esmalte después del descementado.

Sus resultados demostraron que en todos los grupos la fuerza de adhesión al esmalte disminuyó, excepto para el grupo en que los brackets fueron cementados 30 minutos después del aclaramiento doméstico. Las fuerzas de adhesión retornaron a valores cercanos a los del esmalte sin aclaramiento dentro de las 3 semanas siguientes al aclarado. La mayoría de las fallas de adhesión fueron observadas en la interfase bracket – adhesivo.

Chandrashekar MH, cols. Effect of Office Bleaching Agents on the Shear Bond Strength of Metallic Brackets Bonded Using Self-Etching Primer System at Different Time Intervals – An In-Vitro Study. 2011. (8). Evaluaron la fuerza de adhesión en distintos intervalos de tiempos en dientes con y sin aclareamiento dental con transbond plus seftetching primer. Trabajaron con 3 grupos de 20 premolares (un grupo control, un grupo que fue sometido a aclarado dental con peróxido de hidrogeno al 35% inmediatamente antes de la adhesión y uno sometido a la adhesión 30 días después). La fuerza de resistencia al cizallamiento fue medida en MPa. Determinaron el índice remanente adhesivo después de las fallas de los brackets. Sus resultados mostraron que la fuerza de adhesión disminuye significativamente cuando los brackets son cementados inmediatamente después del aclarado, pero cuando la fuerza es medida luego de 30 días, los valores de resistencia al descementado se incrementaron. Recomiendan que la adhesión al esmalte deba ser realizado luego de 30 días post aclarado dental para mejorar la adhesión y prevenir las fallas de adhesión.

Güngör YA, cols. Effects of different bleaching methods on shear bond strengths of orthodontic brackets. 2013. (9). Emplearon 45 premolares que fueron divididos en 3 grupos (grupo I: el aclarado fue realizado con el método en el consultorio, el grupo II: el aclarado fue realizado con el método en casa y el grupo III sirvió como control). Los brackets fueron cementados con

una resina y curados con una lámpara LED. Luego se aplicó una prueba a la fuerza de cizallamiento. Los resultados mostraron diferencias significativas entre todos los grupos, los valores más altos fueron medidos en el grupo III, los valores más bajos en el grupo II. Los resultados mostraron que ambos métodos de aclarado dental afectan significativamente la resistencia al cizallamiento de brackets sobre el esmalte humano. El método en casa afectó de manera más adversa el proceso de adhesión.

Rego MVNN, cols. Evaluation of the influence of dental bleaching with 35% hydrogen peroxide in orthodontic bracket shear bond strength. 2013(10). Emplearon 21 premolares divididos en 3 grupos (grupo I: control, grupo II: aclaramiento con peróxido de hidrogeno al 35% y almacenado por 24 horas antes de la adhesión de los brackets, grupo III: aclaramiento con peróxido de hidrogeno al 35% y almacenado por 7 días antes de la adhesión de los brackets). Los brackets fueron cementados con resina Transbond XT (3M), luego de la cementación los dientes fueron almacenados en agua destilada por 24 horas antes de aplicar la prueba de tracción empleando una maquina universal de ensayos. Los resultados mostraron que el agente aclarador disminuyó significativamente la adhesión de los brackets cuando estos fueron cementados 24 horas después del proceso de aclaramiento dental, sin embargo no hubo diferencias entre el grupo II y grupo III.

Scougall VRJ, cols. Influence of four systems for dental bleaching on the bond strength of orthodontic brackets. 2011. (11). Emplearon 150 incisivos de bovinos divididos en 5 grupos; grupo I sirvió como control, grupo II fue aclarado con peróxido de hidrógeno al 38%, Grupo III con peróxido de carbamida, el grupo IV con un material a base de resina (RBCM beaty coat) y el grupo V: con RBCM White coat. Se adhirieron los brackets con una resina (trasbond plus CC de 3M) y las muestras fueron

almacenadas por 24 horas a 37°C. Posteriormente aplicaron una carga para producir una fuerza de cizallamiento con una máquina de prueba universal en la interfase bracket – diente. Los resultados mostraron que existieron diferencias significativas en los valores del índice de remanente adhesivo entre todos los grupos. El empleo de RBCM no redujo las fuerzas de adhesión. En contraste el peróxido de hidrógeno y de carbamida fueron significativamente bajos.

Öztaş E, cols. The effect of enamel bleaching on the shear bond strengths of metal and ceramic brackets. 2012. (12). Emplearon 120 premolares que fueron aleatoriamente divididos en 3 grupos, los dos primeros grupos fueron aclarados con peróxido de carbamida al 20% en casa, el tercer grupo sirvió como control. Todos los grupos fueron divididos en subgrupos de acuerdo a las combinaciones de adhesivos. Los brackets fueron adheridos a las muestras del grupo 1 24 horas después del aclarado. Para el grupo 2, los brackets fueron adheridos luego de 14 días. Se empleó una máquina de prueba universal para el descementado. Se empleó el índice remanente adhesivo modificado para evaluar las propiedades de fractura. Sus resultados no encontraron diferencias significativas entre la fuerza de cizallamiento entre los brackets metálicos y cerámicos de acuerdo al intervalo de tiempo ni al uso del adhesivo de curado químico o por luz. La modalidad de falla fue más común en la interfase bracket/adhesivo. Los resultados sugieren que el aclarado dental con agente a base de CP al 20% por medio de técnica en casa no afectan la fuerza de adhesión de los brackets metálicos o cerámicos, no hubo diferencias al comparar el tiempo.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTO TEÓRICO CIENTÍFICO

2.1. Aclaramiento dental

El aclaramiento dental es una técnica que tiene como finalidad mejorar la apariencia de los dientes. Este procedimiento es realizado con diferentes técnicas y concentraciones de peróxido. El gel mayormente empleado es a base de peróxido de carbamida en una concentración de 10% (técnica en casa) o peróxido de hidrógeno en concentración de 35% (técnica en consultorio) (13).

El peróxido de hidrógeno es un oxígeno reactivo y actúa como un fuerte agente de oxidación (14) y tiene la capacidad de desnaturalizar proteínas (15).

El mecanismo de acción de los agentes aclaradores está relacionado con la liberación de oxígeno (radical libre) en las estructuras dentarias. El aclaramiento de los dientes ocurre debido a que el peróxido al tener bajo peso molecular facilita su penetración en las estructuras dentarias; asociada a la permeabilidad dental, característica que permite la difusión del oxígeno por el esmalte y dentina para actuar en las estructuras orgánicas del diente, y así aclararlo (15)(16)(17). Cuando los pigmentos son expuestos a radicales libres, estos reaccionan resultando cadenas más pequeñas, sin color y menos pesadas por ello tienen mayor capacidad de difusión (18)(19)(20). De hecho pueden ser convertidas en dióxido de carbono y agua que son removidos por difusión con el oxígeno (21)(22). Los procedimientos de aclaramiento dental pueden ser catalizados por fuente de luz, aplicada sobre la superficie del diente para aumentar la velocidad de reacción y acelerar la descomposición del peróxido de hidrógeno (23).

Un punto importante que debe ser esclarecido es el comportamiento del esmalte como tejido. El esmalte es un tejido de origen epitelial, altamente mineralizado, que reviste externamente los dientes (24). Está constituido por cerca de 96% de minerales y apenas 1% de proteína y 3% de agua(25); la presencia de esta pequeña cantidad de material inorgánico parece ser muy importante al conferirle al diente mayor resistencia a la fractura(26).

Aunque tradicionalmente se piensa que el esmalte es un tejido inactivo, al ser producido por los ameloblastos éste adquiere forma de varillas entrelazadas y conectadas lateralmente. En un corte transversal las varillas de esmalte son comparables geoméricamente como un ojo de cerradura. Cada varilla está constituida por millones de cristales hexagonales que pueden ser comparados como ladrillos, donde entre ellos fluye el “fluido adamantino” (27).

El fluido adamantino cumple una función de hidratación y además toma iones de la superficie del esmalte así como de otras partes de él. Debido al flujo que adquiere el fluido adamantino los iones son incorporados a la superficie del esmalte y puede llevarlo a las partes más profundas.

Camargo (28) señala que el intercambio de iones permite la remineralización del esmalte en las manchas blancas causadas por caries después del aclarado dental externo. Durante la erupción dentaria, las proporciones de minerales entre las capas más profundas y superficiales del esmalte es similar, sin embargo, una vez que este se expone al medio oral, la superficie del esmalte se vuelve más mineralizada y rica en fluoruro.

La superficie ondular del esmalte o peregimatas, muestran poros, miles de depresiones que representan las marcas dejadas por los procesos ameloblásticos de Tomes cuando la última capa de ameloblastos es depositada. Los fluidos e iones pueden entrar

a través de la superficie porosa, renovando los cristales. Sin embargo estos poros también pueden permitir el paso de otras sustancias a las partes internas del esmalte (27).

Cuando las bacterias u otros ácidos entran a través de los poros y fluidos adamantinos, promueven la desmineralización de los cristales, disolviéndolos, reduciendo su estructura y alterando su forma; así el espacio intercristal se incrementa, aumentando la porosidad permitiendo que agentes indeseables puedan ingresar con mayor facilidad (28).

Las alteraciones de color de los dientes pueden deberse a causas intrínsecas como: la incorporación de material con potencial de pigmentación durante el desarrollo dentario o después de él; puede ser causado además por la fluorosis, el tratamiento con antibióticos (como las tetraciclinas), algunas patologías como amelogénesis o dentinogénesis interfecta, necrosis pulpar, entre otras (14)(29)(30)(31). Por otro lado las causas extrínsecas pueden ser producto del depósito de pigmentos sobre el esmalte, y son de carácter superficial causadas por el consumo de tabaco, algunas bebidas (té, Café, vino tinto) o algunos alimentos de coloración intensa; incluso algunos productos con agentes catiónicos como la clorhexidina pueden generar pigmentaciones (32)(33). Estas alteraciones de color y presencia de pigmentaciones en su superficie son el resultado de la interacción física y química de los tejidos dentarios y los agentes que causan la pigmentación (34). Es necesario entender que los pigmentos son cadenas moleculares largas de alto peso molecular y con la capacidad de absorber selectivamente algunas frecuencias en el espectro visible (32), presentando por eso color; y por tanto de difícil eliminación de la estructura dental. El oxígeno por medio de reacciones de óxido – reducción promueve la ruptura de estas macromoléculas en cadenas moleculares cada vez más pequeñas que son total o parcialmente eliminadas de la estructura dentaria por un proceso de difusión (35).

