

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Posgrados

**ESTUDIO IN VITRO CON MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE LA
INTERFASE ESMALTE DENTAL - ADHESIVO UTILIZANDO
RESINA TRANSBOND XT COMBINADO CON HIPOCLORITO DE
SODIO Y CLORHEXIDINA COMO AGENTES ELIMINADORES DE
PLACA BACTERIANA PREVIO AL PROTOCOLO DE
CEMENTACIÓN DE BRACKETS.**

Pedro José Serrano Correa

María Dolores Villacrés, Dra., Directora de Tesis

Trabajo de Titulación presentado como requisito
para la obtención del título de Especialista en Ortodoncia

Quito, abril de 2015

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO
Colegio de Posgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN
ESTUDIO IN VITRO CON MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE LA INTERFASE
ESMALTE DENTAL - ADHESIVO UTILIZANDO RESINA TRANSBOND XT
COMBINADO CON HIPOCLORITO DE SODIO Y CLORHEXIDINA COMO
AGENTES ELIMINADORES DE PLACA BACTERIANA PREVIO AL
PROTOCOLO DE CEMENTACIÓN DE BRACKETS.

PEDRO JOSÉ SERRANO CORREA

María Dolores Villacrés, Especialista en Ortodoncia.

Directora de Trabajo de Titulación

.....

Carolina Dueñas, especialista en Ortodoncia.

Miembro del Comité de Trabajo de Titulación

.....

Eduardo Acevedo, Especialista en Ortodoncia.

Miembro del Comité de Trabajo de Titulación

.....

Carlos Meneses, Especialista en Ortodoncia

Miembro del Comité de Trabajo de Titulación

.....

Gerson Cabezas, Especialista en Ortodoncia

Director del Posgrado de Ortodoncia

.....

Mauricio Tinajeros, Especialista en Periodoncia

Director de Posgrados en Odontología

.....

Fernando Sandoval, M.S.C.

Decano del Colegio de Odontología

.....

Víctor Viteri, Ph. D

Decano del Colegio de Posgrados

.....

Quito, abril de 2015

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: _____

Nombre: Pedro José Serrano Correa

C. I.: 0301692190

Lugar y fecha: Quito, abril de 2015

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado de manera especial para mi esposa María Fernanda, quien a lo largo de toda esta trayectoria en el cumplimiento de mis metas ha sido el pilar fundamental y no me ha dejado desfallecer sin haberlo cumplido.

No puedo dejar de mencionar también que todo este esfuerzo realizado a la distancia ha sido incondicionalmente alentado por el amor hacia mis hijos José Antonio y Valentina en quienes he puesto toda mi vida y para quienes también va dedicado.

Por último, este trabajo tiene una dedicación muy especial para las personas que me apoyaron y me dieron siempre palabras y gestos de aliento y a quienes amo mucho como son mis padres, hermanos, familiares y amigos.

Pedro José Serrano Correa.

AGRADECIMIENTO

Es imposible comenzar sin agradecer a la persona que siempre estuvo junto a mí, cuidándome, protegiéndome y guiándome frente a los peligros del día a día durante estos dos años y medio lejos de mi familia, esa persona es Dios, de quién siempre he profesado una fe profunda y sin miedo a equivocarme fue él quien me permitió surgir y seguir hasta culminar este gran eslabón en mi vida.

Quiero agradecer eternamente a la universidad San Francisco de Quito por haberme permitido esta oportunidad de haberme formado primero como persona y luego como un especialista de alta jerarquía, la misma que se debe a su tan elevada preocupación por entregar a la sociedad profesionales de excelente calidad.

Un agradecimiento fraterno acompañado siempre de un fuerte y caluroso abrazo para las personas que siempre han estado guiándome durante el transcurso como estudiante y que en su momento comenzaron como profesores y actualmente les considero con mucho respeto como unos grandes amigos: Dra. María Dolores Villacrés, Dr. Diego Carrillo, Dr. Gerson Cabezas, Dr. Eduardo Acevedo, Dr. Carlos Meneses, Dra. Carolina Dueñas, Dra. Cristina Oliveira y muchos más que siempre los tendré presentes.

Finalmente quiero agradecer a personas con las que conviví el día a día en la universidad como son mis compañeras del posgrado y personal de la clínica odontológica.

Pedro José Serrano Correa

RESUMEN

El estudio realizado consistió en la observación, descripción y medición de la penetración del adhesivo en el esmalte dental, posterior a la cementación de brackets, modificando los protocolos de cementación y la aplicación de agentes antimicrobianos, previos al acondicionamiento ácido, para la eliminación de la placa bacteriana, permitiendo una mejor penetración del ácido y del material adhesivo, con el propósito de determinar un protocolo que genere una mejor adhesión. La muestra la conformaron 60 premolares superiores extraídos por motivos ortodóncicos en la población de la ciudad de Cuenca.

Metodología: se conformaron 6 grupos de 10 premolares cada uno: el primero fue el grupo control, siguiendo el protocolo de cementación normal posterior a una profilaxis sin flúor o algún material aceitoso. En el segundo grupo se aumentó el hipoclorito de sodio al 5% después de la profilaxis y previo a la descalcificación. El tercer grupo la solución aplicada fue Clorhexidina al 0.12%. En los grupos cuatro, cinco y seis se utilizó el mismo procedimiento aplicado en el caso de los grupos uno, dos y tres modificando el tiempo de descalcificación. Seguidamente se cortaron con disco diamantado, separando la corona de la raíz, la cara vestibular de la palatina y la cara vestibular en dos segmentos. El paso siguiente fue el recubrimiento en oro como medio de contraste, que facilitó la observación en el microscopio electrónico de barrido, en el cual se describió y analizó cada muestra y así se determinó cuál fue el mejor protocolo para generar una adhesión más sólida y compacta.

Conclusión: Analizando los resultados de este estudio se pudo concluir que el agente antiséptico de elección para la desproteinización del esmalte dental, fue la solución de clorhexidina al 0,12%, usándola durante 1 minuto, y seguida de una descalcificación ácida de 45 segundos.

Palabras Claves: Microscópico electrónico, adhesión brackets, hipoclorito de sodio, clorhexidina.

ABSTRACT

This study consisted in observation, description and measurement of the adhesive on the enamel after brackets cementation, modifying the cementation protocols and the application of antimicrobial agents prior to acid conditioning to remove bacterial plaque that is covering the enamel and allow better penetration of acid and adhesive material with the purpose of determining a protocol that generates better adhesion. The sample was conformed by 60 premolars extracted for orthodontic reasons in Cuenca's population.