Pinto y cols (36) evaluaron el efecto de 4 agentes aclaradores a base de peróxido de hidrógeno sobre la superficie del esmalte. Aplicaron pruebas de microdureza y de rugosidad además realizaron una evaluación morfológica a través de microscopio electrónico de barrido. Sus resultados mostraron que todos los agentes promovieron la alteración de la morfología superficial del esmalte y la reducción en la microdureza; además todas las muestras expuestas a peróxido de hidrógeno al 35% incrementaron su rugosidad significativamente al ser comparadas con un grupo control. Este aumento en la rugosidad y consecuente generación de condiciones favorables a la acumulación de bacterias y también dificulta la remoción de ellas por procedimientos mecánicos (37)(38). Estas alteraciones conducen a la erosión del esmalte, ya que ocurrirá disolución de la porción mineralizada del diente (39).

Según Sasaki y cols (40) estas alteraciones pueden estar relacionadas con la acción de la urea, resultante de la degradación del peróxido de carbamida, o por la acción de los radicales libres del oxígeno, resultantes de la degradación del peróxido de hidrógeno; señala que la urea tiene la capacidad de desnaturalizar las proteínas presentes en la parte orgánica del esmalte y puede difundirse a través del mismo, afectando la superficie y la parte interprismática, lo que conduce a un aumento de la difusión de los productos aclaradores hacia la dentina y la pulpa.

A pesar de ello algunos estudios señalan que la reducción de la dureza/desmineralización del esmalte puede ser revertida espontáneamente, después de un periodo de remineralización (41)(42), a través de la aplicación de soluciones de flúor (43). Recientemente Penta y cols (44) realizaron un interesante estudio por medio de espectroscopia de impedancia electroquímica, compararon los efectos de los agentes aclaradores a base de peróxido de carbamida con y sin la adición de fluoruro. En el caso

de los geles sin fluoruro observaron una disminución en los valores de impedancia del diente. Como efecto se produjo una permeabilización en la estructura del diente, principalmente el esmalte. Esto corresponde clínicamente a una mayor permeabilidad y desmineralización de la superficie del esmalte. Señalan que este efecto puede estar relacionado con los efectos adversos post aclarado como el dolor o la hipersensibilidad. En el grupo donde se empleó los geles enriquecidos con fluoruro se observó un incremento en los valores de impedancia, debido a la penetración de los iones de fluoruro en la estructura de hidroxiapatita; con la formación natural de fluoruro de hidroxiapatita hay un incremento en los valores de impedancia mostrando una capa densa protectora externa. Señalan que tener la posibilidad de ver el tejido dental duro como una fase de circuito eléctrico y observar las modificaciones en detalle es de gran ventaja en el entendimiento de este complejo proceso.

2.2. Adhesión al esmalte post aclaramiento

Podemos definir a la adhesión como la fuerza que existe cuando dos sustancias están en íntimo contacto, las moléculas de una se adhieren o se insertan en las moléculas de otras, el material o película que se agrega para formar adhesión se llama adhesivo (45).

Cuando se complete el aclarado dental externo, los poros de la superficie del esmalte están más abiertos; por lo que el proceso de adhesión de las resinas se debilita y los aparatos ortodónticos están más propensos a desprenderse. Las áreas desmineralizadas del esmalte expuestas al medio oral son más propensas a incorporar pigmentos y permitir que productos tóxicos y ácidos ingresen, así promoviendo alteraciones en el color e incrementando la sensibilidad dentaria (27).

Lai y cols (46) señalan que como existe una liberación prolongada de oxígeno en el esmalte aclarado esto podría inhibir la polimerización de la resina y así reducir la fuerza de adhesión en la interfase resina-esmalte. Cavalli y cols (47) recomiendan esperar 3 semanas luego del aclaramiento antes de realizar el procedimiento adhesivo, ya que así se permite la reorganización del esmalte. Otro estudio sugiere que luego de 7 días el esmalte ya se ha organizado y que las fuerzas para la descementación de los brackets no se verían afectadas (10). Rao y cols (48) encontraron que no existe diferencias al comparar la adhesión post aclaramiento luego de 24 horas o 30 días. Öztaş y cols (12) señalan que no existen diferencias en la resistencia adhesiva al cementar los brackets luego de 24 horas o 14 días post aclaramiento. Matta (49) reportó que el tiempo transcurrido desde el aclaramiento hasta la cementación de los brackets no interfirió en la resistencia mecánica cuando fue realizada 24 horas o 1 semana después del aclaramiento.

2.3. Fuerzas adhesivas y pruebas de resistencia

Para estudiar la eficacia adhesiva se han desarrollado varios protocolos, los más empleados son la prueba de fuerza de resistencia al cizallamiento y la prueba de microtensión (50).

Lobato y cols (51) realizaron un estudio de revisión en bases de datos informáticas (medline y pubmed) para determinar los métodos de estudio de la eficacia adhesiva esmalte – aditamento ortodóntico, su búsqueda incluyó estudios realizados durante los años 2013 y 2015, encontraron que la prueba de fuerza de resistencia al cizallamiento es el método más empleado y que el método de observación del índice remanente adhesivo es el único para valorar el lugar del fracaso de la adhesión. Estos datos son soportados por estudios previos donde también se valora a la

prueba de fuerza de resistencia al cizallamiento como el método apropiado para la evaluación de la adhesión de dispositivos ortodónticos (52)(53)(54)(55).

La prueba de fuerza de resistencia al cizallamiento fue desarrollada por Shimada y cols (56) como un método alternativo a la prueba de microtensión. La prueba de FRC se debe emplear para probar materiales que fallen ante valores comprendidos entre 18-20 MPa. Reynolds y cols (57) propusieron un valor entre 6 y 8 MPa como valor umbral mínimo de fuerza de resistencia clínica para la adhesión de brackets.

El instrumento empleado por lo general para la medición de la resistencia al cizallamiento es una máquina de prueba universal, a esta máquina se le acopla un punzón que describe un movimiento de arriba hacia abajo (simulando un desplazamiento inciso-gingival) y que se desplaza a una aceleración constante (entre 1 a 0,5 mm/min) de este modo se va incrementando progresivamente la fuerza hasta provocar la falla del material (51), generando el desprendimiento, en este caso del bracket. La fuerza realizada para provocar la falla es recogida por un sistema de datos de la máquina que la registra en Newtons que deben ser convertidos a Mpa (54).

Para poder establecer una medida del tipo de fallo producido en la adhesión de los brackets se emplea el índice remanente adhesivo. La intención es determinar la cantidad de resina o adhesivo residual sobre los dientes luego de las pruebas de resistencia o la falla de la adhesión. El IRA fue desarrollado por Artun y Bergland (58) y consiste de 4 categorías: 0 cuando no quede ningún resto de adhesivo en el diente, 1 cuando queda menos del 50% de adhesivo, 2 queda más del 50% y 3 cuando queda todo el adhesivo sobre el diente. La correlación podrá ser medida como la cantidad de adhesivo remanente en el esmalte al determinar la cantidad de adhesivo remanente en la base del bracket. Para la

observación se emplea un estereomicroscopio con aumento de 10X (59)(60).

La interpretación de los datos de fuerza de adhesión se deben limitar a la efectividad de los adhesivos incluidos en el estudio, de ninguna manera pueden ser extrapolados y/o comparados con otro tipo de pruebas, ya que los resultados están asociados a los materiales, procedimientos y variables de prueba para el experimento en específico (54).

Los estudios in vitro tienen una falla al simular el desgaste multifactorial de los adhesivos en el medio oral, que incluye la fluctuación del Ph, cargas complejas cíclicas de masticación, ataque microbiano y degradación enzimática (61). Por lo tanto este ambiente oral son imposibles de ser reproducidos in vitro, Matasa (62) reportó que específicamente el complejo microflora y sus productos son posibles de inducir una alteración sustancial en la estructura y en las propiedades de los adhesivos ortodónticos.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. HIPÓTESIS

H0: A mayor tiempo post aclaramiento con Peróxido de hidrógeno al 40% menor o igual fuerza de adhesión de los brackets metálicos al sustrato dentario.

H1: A mayor tiempo post aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 40% mayor fuerza de adhesión de los brackets metálicos al sustrato dentario.

3.2. VARIABLES

Variable	Indicador	Categoría	Escala de medición
Fuerza de adhesión	Resistencia al descementado con máquina de prueba universal medida en Newtons	Valor en MPa	Numérica/razón
	Índice remanente adhesivo	0/1/2/3	categórica/ordinal
Adhesión de los brackets	Tiempo en el cual se adhieren los brackets posterior al aclaramiento	<ol style="list-style-type: none">1 hora después7 días después14 días después	Categórica/ordinal

a. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo:

Experimental, debido a que se realizó una intervención en los distintos grupos de estudio aplicando el agente aclarador, el proceso adhesivo y la prueba de resistencia.

Prospectivo, ya que las mediciones son de primera fuente y fueron levantadas luego de realizar la intervención.

Transversal, debido a que se realizó una sola medición del evento estudiado.