Methodology: 6 groups are formed with 10 premolars each: the first one was the control group, following the normal cementation protocol and after a prophylaxis without fluor or any oily material. In the second group, 5% sodium hypochlorite was applied after prophylaxis and prior to decalcification. In the third group the solution applied was chlorhexidine at 0.12%. In groups four, five and six, the same procedure as in the case of groups one, two and three was used but modifying the decalcification time. Then, the buccal surface of the palatal was cut with diamond blade, separating the crown from the root, and the buccal surface in 2 parts. The next step was to cover with gold as a dye, this will made the observation easier in the scanning electron microscopy, which will described and analyzed each sample and this determined which one is the best protocol to generate more solid and compact adhesion.

Conclusion: Analyzing the results, the conclusion was that the selected antiseptic agent for the desproteinization of the dental enamel was the chlorhexidine solution at 0,12%, using it during one minute and 45 seconds of an acid decalcification.

Key Words: Electron Microscope, Adhesion Brackets, Sodium Hypochlorite, Chlorhexidine.

TABLA DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	5
Agradecimiento	6
Resumen	7
Abstract.....	8
Índice de tablas	13
Índice de gráficos.....	14
Índice de figuras	15
1. Introducción	16
2. Justificación	18
3. Objetivos	18
3.1 Objetivo general.....	18
3.2 Objetivos específicos	18
4. Hipótesis	19
5. Marco teórico	20

CAPÍTULO I

EL ESMALTE DENTAL

1.1 Generalidades	20
1.2 Composición química del esmalte	20
1.3 Características del esmalte.....	21
1.4 Espesor del esmalte.....	22
1.5 Propiedades físicas del esmalte	23
1.6 Cambios del esmalte con la edad.....	25

CAPÍTULO II

ADHESIÓN AL ESMALTE EN ORTODONCIA

2.1 Generalidades	26
2.2 Interfaces resultantes del cementado de brackets	27
2.3 Tipos de adhesión en ortodoncia	27
2.4 Factores que determinan la calidad de adhesión lograda.....	28
2.5 Adhesión al esmalte	28
2.6 Materiales adhesivos	30
2.6.1 Resinas	31
2.6.1.1 Resinas acrílicas	31
2.6.1.2 Resinas diacrílicas	31
2.6.1.3 Resinas Fotopolimerizables	32
2.6.1.4 Resinas Autopolimerizables.....	32
2.6.1.5 Citotoxicidad de las resinas ortodónticas	33
2.6.2 Cementos ionómero vidrio modificados con resina. Compómeros. ..	33
2.6.2.1 Ventajas de los ionómeros de vidrio.	35
2.6.2.2 Procedimiento de cementación con ionómero de vidrio. ..	35
2.6.3 Cianoacrilato	36
2.6.4 Adhesivos autograbadores	36
2.6.5 Adhesivos hidrófilos	36
2.6.6 Sistema brackets con adhesivo incorporado	37
2.7 Características de un adhesivo ideal	37
2.8 Fenómenos de una buena adhesión.....	38
2.9 Fallas en la adhesión	39
2.10 Cementado directo de los brackets	39
2.10.1 Ventajas del cementado directo	39
2.10.2 Desventajas del cementado directo	40
2.11 Protocolo de cementación	40
2.11.1 Profilaxis o limpieza del esmalte	40
2.11.2 Acondicionamiento con ácido ortofosfórico	41
2.11.2.1 Patrones micromorfológicos del grabado ácido	42

2.11.2.2 Factores de que depende la técnica de grabado ácido	44
2.11.3 Lavado y secado del esmalte.....	44
2.11.4 Agente de enlace	44
2.11.5 Aplicación de la resina a los brackets y colocación final	45
2.12 Eventos de la unión esmalte bracket	46
2.13 Reglas generales de la colocación de brackets	46

CAPÍTULO III

HIPOCLORITO DE SODIO Y CLORHEXIDINA

3.1 Agentes antisépticos.....	47
3.1.1 Características de un buen antiséptico	47
3.1.2 Mecanismo de acción	48
3.1.3 Factores que modifican su actividad	48
3.2 Clorhexidina	49
3.2.1 Generalidades	49
3.2.2 Mecanismo de acción	49
3.2.3 Sustantividad	50
3.2.4 Citotoxicidad	50
3.2.5 Desventajas del uso intrabucal de la clorhexidina	50
3.3 Hipoclorito de sodio	51
3.3.1 Generalidades.....	51
3.3.2 Historia.....	51
3.3.3 Reacciones alérgicas	52
3.3.4 Propiedades del hipoclorito de sodio	52

CAPÍTULO IV

MICROSCOPIA ELECTRÓNICA

4.1 Historia	53
4.2 Generalidades	53
4.3 Microscopio electrónico de barrido	54
4.3.1 Preparación del espécimen para SEM	55

6.	Materiales y métodos	56
7.	Procedimiento	59
8.	Resultados	64
	8.1 Análisis descriptivo - cualitativo	64
	8.2 Análisis estadístico - cuantitativo	111
9.	Interpretación de los resultados	117
10.	Discusión	121
11.	Conclusiones	125
12.	Recomendaciones	126
13.	Referencias bibliográficas	127
14.	Anexos	130
	14.1 Aprobación del comité de bioética	130
	14.2 Aceptación del INSPI	131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materiales del estudio.....	58
Tabla 2 Mediciones y datos estadísticos del grupo 1 en micras	111
Tabla 3 Mediciones y datos estadísticos del grupo 2 en micras	111
Tabla 4 Mediciones y datos estadísticos del grupo 3 en micras	112
Tabla 5 Mediciones y datos estadísticos del grupo 4 en micras	112
Tabla 6 Mediciones y datos estadísticos del grupo 5 en micras	112
Tabla 7 Mediciones y datos estadísticos del grupo 6 en micras	112
Tabla 8 Datos estadísticos consolidados de todos los grupos en micras	113
Tabla 9 Comparación de varianzas entre grupos.....	115
Tabla 10 Análisis grupal de varianzas	116
Tabla 11 Comparación de adhesión.....	116