Analítico, debido a que la evaluación de las variables se realizó por estadística analítica, para comprobar la hipótesis propuesta.

b. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se trata de un diseño experimental ya que se emplearon 3 grupos que fueron sometidos al aclaramiento dental y posteriormente fueron adheridos brackets metálicos en distintos intervalos de tiempo para poder medir la fuerza de adhesión, se consideró además un grupo control al cual se realizó el procedimiento de adhesión de los brackets sin ser previamente sometido al aclaramiento dental.

c. AMBITO DE ESTUDIO

Los procedimientos de laboratorio necesarios para la realización de la investigación fueron realizados en el laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica Santa María de Arequipa, con la supervisión de los ingenieros Emilio Chire y Sulema Hachire.

d. POBLACIÓN Y MUESTRA

i. UNIDAD DE ESTUDIO

Piezas dentarias (premolares superiores).

ii. MUESTRA

Se seleccionaron 60 premolares extraídos por motivos ortodónticos, que fueron asignados de forma aleatoria en 4 grupos: 15 premolares que servirán como control, grupo I: 15 premolares que serán sometidos a proceso de aclaramiento dental 1 hora antes de realizar la adhesión de los brackets. Grupo II: 15 premolares sometidos a proceso de aclaramiento dental 7 días previos a la cementación de los brackets. Grupo III: 15 premolares sometidos a proceso de aclaramiento dental 14 días previos a la cementación de los brackets.

e. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Se empleó la técnica de observación laboratorial y como instrumento se empleó una ficha de recolección de datos de laboratorio.

CAPÍTULO IV

4. LOS RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Se recolectaron 60 premolares maxilares humanos recientemente extraídos (no más de 03 meses). Los dientes fueron almacenados en agua destilada con 0.1% de timol luego de ser limpiados y de eliminar cualquier resto de tejidos blandos. Los criterios de inclusión para los dientes fueron: esmalte bucal intacto, sin presencia de caries, sin defectos en el esmalte, fisuras o fracturas debido a la extracción dentaria, ni presencia de restauraciones.

Preparación de la unidad de análisis

Los dientes fueron incluidos en resina acrílica autopolimerizable (Vitacryl, Tarrillo Barba, Lima, Perú) en anillos de montaje de PVC (PAVCO, Lima, Perú) de ½" de diámetro y 20 mm de altura. Las caras vestibulares fueron alineadas perpendicularmente con la base del anillo de montaje. Este procedimiento orientará la superficie vestibular paralela a la fuerza durante la prueba de cizallamiento (fig.1).

Se realizó la profilaxis de la superficie vestibular de todos los dientes con una mezcla de polvo de piedra pómez y agua por medio de una escobilla tipo Robinson adaptada a un contra ángulo para eliminar la capa orgánica durante 20 segundos (fig.2). Los dientes fueron mantenidos en agua destilada para prevenir la deshidratación.

Aleatorización de las unidades de análisis

La asignación de las unidades de análisis para cada grupo fue realizada de forma aleatoria por medio de balotas; posteriormente todas las unidades de análisis fueron codificadas con el grupo y número de unidad.

Procedimiento de aclaramiento dental (fig.3-5)

Grupo Control: no se aplicó agente aclarador.

Grupo I: Se aplicó agente aclarador Opalescence Boots 40% PF. Ultradent Products. (Se realizaron un total de 3 aplicaciones de 20 minutos cada una, siguiendo las recomendaciones del fabricante). Los dientes fueron sometidos al procedimiento de adhesión de los brackets una hora después de haber completado el procedimiento de aclarado dental.

Grupo II: Se aplicó agente aclarador Opalescence Boots 40% PF. Ultradent Products. (Se realizaron 3 aplicaciones de 20 minutos cada una, siguiendo las recomendaciones del fabricante). Los dientes fueron sometidos al procedimiento de adhesión de los brackets 7 días después de haber completado el procedimiento de aclarado dental.

Grupo III: Se aplicó agente aclarador Opalescence Boots 40% PF. Ultradent Products. (Se realizaron un total de 3 aplicaciones de 20 minutos cada una, siguiendo las recomendaciones del fabricante). Los dientes fueron sometidos al procedimiento de adhesión de los brackets 14 días después de haber completado el procedimiento de aclarado dental.

Grabado ácido del esmalte

Se aplicó ácido acondicionador fosfórico al 37% (Maquira, Maringá, PR, Brasil) sobre la cara vestibular de los premolares en la zona correspondiente a la ubicación de los brackets, luego de 20 segundos se lavó con abundante chorro de agua por 40 segundos (fig.6).

Procedimiento de adhesión de los brackets

La unidad de luz LED seleccionada fue Elipar® 3M ESPE. El cemento adhesivo fue Transbond XT light cure adhesive (3M Unitek). Se colocó un bracket de premolar (Resolve® ESW – Densply) sobre la superficie vestibular del diente con la ayuda de una pinza portabacket (Morelli, Sorocaba, Sao Paulo, Brasil), se empleó un explorador para generar una fuerza constante para la ubicación correcta del bracket. El exceso de resina fue cuidadosamente removido con el explorador. Se procedió a la fotopolimerización del adhesivo por 20 segundos (fig.7-11).

Medición de la fuerza de adhesión

Los brackets de todos los grupos fueron descementados. Las fuerzas de descementación fueron medidas empleando una máquina de prueba universal para ensayos de tensión y compresión marca Dongguan LIYI modelo LY-1066A con número de serie 131202 (fig.12). Con un punzón confeccionado específicamente para el estudio; se empleó una velocidad de compresión de 0,5 mm/minuto según la Norma ISO – TR114056. Las probetas de ensayo fueron colocadas y ajustadas sobre la base móvil confeccionada para el estudio que aseguró una aplicación de la fuerza paralela al eje largo del diente. La fuerza de corte o cizallamiento fue aplicada en la interfase bracket/diente (fig.13). La fuerza de resistencia al cizallamiento fue calculada a

partir de la fuerza/área de descementación del bracket medida en Newtons (N) y registrada sistemáticamente por el programa que emplea la máquina de prueba universal. Finalmente los valores en Newtons fueron convertidos a MPa dividiendo el valor entre el área de superficie de la base del bracket (9,61 mm²).

Estudio de la falla de interfase

Después del descementado las bases de los brackets fueron examinadas con un esteromicroscopio a 10X de aumento para determinar la falla de interfase. El índice de remanente adhesivo (IRA) fue empleado para evaluar la cantidad de adhesivo remanente sobre el bracket después del descementado (fig.14).

4.2. DISEÑO DE LA PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

El análisis estadístico fue desarrollado por el programa SPSS para Windows en su versión 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Todos los valores obtenidos fueron previamente evaluados para verificar su normalidad, lo que es un requisito para poder seleccionar la prueba estadística adecuada; se empleó la prueba de Kolmogorov – Smirnov para verificar que los datos tengan una distribución normal. Una vez constatado este hecho se decidió emplear la prueba de ANOVA (de un factor) para identificar la existencia de diferencias en las fuerzas de adhesión entre los grupos. Para poder establecer las diferencias entre todas las combinaciones de intergrupos se eligió la prueba post hoc de Tukey. Para la evaluación del índice remanente adhesivo se seleccionó la prueba de X^2 de Pearson. Se adoptó un nivel de significancia de 5% para todas las pruebas.

4.3. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

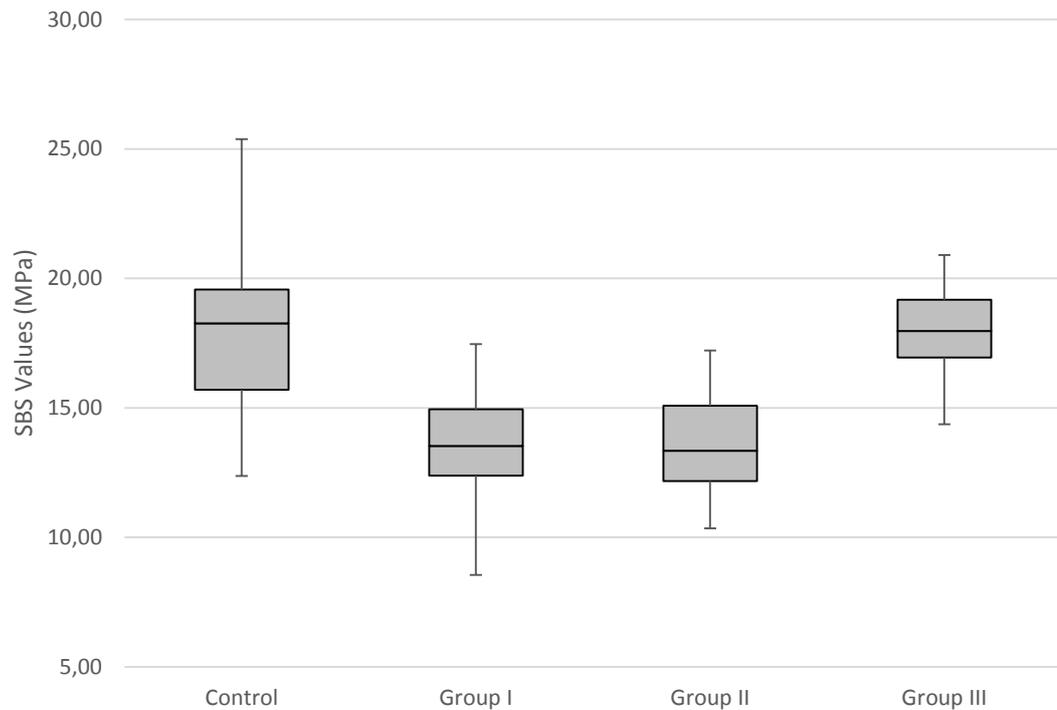
Tabla 1. Valores de resistencia al cizallamiento de las unidades de estudio en Mega Pascales (MPa).