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Representación de los valores consolidados	114
Gráfico 2 Análisis de grupos predominantes.....	117
Gráfico 3 Grupos desmineralizados sin pretratamiento	118
Gráfico 4 Grupos desmineralizados tratados con hipoclorito de sodio	119
Gráfico 5 Grupos desmineralizados tratados con clorhexidina	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Relaciones del esmalte con el cemento	23
Figura 2 Esmalte grabado con ácido ortofosfórico al 35%	29
Figura 3 Penetración de la resina en el esmalte dental	29
Figura 4 Daño al esmalte dental después del descementado de brackets	34
Figura 5 Resistencia a la tracción	34
Figura 6 Angulo de contacto entre adhesivo y esmalte	38
Figura 7 Esmalte grabado con ácido ortofosfórico.....	41
Figura 8 Patrón de grabado ácido I	42
Figura 9 Patrón de grabado ácido II	43
Figura 10 Patrón de grabado ácido III	43
Figura 11 Microscopio electrónico de barrido	54
Figura 12 Recubridor de oro.....	54
Figura 13 Materiales utilizados en el estudio	58
Figura 14 Profilaxis con piedra pómez.....	59
Figura 15 Protocolo de cementación grupo I	60
Figura 16 Hipoclorito de sodio 5% y clorhexidina 0.12% durante un minuto.....	61
Figura 17 Desmineralización por 30 segundos	61
Figura 18 Segmentación de la pieza dentaria	62
Figura 19 Muestra.....	63
Figura 20 Muestras montadas sin y con recubrimiento en oro.....	63

1. INTRODUCCIÓN

La ortodoncia estudia, previene y corrige las alteraciones del desarrollo, la posición de los maxilares, las formas de las arcadas dentarias, con el fin de restablecer el equilibrio morfológico y funcional de la boca y de la cara, mejorando también la estética facial. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009)

Uno de los desafíos que ha tenido y tiene la ortodoncia es la búsqueda de sistemas que garanticen la permanencia de los brackets en los dientes, para que las fuerzas aplicadas se mantengan constantes y no se interrumpan por la descementación. (Caballero, AM; Bincos, CA; Fernandez, JA; Rivera, JR; Tanaka, EM, 2011)

Desde el siglo XVIII se utilizaron bandas para la sujeción de brackets pero con el avance de la ciencia se reemplazaron por diferentes sistemas adhesivos que presentan ventajas como estética, facilidad de remoción, menor lesión de tejidos y facilidad de higiene oral. (Caballero, AM; Bincos, CA; Fernandez, JA; Rivera, JR; Tanaka, EM, 2011)

El cementado directo de brackets al esmalte dental comenzó en el año 1960 después del descubrimiento hecho por Buonocore (1955) en donde los materiales acrílicos de relleno podían adherirse al esmalte después de grabar esa superficie con ácido fosfórico. (Staley, R; Reske, N, 2012). Este grabado ácido modifica la superficie del esmalte eliminando elementos inorgánicos de la capa más externa del esmalte logrando microretenciones en toda la superficie tratada, estas al ser infiltradas por el adhesivo logra la retención entre el esmalte y el adhesivo. (Espinosa, R; Valencia, R; Rabelero, M; Ceja, I, 2014).

Con los materiales para adherir brackets debe lograrse una resistencia adhesiva lo suficientemente alta para que el dispositivo no se desprenda durante el tratamiento, al igual que debe ser lo suficientemente baja para poder descementarlo al finalizar el tratamiento,

sin ocasionar daños a la superficie sobre la cual fue adherida, generalmente esmalte. En estudios in vitro sobre la resistencia adhesiva de los brackets valores alrededor de 6 a 8 MPa se consideran aceptables. (Macchi, 2013). Fuerzas mayores a 13 MPa producen fracturas y daño permanente del esmalte. (Uribe, 2010).

Con la finalidad de encontrar un sistema que modifique la superficie del esmalte para hacerla más retentiva y mejorar la adhesión de los brackets, durante las últimas 4 décadas se han realizado estudios analizando y variando aspectos como tiempos de grabado, concentración del ácido, diferentes ácidos así como también el micro arenado y el láser para grabar el esmalte. Cabe mencionar que las modificaciones más recientes del grabado del esmalte para mejorar la adhesión es la desproteinización de la capa superficial del esmalte en donde los estudios han logrado demostrar que es posible aumentar la superficie retentiva del esmalte. (Espinosa, R; Valencia, R; Rabelero, M; Ceja, I, 2014).

2. JUSTIFICACIÓN

La importancia de este estudio radica en la determinación de un protocolo de cementación de brackets que garantice una mayor adhesión al esmalte dental, reduciendo el fracaso y contribuyendo directamente al tratamiento ortodoncico en aspectos como reducción del tiempo de tratamiento, reducción del tiempo del paciente en el sillón.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Observar, describir y analizar microscópicamente la interfase esmalte dental – adhesivo que resulta de los diferentes protocolos de cementación y de la utilización de los diferentes antimicrobianos para determinar una secuencia de cementado de brackets que proporcione mejor adhesión al esmalte dental.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Determinar microscópicamente el grado de penetración en el esmalte dental del adhesivo de cementación con los diferentes protocolos de cementación.

- Determinar si la utilización de antimicrobianos como hipoclorito de sodio permite una mejor adhesión del material de cementación al esmalte dental.
- Determinar si la utilización de antimicrobianos como clorhexidina permite una mejor adhesión del material de cementación al esmalte dental.
- Determinar un protocolo de cementación de brackets que de acuerdo a los resultados del estudio generen una mejor adhesión disminuyendo el riesgo de descementación.

4. HIPÓTESIS

La resina Transbond XT colocada siguiendo los protocolos de cementación del fabricante y sin la colocación previa de ningún antimicrobiano en la preparación del esmalte dental es el que mejor adhesión presenta en la interfase esmalte – adhesivo.

5. MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I EL ESMALTE DENTAL

1.1 GENERALIDADES

Es el tejido biológico más duro del organismo, llamado también tejido adamantino este es capaz de resistir a la fractura durante el estrés masticatorio. (Avery, J; Chiego, D., 2007). Es el tejido más resistente debido a que está conformado por millones de prismas altamente mineralizados que lo recorren desde la unión amelocementaria hasta la superficie externa en contacto con el medio bucal. (Gómez de Ferraris, M; Campos, A, 2009). El esmalte es el tejido que proporciona la forma y contorno a las coronas de los dientes. (Avery, J; Chiego, D., 2007).

A pesar que el esmalte es el tejido más duro del organismo presenta también cierto grado de permeabilidad por lo que pueden ingresar ciertas sustancias y bacterias, esto se debe a los espacios microscópicos existentes entre los prismas del esmalte. (Avery, J; Chiego, D., 2007).

1.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ESMALTE

El esmalte está constituido por un 96% de matriz inorgánica microcristalina, 3% de agua y 1% de matriz orgánica. (Gómez de Ferraris, M; Campos, A, 2009).