Grupos			
Control	Grupo I	Grupo II	Grupo III
12,37	8,46	10,34	14,36
14,87	10,74	12,12	15,82
15,50	12,04	12,16	15,95
15,70	12,38	12,17	16,95
15,95	12,67	12,19	17,00
17,14	12,91	13,11	17,64
17,88	13,16	13,13	17,79
18,26	13,52	13,35	17,97
18,28	13,60	13,65	18,06
19,39	13,76	13,76	18,66
19,47	14,85	14,32	19,16
19,57	14,94	15,07	19,17
19,65	14,95	15,23	19,91
21,00	15,12	15,91	19,95
25,52	17,46	17,21	20,90
x= 18,03 MPa	x= 13,37 MPa	x= 13,58 MPa	x = 17,95 MPa

Descripción:

La Tabla 1 muestra todos los valores de resistencia al cizallamiento en MPa y sus medias obtenidas a partir de las unidades de análisis.

Gráfico 1. Valores medios de la resistencia a la fuerza de cizallamiento (MPa) entre los grupos de estudio.



Descripción:

Se presenta un Boxplot que expresa la resistencia al cizallamiento (MPa). Se observa la diferencia entre el grupo control que no fue sometido al aclaramiento y los grupos I, II y III que si fueron sometidos al aclaramiento y donde la adhesión de los brackets tuvo intervalos de tiempo distintos. Podemos notar que la fuerza de adhesión de los brackets disminuyó notablemente en el grupo I (13,37 MPa) esto fue cuando los brackets fueron adheridos 1 hora después del procedimiento de aclaramiento. Los niveles de la fuerza de adhesión aumentaron en el grupo III (17,95 MPa) cuando los brackets fueron adheridos luego de 14 días, estos valores fueron cercanos a los del grupo control (18,04 MPa).

PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para establecer si existen diferencias significativas entre las observaciones, debemos someter las mismas a una prueba de hipótesis para ello seguimos los pasos necesarios que a continuación se comentan.

1. Formulación de la Hipótesis

H0: A mayor tiempo post aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 40% menor o igual fuerza de adhesión de los brackets al sustrato dentario.

$$\mu_3 \leq \mu_2 \leq \mu_1$$

H1: A mayor tiempo post aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 40% mayor fuerza de adhesión de los brackets al sustrato dentario.

$$\mu_3 > \mu_2 > \mu_1$$

2. Elección del nivel de significación

Se eligió un nivel de significación de $0,05 = 5\%$ ($\alpha = 0,05$); lo que significa que fijamos una probabilidad de rechazar H0 del 5%.

3. Selección del Estadístico de prueba

Se tiene 4 grupos independientes a los cuales se ha realizado una medición cuantitativa (resistencia al cizallamiento en Mpa), además la asignación fue aleatoria. En tal sentido se propone la utilización del estadístico Análisis de la Varianza de un factor (ANOVA one way).

Para poder emplear el ANOVA de un factor, se deben cumplir con algunos requisitos o supuestos:

- El valor esperado de cada variable aleatoria residual es cero.
- Las variables aleatorias residuales son mutuamente independientes

- Todas las variables aleatorias residuales tienen la misma desviación típica
- Toda variable aleatoria residual se distribuye normalmente.

Entonces debemos someter los datos a pruebas estadísticas para comprobar la normalidad en la distribución y la homogeneidad de las varianzas. Para comprobar la normalidad en la distribución de los datos, se empleó la prueba de kolmogorov –Smirnov (Anexo), y para la prueba de homogeneidad de varianzas la prueba de Levene. De esta manera se puede aplicar la prueba de Análisis de la varianza de un factor.

4. Estimación del P valor

Aplicando la prueba de Anova de un factor, obtenemos un valor $P = 0,000$

5. Toma de decisión de rechazo

Como $P < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, es decir: A mayor tiempo post aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 40% mayor fuerza de adhesión de los brackets al sustrato dentario.

Hasta este momento sabemos que existen diferencias entre los grupos, pero no cuál es el comportamiento entre grupos; para poder conocer este comportamiento optamos por elegir una prueba Post Hoc, en este caso la prueba de Tukey; que nos muestra las diferencias entre pares de grupos definidos por la variable resistencia a la fuerza de cizallamiento. Los datos de las pruebas estadísticas pueden observarse en la Tabla 2.

Tabla 2. Estadística descriptiva de la resistencia a las fuerzas de cizallamiento (MPa) según grupos y estadígrafos de prueba.

Grupos *	n	Media	DS	Mínimo	Máximo	Valor P
Control ^a	15	18,0367	3,08159	12,37	25,52	0,000
Grupo I ^b	15	13,3707	2,09914	8,46	17,46	
Grupo II ^b	15	13,5813	1,75612	10,34	17,21	
Grupo III ^a	15	17,9527	1,76194	14,36	20,90	

f = 20,351; *la misma letra indica que no existió diferencia significativa entre los grupos. ANOVA de un factor seguido de la prueba Post Hoc HSD de Tukey.

Descripción:

El análisis de varianza de un factor indica que existen diferencias significativas entre los grupos ($p < 0,05$). Los valores más altos de resistencia al cizallamiento fueron medidos en el grupo control (18,03 +- 3,03 MPa) que no fue sometido a aclaramiento dental y los valores más bajos fueron medidos en el grupo I (13,37 +- 2,09 MPa) cuando los brackets fueron adheridos 1 hora después del proceso de aclaramiento dental. La prueba post hoc HSD de Tukey encontró que existen diferencias significativas entre las medias de los grupos control y grupos I y II ($p = 0,000$) pero no hubo diferencias significativas cuando se comparó las medias del grupo control con el grupo III ($p = 1,000$) donde los brackets fueron adheridos 14 días después del aclaramiento dental; los grupos I y II se comportaron de manera similar no existiendo diferencias significativas entre sus medias ($p = 0,994$).

Tabla 3. Distribución de frecuencias de los valores del Índice Remanente Adhesivo y comparación entre grupos por medio de la prueba de χ^2 de Pearson.

Grupos	Valores para IRA (%)				N	Valor P
	0	1	2	3		
Control	0 (0,0%)	1 (6,7%)	5 (33,3%)	9 (60,0%)	15	0,000
Grupo I	6 (40,0%)	4 (26,7%)	4 (26,7%)	1 (6,7%)	15	
Grupo II	3 (20,0%)	8 (53,3%)	3 (20,0%)	1 (6,7%)	15	
Grupo III	0 (0,0%)	2 (13,3%)	7 (46,7%)	6 (40,0%)	15	

$$\chi^2 = 31,509$$

Para desarrollar la prueba de χ^2 de Pearson partimos por la proposición de que los valores IRA son los mismos al considerar los distintos tiempos postaclaramiento (H_0).

Descripción:

Los resultados de la prueba de χ^2 de Pearson revelan una diferencia significativa entre los grupos ($p < 0,05$). Es decir que al comparar los valores IRA entre los grupos existen diferencias suficientes para rechazar la hipótesis nula. El grupo control mostró mayores concentraciones de resina remanente sobre el esmalte que en las respectivas bases de los brackets. Por el contrario los grupos I y II presentaron valores IRA más bajos, lo que significa que hubo más resina adhesiva remanente en la superficie de la base de los brackets que en el esmalte. Estos resultados indican que el proceso de aclaramiento dental puede tener un efecto sobre el lugar donde ocurre falla durante el proceso de descementado.

4.4. DISCUSIÓN

El proceso de adhesión en ortodoncia es complejo y difiere en alguna manera del proceso de adhesión en odontología estética, e involucra las características fisicomecánicas de los sistemas adhesivos, el sustrato dental y procedimientos realizados previamente sobre él, la superficie de la base del bracket y además los protocolos de adhesión deben seguir de manera estricta las recomendaciones de los fabricantes.

Nuestro estudio tuvo como objetivo evaluar la fuerza de adhesión de brackets metálicos adheridos en distintos tiempos a la superficie vestibular de premolares superiores previamente sometido al aclaramiento dental. La literatura es extensa en el estudio de la adhesión de brackets, sin embargo aún existen diferencias entre los estudios realizados lo que genera controversia; se sugiere que estas diferencias son debidas a la metodología y las pruebas estadísticas seleccionadas en estos estudios, por lo que comparar los resultados suele ser algo difícil. En tal sentido el sistema adhesivo seleccionado en nuestro estudio fue Transbond® XT, ya que es frecuentemente empleado en los estudios que abordan el proceso de adhesión en ortodoncia (7)(10)(63)(64). Se escogió los brackets metálicos (Resolve® ESW – Densply) debido a que han sido ampliamente utilizados en las pruebas laboratoriales (9)(10)(11)(65)(66) y además son ampliamente utilizados en la práctica clínica al compararlos con los brackets estéticos.

En la literatura se ha investigado la influencia de los agentes aclaradores dentales en distintas concentraciones sobre la adhesión de los brackets (11)(12)(49)(66)(67)(68). Muchos autores han concluido que el aclaramiento dental tiene un efecto negativo sobre la adhesión de los brackets causando una

disminución en la resistencia a las fuerzas de cizallamiento (7)(11)(64)(66). En nuestro estudio se empleó un agente aclarador a base de peróxido de hidrógeno al 40% (Opalescence Boots 40% PF, Ultradent Products), esta concentración ha sido recientemente introducida en el mercado por lo que no se han identificados los suficientes estudios que incluyan esta concentración en sus evaluaciones por lo que comparar nuestros resultados puede ser difícil.

La reducción de las fuerzas de adhesión al cizallamiento después del aclaramiento dental puede ser debido a la variación en la rugosidad de las superficies del esmalte y los cambios estructurales debido a la pérdida de formación de los prismas del esmalte (69). Titley y cols (70) señalan que el oxígeno residual del agente aclarador es el que interfiere con el proceso adhesivo inhibiendo la polimerización de la resina. Por lo que algunos autores sugieren posponer la adhesión de los brackets de 7, 14 hasta 30 días después de aplicar el agente aclarador con la intención de eliminar el efecto negativo del oxígeno residual. Nuestros datos mostraron que la media de la fuerza de resistencia al cizallamiento en el grupo III (17,95 +- 1,76 Mpa) se comportó de manera muy similar al grupo control (18,03 +- 3,03 Mpa), por lo que parece ser que posponer 14 días el proceso de adhesión de los brackets sobre el esmalte previamente aclarado sería suficiente para no interferir en el proceso de adhesión, consiguiendo un comportamiento similar a la adhesión del esmalte que no fue sometido al aclaramiento. Mullins (64) reportó en un estudio in vivo que la fuerza de adhesión de brackets cementados luego de 24 horas posteriores al aclaramiento dental con peróxido de hidrógeno al 38% tuvieron mayores riesgo de falla, sugiriendo que el proceso de adhesión debería ser pospuesto entre 2 a 3 semanas.