La parte inorgánica está representada por hidroxiapatita, la misma que esta constituida por fosfato de calcio, esta también se encuentra en la dentina, el cemento y el hueso. (Avery, J; Chiego, D., 2007).

La parte orgánica está constituida por la proteína enamulina similar a la proteína queratina de la piel, esta proteína es la que facilita esa permeabilidad del esmalte. (Avery, J; Chiego, D., 2007).

El agua constituye el tercer elemento químico del esmalte, es muy escaso y disminuye con la edad. Se localiza en la periferia del cristal constituyendo la denominada capa de hidratación o capa de agua adsorbida. (Gómez de Ferraris, M; Campos, A, 2009).

1.3 CARACTERÍSTICAS DEL ESMALTE

- Deriva del órgano del esmalte de naturaleza ectodérmica. (Proffit, 1986) .
- Los cristales de hidroxiapatita son susceptibles a la acción de los ácidos por lo que constituyen el principal mecanismo de desarrollo de caries. (Gómez de Ferraris, M; Campos, A, 2009).
- Los ameloblastos después de completar la formación del esmalte involucionan y desaparecen por lo que el esmalte dental no puede regenerarse una vez que se ha perdido, solo remineralizarse. (Proffit, 1986).
- El esmalte es estructura acelular, avascular y sin inervación. (Gómez de Ferraris, M; Campos, A, 2009).
- El esmalte maduro no contiene células ni prolongaciones celulares por lo que se le considera como una sustancia extracelular muy mineralizada. (Gómez de Ferraris, M; Campos, A, 2009).

1.4 ESPESOR DEL ESMALTE

El espesor del esmalte es la distancia que comprende entre la superficie libre del esmalte y el límite amelodentinario, no es constante y varía en las diferentes piezas dentales y dentro de un mismo diente. (Avery, J; Chiego, D., 2007) (Gómez de Ferraris, M; Campos, A, 2009).

El esmalte presenta el menor espesor a nivel del límite amelocementario (0.5 mm), es también delgado en los surcos intercuspidos y fosas (1 mm). Su espesor máximo (2 – 3mm) se encuentra en las cúspides de molares y premolares y en el borde libre de caninos e incisivos, que son las zonas de grandes impactos masticatorios. (Gómez de Ferraris, M; Campos, A, 2009) (Abramovich, 1999).

Presenta mayor espesor por la cara vestibular que por la cara lingual y el espesor mayor se encuentra a nivel mesial. (Gómez de Ferraris, M; Campos, A, 2009).

A nivel del cervical el espesor es mínimo y se relaciona con el cemento de diferentes maneras. FIGURA 1: (Gómez de Ferraris, M; Campos, A, 2009).

- A. Cemento cubre el esmalte (60% casos).
- B. Esmalte y cemento contactan, no queda expuesta dentina (30% casos).
- C. Esmalte y cemento no contactan, queda expuesta dentina (10% casos).

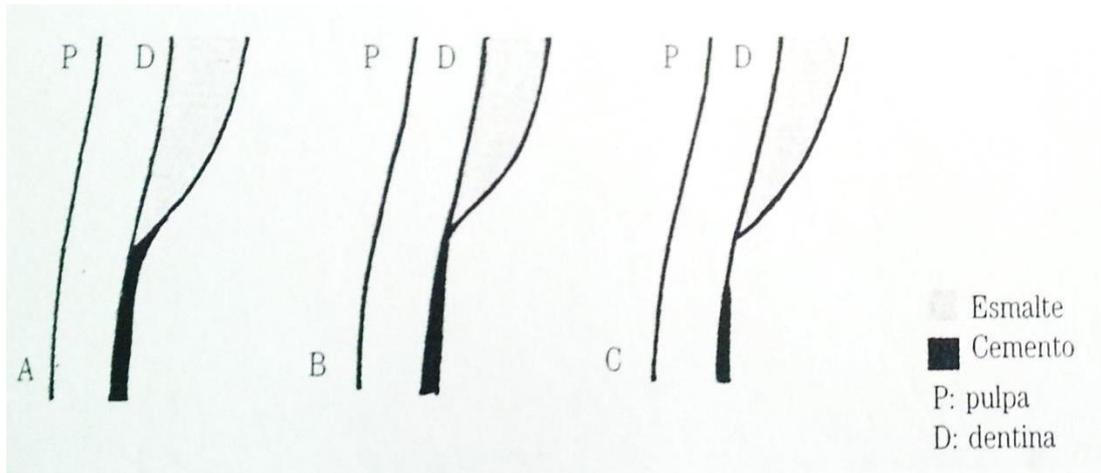


Figura 1 Relaciones del esmalte con el cemento
(Gómez de Ferraris, M; Campos, A, 2009)

1.5 PROPIEDADES FÍSICAS DEL ESMALTE

- Dureza

Es la resistencia superficial de una sustancia a ser rayada o a sufrir deformaciones generada por presiones, la dureza del esmalte decrece desde la superficie libre al límite amelodentinario. (Gómez de Ferraris, M; Campos, A, 2009).

Las variaciones en la dureza dependen de la orientación y de la cantidad de cristales en las distintas zonas. (Gómez de Ferraris, M; Campos, A, 2009).

- Elasticidad

Es muy débil o escasa por el pequeño porcentaje de agua y de sustancia orgánica que tiene. Es un tejido frágil con tendencia a las fracturas cuando no tienen un apoyo dentinario normal, el mismo que le proporciona cierto grado de elasticidad y le permite realizar micromovimientos sin fracturarse. (Gómez de Ferraris, M; Campos, A, 2009).

- Color

En el esmalte su color varía entre blanco grisáceo y blanco amarillento, el mismo que no está dado por el esmalte sino por los tejidos adyacentes en especial de la dentina. El tono grisáceo se presenta en las zonas de mayor espesor como las cúspides, y donde es más delgado (zona cervical) presenta un tono blanco amarillento. (Avery, J; Chiego, D., 2007) (Gómez de Ferraris, M; Campos, A, 2009).

- Transparencia

La transparencia se da por el grado de calcificación y homogeneidad del esmalte. A mayor mineralización, mayor translucidez (Gómez de Ferraris, M; Campos, A, 2009).

- Permeabilidad

Es escasa pero permite microscópicamente el transporte de algunos iones presentes en el medio bucal en donde el agua actúa como medio transportador y es por esta razón que se permite realizar el primer nivel de prevención con el aporte de fluoruros. (Gómez de Ferraris, M; Campos, A, 2009).

- Radiopacidad

Es la más alta que se puede observar en el organismo debido a su alto grado de mineralización. (Gómez de Ferraris, M; Campos, A, 2009).

1.6 CAMBIOS DEL ESMALTE CON LA EDAD

- El cambio que más se observa con claridad es la pérdida de tejido por el uso, y debido a que el esmalte maduro es un tejido acelular e inerte no tiene capacidad de nueva aposición es decir de regeneración. (Davis, 1988).
- Los dientes se vuelven más oscuros debido al adelgazamiento del esmalte que se vuelve más translucido y permite el paso del color de la dentina. (Davis, 1988).
- La permeabilidad del esmalte se ve reducida con el paso de los años debido a que los poros disminuyen de tamaño mientras los prismas se vuelven más ionizados y aumentan su tamaño, se reduce también el contenido de agua. (Eisenmann, 1986)

CAPÍTULO II

ADHESIÓN AL ESMALTE EN ORTODONCIA

2.1 GENERALIDADES

La adhesión consiste en la interacción de átomos o moléculas de una interfase para mantener unidas dos estructuras. Cuando las partículas que se unen son de la misma naturaleza se llaman fuerzas de cohesión y cuando son distintas se llaman fuerzas de adhesión. (Astorga, C; Bader, M; Baeza, R; Ehrmantraut, M; Ribera, C; Vergara, J., 2004).

Los materiales capaces de unir dos o más materiales se denominan adhesivos, en cambio a los materiales que se les coloca el adhesivo se llaman adherentes. El espacio que se encuentra entre las dos superficies se denomina interfase. (McCabe, 1998).

La palabra adhesión deriva del latín adhaerere que significa “pegar a”. Un adhesivo es un material, frecuentemente un fluido viscoso, que une dos sustratos y solidifica y es capaz de transferir una carga de una superficie a la otra. La fuerza adhesiva es la capacidad de soportar carga de una unión adhesiva. (Roberson, T; Heymann, H; Swift, E., 2007).

El ensamble de unión en ortodoncia está constituido por tres componentes: (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009).

- El sustrato que puede ser el esmalte, metal, cerámica o composite.
- El cemento o adhesivo.
- El bracket.

2.2 INTERFASES RESULTANTES DEL CEMENTADO DE BRACKETS

- **Interfase cemento/sustrato:** la calidad de la unión depende de la naturaleza y de las propiedades del cemento, también de la naturaleza y tratamiento de la superficie del sustrato. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009).
- **Interfase cemento/bracket:** su calidad depende de la naturaleza y propiedades del cemento, también de la naturaleza y tratamiento de la base del bracket. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009).

2.3 TIPOS DE ADHESIÓN EN ORTODONCIA

- **Adhesión mecánica:** se realiza por la penetración del material de cementado en las rugosidades de la superficie. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009).
- **Adhesión química:** corresponde a la unión íntima, a escala molecular entre la base y el adhesivo. Se puede llevar a cabo en forma de uniones iónicas o covalentes. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009).
- **Adhesión mixta:** combinación química y mecánica como es el caso de ciertos brackets cerámicos que conjugan lo que es el enrejado laminado revestido de una capa de silano. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009).

2.4 FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE ADHESIÓN LOGRADA

- Composición, módulo elástico y viscosidad del adhesivo.
- Diseño de la base del bracket.
- Característica de la superficie sobre la cual será fijado.
- Presión aplicada durante la adaptación del bracket.
- Ubicación del diente en el arco dentario.
- Posibilidades del control de la humedad bucal.
- Condiciones clínicas del paciente como Respirador Bucal.

(Macchi, 2013)

2.5 ADHESIÓN AL ESMALTE

La adhesión al esmalte se basa en un principio de la retención micromecánica gracias al ingenio de Buonocore quien inspirado por el empleo de ácido fosfórico al 85% para facilitar la adhesión de pinturas y resinas a superficies metálicas, empleo ácidos para grabar el esmalte para el sellado de cavidades y fisuras. (Roberson, T; Heymann, H; Swift, E., 2007).

La superficie intacta del esmalte es hidrofóbica y la humectación es limitada. (Nanda, R; Kapila, S., 2011). El grabado con ácido transforma el esmalte liso en una superficie irregular y aumenta su energía libre superficial. FIGURA 2. (Roberson, T; Heymann, H; Swift, E., 2007).



Figura 2 Esmalte grabado con ácido fosfórico al 35%
(Roberson, T; Heymann, H; Swift, E., 2007)

Cuando se aplica un material fluido a base de resina sobre la superficie grabada irregular, la resina penetra dentro de la superficie ayudada por la acción capilar. Los monómeros del material se polimerizan y el material se vuelve entrelazado con la superficie del esmalte. FIGURA 3. La formación de microdigitaciones de resina dentro de la superficie del esmalte es el mecanismo fundamental de la adhesión entre resina y esmalte. (Roberson, T; Heymann, H; Swift, E., 2007).



Figura 3 Penetración de la resina en el esmalte dental
(Roberson, T; Heymann, H; Swift, E., 2007)

2.6 MATERIALES ADHESIVOS

La invención de los adhesivos de nueva generación en ortodoncia desde 1970 eliminó la necesidad de poner bandas individuales en todos los dientes, el sistema consiste en un adhesivo que se adhiere, en forma mecánica a las irregularidades del esmalte dental grabado con ácido. (Uribe, 2010).

Los diferentes cementos o materiales de adhesión deben presentar algunas propiedades como: adhesión suficiente para evitar el despegamiento de brackets, impermeabilidad inmediata y duradera para evitar problemas de manchas de desmineralización o lesiones cariosas debajo del cemento, un tiempo de trabajo adecuado, eliminación sencilla de los excesos, tolerancia a la manipulación en un medio de posible contaminación con humedad o saliva accidental y un descementado fácil de los brackets sin lesionar el esmalte. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009).

La adhesión de los brackets al esmalte dental puede ser por medio de dos técnicas:

- **La técnica de adhesión directa:** los brackets son directamente colocados en los dientes del paciente. (Uribe, 2010).
- **La técnica de adhesión indirecta:** los brackets son colocados inicialmente en un modelo de yeso del paciente y posteriormente son llevados a los dientes por medio de una cubeta de transferencia. (Uribe, 2010).

2.6.1 RESINAS

Las resinas para el cementado de brackets se las puede clasificar en dos grupos de acuerdo a su composición: resinas acrílicas (simples) y diacrílicas (compuestas); y por su polimerización: fotopolimerizables y autopolimerizables; indistintamente de la resina seleccionada se necesita del grabado ácido de la superficie del esmalte para su adhesión. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009) (Uribe, 2010).