Los valores reportados en nuestro estudio son mayores a los considerados como mínimos para la adhesión de brackets que va entre 6 a 8 Mpa como lo sugirió Reynolds (57). Chandrashekar y cols (8) encontraron valores de resistencia la cizallamiento mayores en el grupo control (20.4315 +/-6.81) y los menores en el grupo donde los brackets fueron cementados inmediatamente después del proceso de aclaramiento dental (11.1955 +/- 4.58), estos datos son similares a los encontrados en nuestro estudio y a los reportados por otros investigadores (65)(71). Sin embargo otros estudios como el de Öztaş (12) no han reportado diferencias al considerar el tiempo como factor al evaluar el efecto del aclaramiento dental sobre la adhesión de brackets, estos datos pueden diferir de los nuestros debido a que el agente aclarador empleado en el estudio de Öztaş era un agente aclarador para casa con una concentración del 20%. Bishara y cols (72) no encontraron diferencias cuando la cementación de los brackets se realizó entre 7 y 14 días después del aclaramiento dental, pero sí identificó que existió mucha variación en los datos en los primeros 7 días por lo que sugiere posponer por lo menos 1 semana el proceso de adhesión cuando el aclaramiento dental sea necesario. Vahid (73) comparó distintas concentraciones y tipos de agentes aclaradores, incluido el peróxido de hidrogeno al 40% encontrando que todos los agentes redujeron la capacidad adhesiva al ser sometidos a la prueba de cizallamiento pero no demostraron diferencias significativas entre los grupos a excepción del grupo control donde los valores fueron más altos.

Para valorar la interfase donde se produjo la fractura, Artun y Bergland (58) en 1986 describieron una técnica a la que denominaron Índice Remanente Adhesivo (IRA), aunque tiene un carácter subjetivo se ha sostenido como la única técnica para poder valorar este aspecto de la adhesión (51) y ha sido ampliamente utilizado en las investigaciones (3)(7)(11)(33)(65)(66).

Se ha demostrado que el promedio de remanente adhesivo sobre la superficie del esmalte tiende a ser mayor cuando se obtienen valores mayores de resistencia al cizallamiento (11)(74)(75). En nuestro estudio la falla en la adhesión ocurrió predominantemente en la interfase entre el bracket y la resina (valor = 0) en el grupo control (60,0%), en el grupo III se observó un IRA de valor 0 en el 40,0% de las unidades de análisis y este porcentaje fue mucho inferior para el grupo I y II (6,7%), de manera contraria el grupo I tuvo el mayor porcentaje de fallas en la interfase esmalte/adhesivo (40,0%) lo que indica que el proceso de aclaramiento dental tiene un efecto negativo sobre la adhesión al esmalte. Estos datos son similares a los reportados por Nascimento y cols (7) y Melo y cols (76); esto puede explicar la idea de que los efectos de los agentes químicos pueden causar la falla de adhesión en la interfase esmalte adhesivo. Se ha mencionado que la pérdida de calcio, disminución en la microdureza y las alteraciones en el sustrato orgánico del esmalte están asociadas con la reducción de las fuerzas de adhesión (12). Según Bishara (77) el hecho de que la falla ocurra en la interfase bracket/adhesivo se convierte en un fenómeno de protección para el esmalte dental, ya que la estructura del esmalte permanece intacta, preveniendo posibles daños durante el proceso de remoción de los brackets; otro factor posible de la ocurrencia de este evento es la característica de la base del bracket, se requieren más estudios que evalúen su efecto sobre el proceso de descementado de los brackets. Por otro lado otros estudios han reportado que la falla de adhesión ocurrió mayormente en la interfase esmalte/adhesivo (43)(65); mientras que otros no han reportado diferencias significativas en cuando a la asociación del sitio de falla con la aplicación previa de un agente aclarador (9)(66).

Finalmente podemos señalar que los estudios de fuerza de adhesión contribuyen como un control de calidad de los

materiales dentales que son comercializados. Está claro que los estudios de laboratorio deben de intentar reproducir los factores y características que se presentan en un escenario real, es decir el medio ambiente oral; sin embargo estas pruebas de laboratorio no pueden reproducir de manera satisfactoria estas situaciones clínicas, pero puede proveer algunos indicadores de efectividad de estos productos, por esta razón debemos considerar que los datos obtenidos en los experimentos de laboratorio no pueden ser del todo trasladados a una realidad clínica, para ello sería necesario desarrollar ensayos clínicos controlados para complementar y sostener los hallazgos de laboratorio.

CAPITULO V

5.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a las limitaciones de este estudio in vitro, las siguientes conclusiones pueden ser establecidas.

- Todos los grupos sometidos al aclaramiento dental previo a la adhesión de los brackets presentaron una disminución en las fuerzas de adhesión por medio de las pruebas de cizallamiento.
- Posponer el proceso de adhesión de los brackets luego del aclaramiento dental parece ser necesario para mejorar la adhesión, consideramos que una espera de 14 días promueve un comportamiento similar de la adhesión al ser comparada con la adhesión sobre el esmalte que no fue sometido al aclaramiento dental.
- El lugar donde se produjo la falla de adhesión en el grupo control fue a nivel de la interfase bracket/adhesivo, se sugiere que esta sería la situación más adecuada con fines de proteger al esmalte dental de posibles alteraciones en su superficie; los grupos sometidos al aclaramiento dental tuvieron valores IRA entre 1 y 2 predominantemente, lo que indica que la falla ocurrió predominantemente en la interfase esmalte/adhesivo.

5.2 SUGERENCIAS

- Realizar estudios donde se evalúen otros factores que pueden influenciar en la respuesta del proceso de adhesión, como: el tipo de bracket, el tipo de agente aclarador, la temperatura, el tipo de acondicionamiento del esmalte, utilización de agentes desensibilizantes, empleo del termociclado para simular el ambiente oral, entre otros.
- Diseñar estudios clínicos que respalden los resultados de los estudios in vitro.
- Recomendar a los clínicos posponer la adhesión de brackets por los menos 14 días luego de realizar un procedimiento de aclaramiento dental en los pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Güngör AY, Ozcan E, Alkis H, Türkkahraman H. Effects of different intracoronal bleaching methods on shear bond strengths of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2012;(5):942–6.
2. Türkkahraman H, Adanir N, Güngör AY. Bleaching and desensitizer application effects on shear bond strengths of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2007;77(3):489–93.
3. Scougall VRJ, García-NRMW, Rodriguez VLE, Lopez GBS, Kubodera IT. Efectos del blanqueamiento dental con peróxidos en la Resistencia al descementado de las brackets ortodonticas. *Rev Esp Ortod.* 2010;40:151–7.
4. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching—a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2003;14:292–304.
5. Aguilar EA, Ferreto GI, Rodriguez WL, Cáceres Z, Ana D Aguilar G, Laura D, Wong R. Bond strength of an orthodontic adhesive system applied at several time intervals. *Publicación Científica Fac Odontol UCR.* 2013;(15).
6. Prietsch JR, Broilo JR, Spohr AM. Influência do clareamento dental com peróxido de hidrogênio na colagem de brackets ortodônticos: estudo in vitro. *Ortod Gaúch.* 2003;7(2):136–44.
7. Nascimento RG, de Miranda AS, Machado SMM, Brandão GAM, de Almeida HA, Silva CM. Does the time interval after bleaching influence the adhesion of orthodontic brackets? *Korean J Orthod.* 2013;43(5):242–7.
8. Chandrashekar MH, Parekh J, Shendre S. Effect of Office Bleaching Agents on the Shear Bond Strength of Metallic Brackets Bonded Using Self-Etching Primer System at Different Time Intervals – An In-Vitro Study. 2011;
9. Gungor AY, Ozcan E, Alkis H, Turkkahraman H. Effects of different bleaching methods on shear bond strengths of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2013;83(4):686–90.

10. do Rego MVNN, dos Santos RML, Leal LMP, Braga CGS. Evaluation of the influence of dental bleaching with 35% hydrogen peroxide in orthodontic bracket shear bond strength. *Dental Press J Orthod* [Internet]. 2013;18(2):95–100. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84883010409&partnerID=40&md5=dda44f9099285bcc3e13b9bb5b643099>
11. Scougall-Vilchis RJ, Gonzalez-Lopez BS, Contreras-Bulnes R, Rodriguez-Vilchis LE, De Rivera MWGN, Kubodera-Ito T. Influence of four systems for dental bleaching on the bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod*. 2011;81(4):700–6.
12. Öztaş E, Bağdelen G, Kiliçoğlu H, Ulukapi H, Aydin I. The effect of enamel bleaching on the shear bond strengths of metal and ceramic brackets. *Eur J Orthod*. 2012;34(2):232–7.
13. Ferreira NS, Rosa PCF, Ferrerira RDJ, Varela MC. Evaluation of shear bond strength of orthodontic brackets bonded on the tooth surface after internal bleaching. *Rev Odontol UNESP*. 2014;43(3):209–13.
14. Fearon J. Tooth whitening: concepts and controversies. *Int Dent SA*. 11(2):24–38.
15. Soares FF, Sousa JAC, Maia CC, Fontes CM, Cunha LG, Freitas AP. Clareamento em dentes vitais: Uma revisão literária. *Rev SaúdeCom*. 2008;4(1):72–84.
16. Haywood VB, Robinson FG. Vital tooth bleaching with Nightguard vital bleaching. *Curr Opin Cosmet Dent*. 1997;4(45-52).
17. Vieira C, Silva-Sousa YT, PessarelloNM, Rached-Junior FA, Souza-Gabriel AE. Effect of High-Concentrated Bleaching Agents on the Bond Strength at Dentin/Resin Interface and Flexural Strength of Dentin. *Braz Dent J*. 2012;23(1):28–35.
18. Thickett, E. Cobourne MT. New developments in tooth whitening. The current status of external bleaching in orthodontics. *J Orthod*.