2.6.1.1 Resinas acrílicas: formadas por un monómero de metilmetacrilato y un polvo de polímero ultrafino (polimetacrilato de metilo), son activadas en forma química o con luz. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009) (Uribe, 2010)

2.6.1.2 Resinas diacrílicas: Son combinaciones de partículas de relleno inorgánicas como cristales de cuarzo o sílice con resina dimetacrilato sea esta bis-glicidil metacrilato (BISGMA) o dimetacrilato de uretano (UDMA), se le suele incluir un monómero de bajo peso molecular para reducir la viscosidad (TEGDMA: trietilenglicol dimetacrilato). (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009) (Uribe, 2010) (Nanda, R; Kapila, S., 2011).

El relleno puede variar en composición, tamaño de partícula y cantidad y se utiliza para minimizar la deformación y reforzar la matriz del adhesivo así como también ayuda a controlar los cambios dimensionales, aumentar la dureza y la inercia química, para darle al material una apariencia similar a la del diente. Las partículas de relleno tienen un tamaño que están en rango de 1 a 40 micrómetros. (Staley, R; Reske, N, 2012).

El cuarzo es duro y produce menor desgaste del composite. El sílice es más débil por lo que favorece la limpieza del material al retirar el bracket. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009).

De manera general podemos mencionar que las resinas diacrílicas con relleno dan mejores resultados en brackets metálicos y las resinas acrílicas sin relleno en brackets plásticos y cerámicos. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009).

2.6.1.3 Resinas Fotopolimerizables: El activador de las resinas fotopolimerizables es la canforoquinona y es sensible a la luz en el rango de los 479 nanómetros. Menor tiempo de polimerización, tiempo de trabajo sin límites, se puede ligar el arco inmediatamente después de su polimerización, su adhesión no es superior a las autopolimerizables pero su limpieza es mucho más fácil. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009). Una gran desventaja es que la luz natural o del consultorio puede iniciar el proceso de endurecimiento y que la luz de la lámpara si no es protegida produce daños permanentes en la retina. (Uribe, 2010).

2.6.1.4 Resinas Autopolimerizables: Se les debe permitir una polimerización completa durante 5 minutos después del fraguado inicial antes de incorporar arcos. Son las resinas que ofrecen los niveles más altos de resistencia a la tracción. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009)

2.6.1.5 Citotoxicidad de las resinas ortodónticas

Las resinas y el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina liberan iones como fluoruro, estroncio y aluminio. Estos monómeros libres dispersos parecen ser los responsables de la citotoxicidad de la resina sobre la pulpa y células gingivales además están implicados en el potencial alérgico del material. Estimulan el desarrollo de bacterias cariogénicas en la interfase entre el material y las paredes cavitarias. (Nanda, R; Kapila, S., 2011).

Algunas precauciones pueden ayudar a prevenir o disminuir los efectos adversos: la cantidad de resina usada debe ser mínima y los excesos alrededor del bracket deben ser eliminados, la resina colocada en los retenedores por lingual debe ser de igual manera mínima por que permanecen por mucho tiempo en el entorno bucal y están directamente expuestos a la cavidad, la máxima liberación de los monómeros libres se da en los primeros 10 a 60 minutos por lo que se recomienda que los pacientes se enjuaguen la boca después de la cementación de brackets. (Nanda, R; Kapila, S., 2011).

2.6.2 CEMENTOS DE IONÓMERO DE VIDRIO MODIFICADOS CON RESINA. COMPÓMEROS.

Están compuestos por polímero de fluoroaminosilicato y un líquido que contiene el ácido poliacrílico, el monómero y el activador. La adhesión no se ve influenciada por el grabado ácido y la contaminación salival. Tiene capacidad de liberar y absorber flúor

previniendo la descalcificación del esmalte. La eliminación de los excesos de cemento después del despegamiento de brackets suele ser más fácil debido a que se los puede desecar con aire dejándolos así más friable. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009) (Nanda, R; Kapila, S., 2011).

Con microscopía electrónica se pudo determinar que el daño del esmalte dental después del descementado de brackets es menor con la utilización de compómeros FIGURA 4 pero los compuestos con ionómero de vidrio son los que menor resistencia tienen a la tracción FIGURA 5. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009).

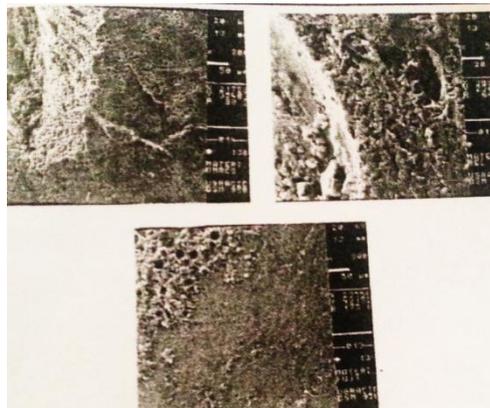


Figura 4 Daño al esmalte dental después del decementado de brackets (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009)

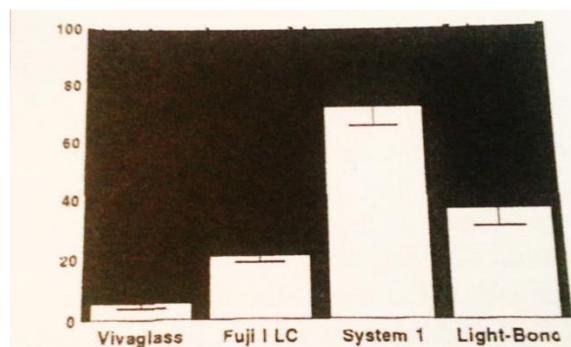


Figura 5 Resistencia a la tracción (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009)

2.6.2.1 Ventajas de los ionómeros de vidrio.

- Tienen potencial anticariogénico.
- Hacen una adhesión química con el esmalte y la dentina.
- Tienen una Fuerza a la compresión de 140 MPa.
- Tienen reservorio de Flúor.
- Son más económicos que las resinas compuestas.
- Tienen buen tiempo de trabajo previo al fraguado.
- Son más fáciles de remover del esmalte que las resinas compuestas.
- Las reparaciones son más fáciles y rápidas de hacer.

(Uribe, 2010)

2.6.2.2 Procedimiento de cementación con ionómero de vidrio.

- Profilaxis
- Aislamiento
- No grabar, solo secar el esmalte.
- Mezclar los componentes.
- Cubrir con ionómero la superficie del bracket.
- Posicionar el bracket y hacer presión para que fluya el excedente.
- Fotopolimerizar cada bracket durante 30 o 40 segundos.