2009;36:194–200.

19. Berger SB, Pavan S, Dos Santos PH, Giannini M, Bedran-Russo AKB. Effect of Bleaching on Sound Enamel and with Early Artificial Caries Lesions Using Confocal Laser Microscopy. *Braz Dent J*. 2012;23(2):110–5.
20. Mendonça LC, Naves LZ, Garcia L da FR, Correr-Sobrinho L, Soares CJ, Quagliatto PS. Permeability, roughness and topography of enamel after bleaching: tracking channels of penetration with silver nitrate. *Braz J Oral Sci*. 2011;10(1):1–6.
21. Prado, H. Sartori L. Clareamento de dentes vitais amarelados. *Rev Nav Odontol line*. 2010;3(3):5–10.
22. Miranda CB, Pagani C, Benetti AR, Matuda F da S. Evaluation of the bleached human enamel by scanning electron microscopy. *J Appl Oral Sci*. 2005;13(2):204–11.
23. Sulieman, M., Addy, M. e Rees J. Surface and intra-pulpal temperature rises during tooth bleaching: an in vitro study. *Br Dent J*. 2005;199(1):37–40.
24. Chatzistavrou X, Papagerakis S, Ma P, Papagerakis P. Innovate Approaches to Regenerate Enamel and Dentine. *Int J Dent*. 2012;1–5.
25. Bajaj, D. Arola D. On the R-Curve Behavior of Human Tooth Enamel. *Biomaterials*. 2009;30(23-24):4037–46.
26. Alkhtib A, Manton DJ, Burrow MF, Saber-Samandari S, Palamara JE, Gross KA. Effects of bleaching agentes and Tooth Mousse™ on human enamel hardness. *J Investig Clin Dent*. 2013;4:94–100.
27. Consolaro A, Consolaro RB, Francischone L. Clarifications, guidelines and questions about the dental bleaching “associated” with orthodontic treatment. *Dental Press J Orthod [Internet]*. 2013;18(5):4–10. Available from:
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ddh&AN=9635833>

6&site=ehost-live

28. Camargo WR. Análise do potencial carcinogênico de dentifrício com peróxido de hidrogênio e de agente clareador dentário. Avaliações clínico-macroscópica e microscópica em hamsters em modelo de carcinogênese bucal DMBA-induzida. Universidade de São Paulo; 1999.
29. El-Murr, J., Ruel D, St-Georges A. Effects of External Bleaching On Restorative Material: A Review. *J Can Dent Assoc.* 2011;71:b59.
30. Coldebella CR, Ribeiro P, Sacono NT, Trindade FZ, Hebling J, Costa CA. Indirect Cytotoxicity of a 35% Hydrogen peroxide Bleaching Gel on cultured Odontoblast-Like Cells. *Braz Dent J.* 2009;24(4):267–74.
31. Plotino G, BUono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital Tooth Bleaching: A Review of the Literature and Clinical Procedures. *JOE.* 2008;34(4):394–378.
32. Zimmerli, B., Jeger, F., Lussi A. Bleaching of Nonvital Teeth. A Clinically Relevant Literature Review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 2009;120:306–13.
33. Immerz I, Proff P, Roemer P, Reicheneder C, Faltermeier A. An Investigation about the Influence of Bleaching on Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets and on Enamel Colour. *Int Sch Regensburg, Res Netw Dent.* 2012;2012:1–5.
34. Téó T, Takahashi M, Gonzaga C, Lopes M. Avaliação, após clareamento, da alteração de cor de dentes bovinos imersos em soluções com elevado potencial de pigmentação. *Rev Sul-Brasileira Odontol.* 2010;7(4):401–5.
35. Ben-Amar A, Liberman R, Gorfil C Bernstein Y. Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. *Am J Dent.* 1995;8(1):29–32.
36. Pinto CF, Oliveira R, Cavalli V GM, Pinto CF, Oliveira R De, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res.* 2004;18(4):306–11.

37. Dutra RA, Branco JR, Alvim HH, Poletto LT, Albuquerque RC. Effect of hydrogen peroxide topical application on the enamel and composite resin surfaces and interface. *Indian J Dent Res.* 2009;20(1):65–70.
38. Vasconcelos A, Cunha AG, Borges BC, Vitoriano J, Alves-junior C, Machado CT. Enamel properties after tooth bleaching with hydrogen/carbamide peroxides in association with a CPP-ACP paste. *Acta Odontol Scand.* 2012;70:337–43.
39. Pinheiro H, Costa K, Klautau E, Cardoso P. Análise microestrutural do esmalte tratado com peróxido de hidrogênio e carbamida. *Rev Gaúcha Odontol.* 2011;59(2):215–20.
40. Sasaki RT, Arcanjo AJ, Flório FM, Basting RT. Micromorphology and microhardness of enamel, after treatment with home-use bleaching agents containing 10% carbamide peroxide and 7.5% hydrogen peroxide. *J Appl Oral Sci.* 2009;176:611–6.
41. Chen H, Chang C, Liu J, Chuang S, Ynag J. Effect of fluoride containing bleaching agents on enamel surface properties. *J Dent.* 2008;36:718–25.
42. Joiner A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *J Dent.* 2007;35:889–96.
43. González-López S, de Medeiros CLSG, Defren C-A, Bolaños-Carmona MV, Sanchez-Sanchez P, Menendez-Nuñez M. Demineralization effects of hydrogen peroxide on bovine enamel and relation to shear bond strength of brackets. *J Adhes Dent.* 2009;11(6):461–7.
44. Penta V, Pirvu C, Demetrescu I. Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) Investigation on Dental Hard Tissue Whitening Process Using Fluoride and Non-fluoride Carbamide Peroxide Gels. *APCBEE Procedia* [Internet]. Elsevier B.V.; 2013;7:67–72. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212670813001164>
45. Perdigao J, Gomes G LM. Influence of conditioning time on enamel adhesion. *Quintessence Int.* 2006;37:35–41.

46. Lai SC, Tay FR, Cheung GS, Mak YF, Carvalho RM, Wei SH. Reversal of compromised bonding in bleached enamel. *J Dent Res*. 2002;81(7):477–81.
47. Cavalli V, Reis AF, Giannini M AG. The effects of peroxide bleaching on composite to enamel bond strength. *Oper Dent*. 2001;26:597–602.
48. Srinivasa K, Ran C. Effects of Bleaching on Bond Strength: An in vitro Study. 2010;44(December):105–8.
49. Matta ENR Da, Maia JDAC, Chevitarese O. Influência do agente clareador peróxido de carbamida a 10% na resistência mecânica da colagem de braquetes ortodônticos. *Rev Dent Press Ortod e Ortop Facial*. 2005;10(2):69–74.
50. Rasmussen S. Analysis of dental shear bond strength tests, shear or tensile?. *Int J Adhes Adhes*. 1996;16:147–54.
51. Lobato CM, de Dios CM, Montero J, Martin A. Método de investigación de la eficacia adhesiva bracket-esmalte mediante resistencia a la fuerza de cizalla. *Rev Esp Ortod*. 2015;45(1):19–30.
52. Katona TR, Chen J. Engineering and experimental analyses of the tensile loads applied during strength testing of direct bonded orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1994;106:167–74.
53. Fox NA, McCabe JF, Buckley JG. A critique of bond strength testing in orthodontics. *Br J Orthod*. 1994;21:33–43.
54. Rahiotis C, Eliades T, Eliades EG. Research on Orthodontic Polymers. In: Eliades Theodore, editor. *Research Methods in Orthodontics*. first. New York: Springer; 2013. p. 35–60.
55. Katona TR. Stresses developed during clinical debonding of stainless steel orthodontic brackets. *Angle Orthod*. 1997;67(39-46).
56. Shimada Y, Kikushima D, Tagami J. Microshear bond strength of resin-bonding systems to cervical enamel. *Am J Dent*. 2002;15(6):373–7.
57. Reynolds IR, Von Fraunhofer JA. Direct bonding of orthodontic

attachments to teeth: the relation of adhesive bond strength to gauze mesh size. *Br J Orthod.* 1976;3:91–5.

58. Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod.* 1984;85(4):333–40.
59. Cal-Neto JP, Miguel JA, Zanella E. effect of a self-etching primer on shear bond strength of adhesive precoated brackets in vivo. *Angle Orthod.* 2006;76(1127-31).
60. Lobato M, Montero J, Ceballos L, Oyagüe RC, Fuentes MV, Sánchez JM, Albaladejo A. effect of adhesive application on the shear bond strength of flowable composite resins and APC Plus to orthodontic molar tubes. *J Adhes Sci Technol.* 2012;27:811–9.
61. Eliades T, Brantley WA. The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. *Eur J Orthod.* 2000;22:13–23.
62. Matasa CG. Microbial attack of orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1995;108:132–41.
63. Vinagre RA, Messias LA, Gomes AM, Costa LA, Ramos CO. Effect of time on shear bond strength of four orthodontic adhesive systems. *Rev Port Estomatol Med Dentária e Cir Maxilofac* [Internet]. Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária; 2014;55(x x):1–10. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1646289014000557>
64. Mullins JM, Kao EC, Martin CA, Gunel E, Ngan P. Tooth whitening effects on bracket bond strength in vivo. *Angle Orthod.* 2009;79(4):777–83.
65. Patusco VC, Montenegro G, Lenza MA, De Carvalho AA. Bond strength of metallic brackets after dental bleaching. *Angle Orthod.* 2009;79(1):122–6.
66. Machado SMM, do Nascimento DBP, Silva RC, Loretto SC, Normando D. Evaluation of metallic brackets adhesion after the use of bleaching gels with and without amorphous calcium phosphate (ACP): In vitro study. *Dental Press J Orthod* [Internet]. 2013;18(3):101–6. Available from:

<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84887134738&partnerID=40&md5=40f49905fdec60b16f69f7e76f791ab8>

67. Márquez JF, Pedroza-Garcés A, Villada-Castro M. Aclaramiento dental, durante y después de ortodoncia. *Rev. CES Odont* 2012; 25(2):54–62.
68. Mirzakouchaki B, Shirazi S, Sharghi R, Shirazi S, Moghimi M, ShahrbaF S. Shear bond strength and debonding characteristics of metal and ceramic brackets bonded with conventional acid-etch and self-etch primer systems: An in-vivo study. *J Clin Exp Dent [Internet]*. 2016;8(1):e38–43. Available from:
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4739366&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
69. Josey, AL; Meyers, IA; Romaniuk K, Symons AL. The effect of a vital bleaching technique on enamel surface morphology and the bonding of composite resin to enamel. *J Oral Rehabil*. 1996;23:244–50.
70. Titley KC, Torneck CD, Ruse ND. The effect of carbamideperoxide gel on the shear bond strength of a microfil resin to bovine enamel. *J dent res*. 1992;71:20–4.
71. Firoozmand LM, Brandão JVP, Fialho MPN. Influence of microhybrid resin and etching times on bleached enamel for the bonding of ceramic brackets. *Braz Oral Res [Internet]*. 2013;27(2):142–8. Available from:
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84878736434&partnerID=40&md5=d9aadfd41c6b9f964fa1f785123691f6>
72. Bishara SE, Oonsombat C, Soliman MM, Ajlouni R, Laffoon JF. The effect of tooth bleaching on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2005;128(6):755–60.
73. Vahid DE, Khaloo N, Masoud MS, Azarsina M. Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets to Tooth Enamel After Treatment With Different Tooth Bleaching Methods. *Iran Red Crescent Med J [Internet]*. 2015;17(11):e20618. Available from:
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4698138&tool=p>

mcentrez&rendertype=abstract

74. Pithon MM, Dos Santos RL, De Oliveira MV, Oliveira Ruellas AC, Romano FL. Metallic brackets bonded with resin-reinforced glass ionomer cements under different enamel conditions. *Angle Orthod.* 2006;76(4):700–4.
75. Alqahtani MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dent J [Internet]. King Saud University;* 2014;26(2):33–46. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sdentj.2014.02.002>
76. Pithon MM, Carlos A, Ruellas DO. Effect of bleaching with hydrogen peroxide into different concentrations on shear strength of brackets bonded with a resin-modified glass ionomer. 2008;7(24):1484–8.
77. Bishara SE, Ostby AW, Laffoon J, Warren JA. Selfconditioner for resin-modified glass ionomers in bonding orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2007;(77):711–5.

ANEXOS

FICHA DE OBSERVACIÓN LABORATORIAL SOBRE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE BRACKETS METÁLICOS

GRUPO	MUESTRA	NEWTONS	MPA	ARI
I	1	181,199	19,57	3
I	2	158,718	17,14	2
I	3	114,563	12,37	3
I	4	194,455	21,00	3
I	5	145,348	15,70	3
I	6	143,571	15,50	3
I	7	181,989	19,65	1
I	8	236,353	25,52	2
I	9	169,126	18,26	2
I	10	137,679	14,87	3
I	11	165,567	17,88	2
I	12	147,678	15,95	3
I	13	180,278	19,47	2
I	14	179,567	19,39	3
I	15	169,234	18,28	3
II	1	117,367	12,67	2
II	2	125,892	13,60	2
II	3	125,231	13,52	0
II	4	139,973	15,12	1
II	5	127,398	13,76	0
II	6	161,654	17,46	1
II	7	121,872	13,16	0
II	8	138,348	14,94	0
II	9	137,498	14,85	0
II	10	119,592	12,91	1
II	11	111,523	12,04	2
II	12	78,346	8,46	0
II	13	99,459	10,74	1
II	14	114,681	12,38	3
II	15	138,394	14,95	2
III	1	147,349	15,91	1
III	2	123,589	13,35	0
III	3	112,701	12,17	0

III	4	95,761	10,34	1
III	5	121,582	13,13	2
III	6	112,629	12,16	0
III	7	141,072	15,23	1
III	8	112,903	12,19	1
III	9	132,588	14,32	2
III	10	139,591	15,07	3
III	11	127,421	13,76	1
III	12	159,376	17,21	1
III	13	121,429	13,11	1
III	14	112,218	12,12	2
III	15	126,421	13,65	1
IV	1	167,268	18,06	2
IV	2	193,572	20,90	3
IV	3	166,378	17,97	2
IV	4	172,782	18,66	2
IV	5	163,379	17,64	3
IV	6	177,451	19,16	3
IV	7	184,321	19,91	3
IV	8	146,521	15,82	1
IV	9	157,403	17,00	1
IV	10	133,003	14,36	3
IV	11	156,921	16,95	2
IV	12	184,692	19,95	2
IV	13	147,731	15,95	2
IV	14	177,504	19,17	3
IV	15	164,692	17,79	2

LISTA DE FIGURAS



Fig.1. Premolar superior incluido en base de PVC, que servirá como probeta para el ensayo.

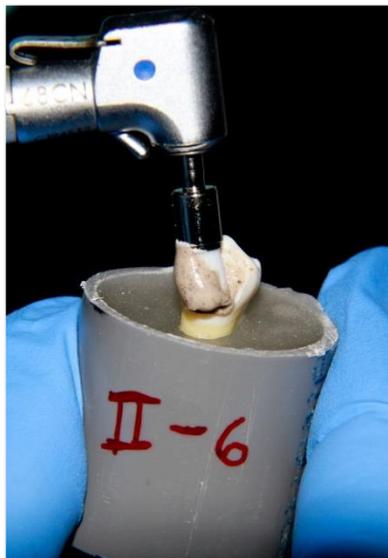


Fig.2. Profilaxis de la superficie vestibular con mezcla de piedra pómez y agua.



Fig.3. Agente aclarador en gel Opalescence BOOST a base de peróxido de hidrógeno al 40%.

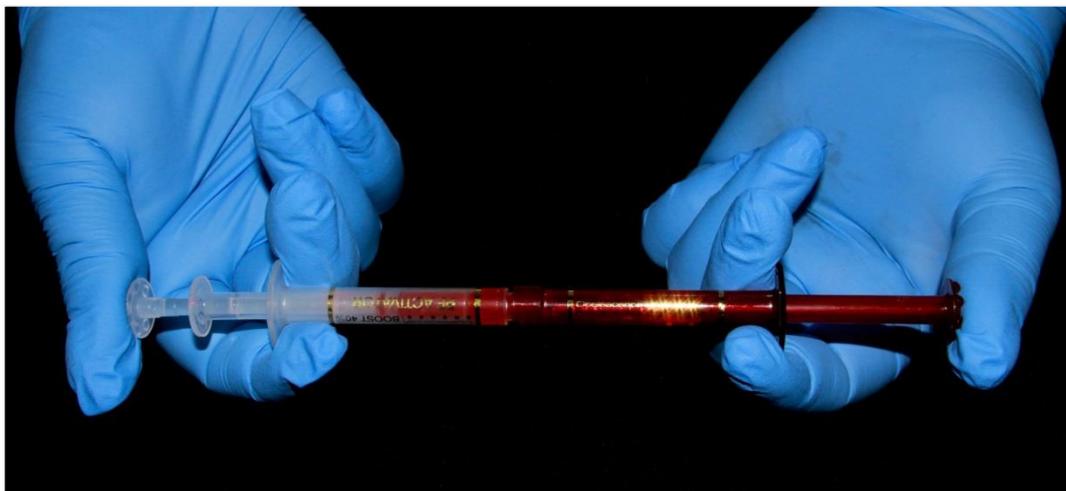


Fig.4. Activación del producto según indicaciones del fabricante.

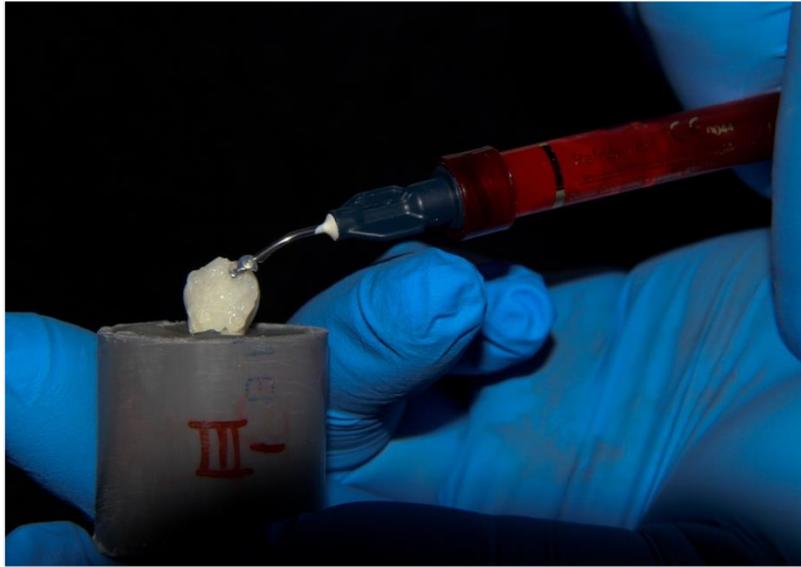


Fig.5. Aplicación del gel según indicaciones del fabricante.



Fig.6. Acondicionamiento del esmalte con ácido fosfórico al 37%.