(Uribe, 2010)

2.6.3 CIANOACRILATO

Este adhesivo contiene ethyl-cyanoacrylate y gel de silicato para alterar su viscosidad. El procedimiento clínico es diferente del resto de adhesivos dado que la polimerización debe hacerse en presencia de humedad y presión. Está indicado para todo tipo de superficie y presenta un aumento muy significativo de resistencia a la tracción. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009).

2.6.4 ADHESIVOS AUTOGRABADORES

La acción de este adhesivo radica en una desmineralización y una infiltración simultánea de resina. Es un adhesivo que permite realizar el cementado en un solo paso por lo que ahorra tiempo de trabajo. El desmineralizado ácido es en menor intensidad que el grabado con ácido fosfórico y a diferencia del protocolo de cementación en varios pasos en el que tenemos que lavar el esmalte para eliminar el calcio disuelto, con este adhesivo es incorporado a la resina una vez polimerizado. Es fotopolimerizable, libera flúor y es hidrófilo, se puede aplicar en ambiente seco o húmedo sin comprometer la fuerza de adhesión. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009).

2.6.5 ADHESIVOS HIDRÓFILOS

Son adhesivos que nos permiten fijar en presencia de humedad sin afectar la fuerza de adhesión. Son útiles en situaciones clínicas difíciles como el cementado de botones y brackets después de una fenestración de caninos. Están constituidos de una resina hidrófoba, de monómeros hidrófilos que mejoran el remojo y la infiltración de la resina en una superficie húmeda y de un solvente que puede ser acetona o alcohol. A diferencia de

las otras resinas es que después del grabado ácido se debe secar hasta obtener el aspecto blanquecino en el esmalte y al colocar el adhesivo se debe secar con aire con el fin de evaporar el solvente. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009).

2.6.6 SISTEMA DE BRACKETS CON ADHESIVO INCORPORADO

En este sistema el bracket está cubierto de composite fotopolimerizable, el mismo que presenta algunas ventajas clínicas como: consistencia adhesiva predecible, reducción en los pasos previos de preparación, reducción del exceso de composite, comodidad, pulcritud y limpieza en el proceso de colocación del aparato. Se lo denomina APC. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009).

2.7 CARACTERÍSTICAS DE UN ADHESIVO IDEAL

- Tener suficiente resistencia interna y ser resistente a la fractura.
- Ser fluido para penetrar en las cavidades del esmalte grabado.
- Ser estable dimensionalmente para no sufrir contracción.
- Ser de fácil manejo.
- Tener un ángulo de contacto pequeño.
- Ser biocompatible, estético, económico.
- Baja tensión superficial.
- Humectancia e hidrorresistencia.

(Canut, 2000) (Uribe, 2010)

2.8 FENÓMENOS DE UNA BUENA ADHESIÓN

- **La Humectación:** es la capacidad de fluir que tiene un material. Este fenómeno aumenta la capacidad de adhesión y está relacionado con su penetrabilidad. A mayor penetrabilidad y humectación, mayor será la adhesión. (Uribe, 2010).
- **La Energía Superficial:** es el aumento de la energía en la superficie del esmalte. Esto se produce por la acción del grabado ácido en donde se disuelve el material orgánico quedando libres los radicales que conforman el esmalte y el adhesivo se une a ellos por medio de atracción electrónica de puentes de hidrógeno o de uniones covalentes. (Uribe, 2010).
- **Ángulo de contacto entre el adhesivo y el esmalte:** A menor ángulo de contacto mayor será la adhesión FIGURA 6. (Uribe, 2010).

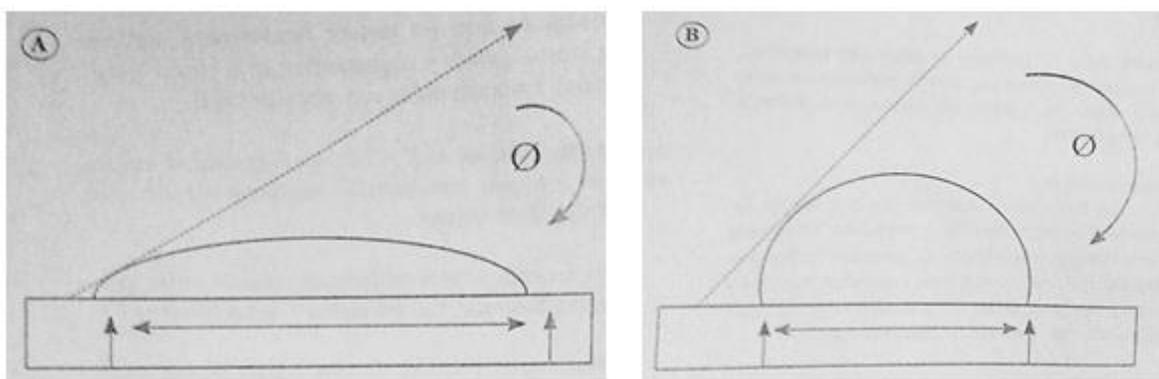


Figura 6 Ángulo de contacto entre adhesivo y esmalte
(Uribe, 2010)

2.9 FALLAS EN LA ADHESIÓN

- Se producen contracciones de tensión del material de adhesión.
- Fallas inherentes a la composición del esmalte.
- Se reduce el humedecimiento por la contaminación superficial.
- La capa de agua está siempre presente en el esmalte.
- Capa de adhesivo grande y gruesa.

(Uribe, 2010)

2.10 CEMENTADO DIRECTO DE LOS BRACKETS

Newman en 1964 fue uno de los primeros que se avocó en el cementado de los brackets a la superficie del esmalte. En los años 1980 la mayoría de los ortodoncistas cementaban los brackets a los incisivos, caninos y premolares en sus pacientes. (Staley, R; Reske, N, 2012).

2.10.1 Ventajas del cementado directo

- Las bases de los brackets se adaptan mejor a las superficies de los dientes, ya que se mejora notablemente la fuerza de unión.
- Se remueven de manera fácil los excesos de adhesivo, estos afectan la estética, producen inflamación gingival por retención de placa.
- Es menos costosa que la técnica indirecta.
- La técnica es aparentemente más fácil y sencilla.

(Uribe, 2010)

2.10.2 Desventajas del cementado directo

- Es una técnica menos precisa.
- Depende de la habilidad del clínico.
- Es más dificultosa la colocación de los brackets en una angulación, altura y sentido mesio – distal correcto.