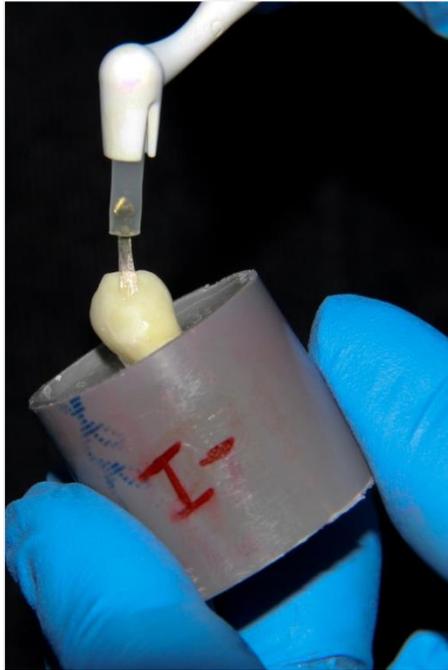


Fig.7. Aplicación del primer Transbond XT (3M, Unitek)



Fig.8. Colocación del adhesivo Tranbond XT (3M, Unitek) sobre la base del bracket (Resolve® ESW – Densply).

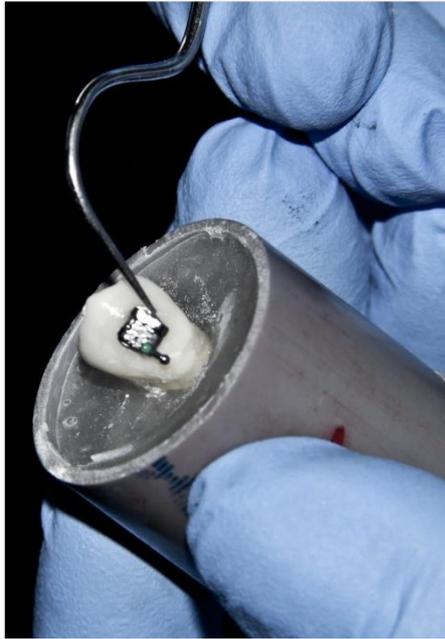


Fig.9. Retiro de los excesos de resina con la ayuda de un explorador.



Fig.10. Fotocurado del adhesivo con lámpara Elipar® 3M ESPE por 20 segundos.



Fig.11. Bracket adherido en la unidad de análisis.

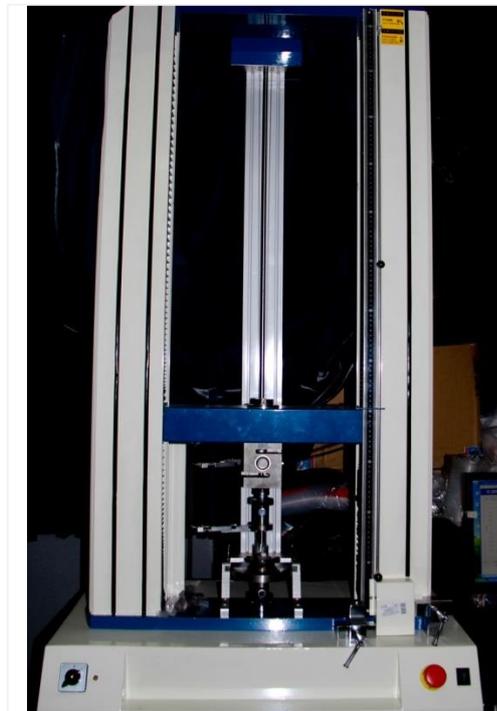


Fig.12. Máquina de prueba universal (LIYI)

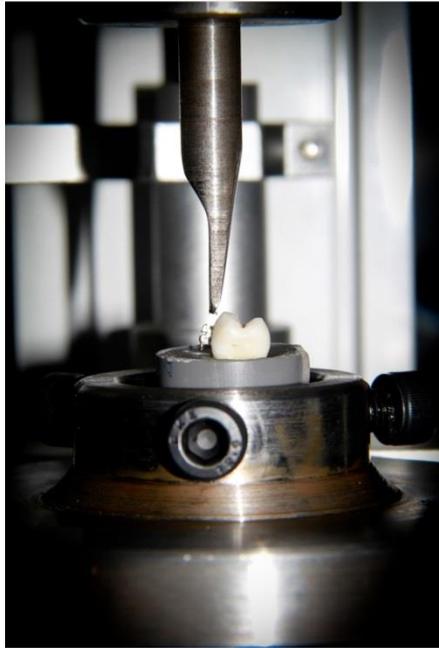


Fig.13. Unidad de análisis posicionada en la máquina de prueba universal para el ensayo de resistencia al cizallamiento.

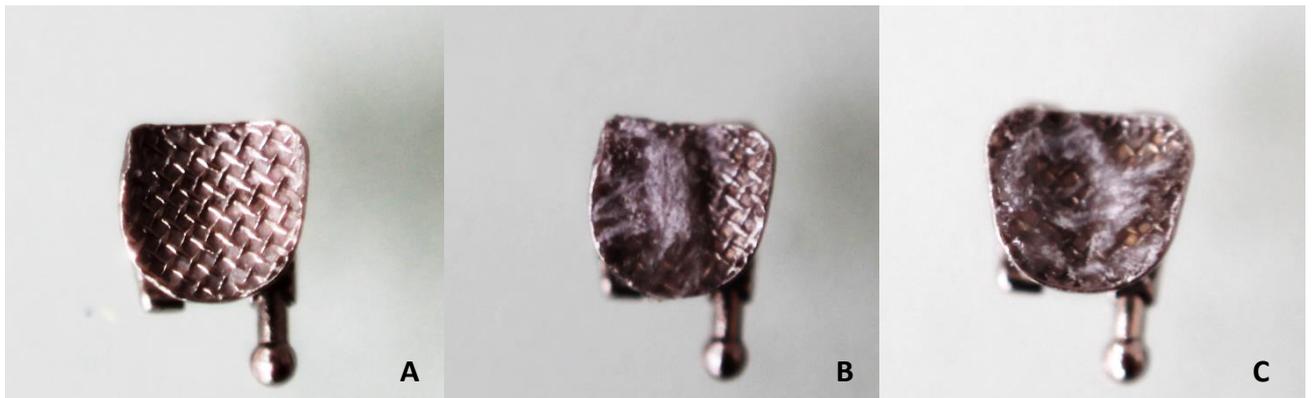


Fig.14. A. Base del Bracket mostrando valor 3 del IRA, B. Base del bracket con más del 50% de resina remanente (valor 1 de IRA), C. Base del bracket con 100% de resina remanente (valor 0 de IRA).

PRUEBAS DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA COMPROBAR LA NORMALIDAD DE LOS GRUPOS

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra^a

		Mpa
N		15
Parámetros normales ^{b,c}	Media	18,0367
	Desviación estándar	3,08159
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,167
	Positivo	,167
	Negativo	-,085
Estadístico de prueba		,167
Sig. asintótica (bilateral)		,200 ^{d,e}

a. Grupo = Control

b. La distribución de prueba es normal.

c. Se calcula a partir de datos.

d. Corrección de significación de Lilliefors.

e. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra^a

		Mpa
N		15
Parámetros normales ^{b,c}	Media	13,3707
	Desviación estándar	2,09914
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,136
	Positivo	,136
	Negativo	-,130
Estadístico de prueba		,136
Sig. asintótica (bilateral)		,200 ^{d,e}

a. Grupo = grupo I

b. La distribución de prueba es normal.

c. Se calcula a partir de datos.

d. Corrección de significación de Lilliefors.

e. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra^a

		Mpa
N		15
Parámetros normales ^{b,c}	Media	13,5813
	Desviación estándar	1,75612
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,136
	Positivo	,126
	Negativo	-,136
Estadístico de prueba		,136
Sig. asintótica (bilateral)		,200 ^{d,e}

- a. Grupo = grupo II
- b. La distribución de prueba es normal.
- c. Se calcula a partir de datos.
- d. Corrección de significación de Lilliefors.
- e. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra^a

		Mpa
N		15
Parámetros normales ^{b,c}	Media	17,9527
	Desviación estándar	1,76194
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,096
	Positivo	,076
	Negativo	-,096
Estadístico de prueba		,096
Sig. asintótica (bilateral)		,200 ^{d,e}

- a. Grupo = grupo III
- b. La distribución de prueba es normal.
- c. Se calcula a partir de datos.
- d. Corrección de significación de Lilliefors.
- e. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

PRUEBA ANOVA DE UN FACTOR Y PRUEBA POST HOC DE TUKEY

ANOVA

Mpa

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	306,661	3	102,220	20,351	,000
Dentro de grupos	281,274	56	5,023		
Total	587,935	59			

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Mpa

HSD Tukey

(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Control	grupo I	4,66600*	,81835	,000	2,4991	6,8329
	grupo II	4,45533*	,81835	,000	2,2884	6,6222
	grupo III	,08400	,81835	1,000	-2,0829	2,2509
grupo I	Control	-4,66600*	,81835	,000	-6,8329	-2,4991
	grupo II	-,21067	,81835	,994	-2,3776	1,9562
	grupo III	-4,58200*	,81835	,000	-6,7489	-2,4151
grupo II	Control	-4,45533*	,81835	,000	-6,6222	-2,2884
	grupo I	,21067	,81835	,994	-1,9562	2,3776
	grupo III	-4,37133*	,81835	,000	-6,5382	-2,2044
grupo III	Control	-,08400	,81835	1,000	-2,2509	2,0829
	grupo I	4,58200*	,81835	,000	2,4151	6,7489
	grupo II	4,37133*	,81835	,000	2,2044	6,5382

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Mpa

HSD Tukey^a

Grupo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
grupo I	15	13,3707	
grupo II	15	13,5813	
grupo III	15		17,9527
Control	15		18,0367
Sig.		,994	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.

PRUEBA χ^2

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	31,509 ^a	9	,000
Razón de verosimilitud	34,643	9	,000
Asociación lineal por lineal	,309	1	,579
N de casos válidos	60		

a. 16 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 2,25.