(Uribe, 2010)

2.11 PROTOCOLO DE CEMENTACIÓN

2.11.1 Profilaxis o limpieza del esmalte

La superficie de adhesión labial o lingual de los dientes debe librarse de cálculo y placa para la adhesión eficiente. (Nanda, R; Kapila, S., 2011) Este proceso disminuye la energía superficial, limpia residuos alimentarios y contaminantes del esmalte. Se debe hacer con pastas de pulido (piedra pómez o bicarbonato) libres de glicerina para permitir una mejor adhesión. (Uribe, 2010)

También previo a la desmineralización del esmalte con ácido ortofosfórico se puede desproteinizar su capa superficial para aumentar su resistencia a la adhesión, esto con la utilización de agentes antisépticos o antimicrobianos como el hipoclorito de sodio (NaOCl). (Espinosa, R; Valencia, R; Rabelero, M; Ceja, I, 2014).

2.11.2 Acondicionamiento con ácido ortofosfórico

El ácido fosfórico es una sustancia inorgánica. Con la utilización del ácido se generan cambios en las características superficiales, pérdida de la sustancia del esmalte y un aspecto blanco y escarchado producto de la descalcificación y de la deformación de la estructura cristalina con este ácido. Las características de la superficie del esmalte se alteran por la disolución del ácido, que retira toda la película de material orgánico y crea microporosidades, dando lugar a un enlace micromecánico. FIGURA 7. (Nanda, R; Kapila, S., 2011).

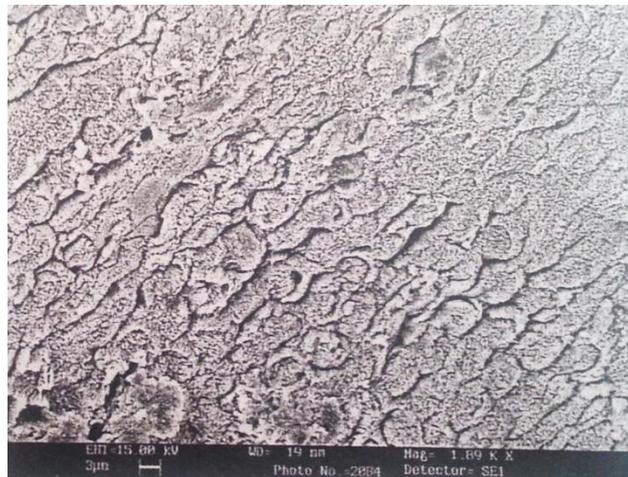


Figura 7 Esmalte grabado con ácido ortofosfórico
(Nanda, R; Kapila, S., 2011)

El agente de grabado de elección es el ácido fosfórico a una concentración entre el 30% y el 50%, normalmente al 37% en gel (permite un correcto emplazamiento en un área específica). (Anusavice, 2004). Concentraciones inferiores al 27% pueden crear un precipitado de monohidrato de fosfato dicálcico que no se puede retirar con facilidad y puede interferir con la adhesión. Concentraciones superiores parecen disolver menos calcio y dan lugar a patrones de grabado con peor definición. (Roberson, T; Heymann, H; Swift, E., 2007).

Previo a la aplicación del ácido se debe mantener seco y aislado adecuadamente, aplicar suavemente el ácido evitando frotar en el diente para no dañar estructuras del esmalte y reducir la superficie de adhesión. (Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E, 2009). Durante su colocación es importante también evitar las burbujas de aire en la interfase, porque si estas se mantienen dicha área no será grabada. (Anusavice, 2004).

El ácido ortofosfórico se aplica sobre la superficie del esmalte por 30 segundos, este tiempo puede oscilar entre 15 a 60 segundos sin comprometer la resistencia adhesiva al cizallamiento, tiempos mayores o menores disminuyen su adhesión. (Nanda, R; Kapila, S., 2011). El tiempo de aplicación del ácido puede incrementarse dependiendo de aspectos como dientes permanentes con alto contenido de flúor o dientes temporales que son más aprismáticos que los dientes permanentes. (Anusavice, 2004).

2.11.2.1 Patrones micromorfológicos del grabado ácido

- **Patrón de tipo I** incluye la disolución del centro de los prismas sin disolución de la periferia de estos, FIGURA 8. (Roberson, T; Heymann, H; Swift, E., 2007) (Silverstone, LM; Saxton, CA; Dogon, IL, 1975).



Figura 8 Patrón de grabado ácido I
(Roberson, T; Heymann, H; Swift, E., 2007)

- **Patrón de grabado de tipo II** se disuelve el esmalte periférico pero el centro se mantiene intacto, FIGURA 9. (Roberson, T; Heymann, H; Swift, E., 2007) (Silverstone, LM; Saxton, CA; Dogon, IL, 1975)



Figura 9 Patrón de grabado ácido II
(Roberson, T; Heymann, H; Swift, E., 2007)

- **Grabado de tipo III** es menos definido que los anteriores e incluye áreas parecidas a los otros patrones y áreas cuya topografía no está relacionada con la morfología del prisma del esmalte FIGURA 10. (Roberson, T; Heymann, H; Swift, E., 2007)



Figura 10 Patrón de grabado ácido III
(Roberson, T; Heymann, H; Swift, E., 2007)

2.11.2.2 Factores de los que depende la técnica de grabado ácido

- Tipo de ácido.
- Concentración del ácido.
- Tiempo de grabado.
- Presentación del ácido.
- Tiempo de enjuague y lavado.

(Uribe, 2010)

2.11.3 LAVADO Y SECADO DEL ESMALTE

Una vez que el diente ha sido grabado, el ácido se debe eliminar mediante irrigación con chorro de agua durante 15 - 20 segundos, tras los cuales el esmalte debe ser completamente secado. Cuando se seca el esmalte debe tener un color blanco como de escarcha que es indicativo de un grabado adecuado. (Anusavice, 2004).

El control de la humedad es de vital importancia para la adhesión ya que la contaminación del esmalte grabado con ácido, puede causar el fracaso o el debilitamiento de la adhesión. El control de la saliva y el mantenimiento del campo de trabajo seco son esenciales y se logra con la ayuda de expansores labiales, retractores de mejilla, eyectores de saliva y rollos de algodón. (Nanda, R; Kapila, S., 2011).

2.11.4 AGENTE DE ENLACE

El agente de enlace es una capa delgada de monómero, de consistencia viscosa que se aplica sobre la superficie del esmalte ya acondicionada y seca. Este fluye dentro de los poros del esmalte grabado y produce un incremento de tensión superficial y mejora la adhesión. (Uribe, 2010).

Si la capa del agente de enlace es muy gruesa se la puede adelgazar con una ráfaga suave de aire, una capa gruesa puede interferir con la adaptación del bracket. La polimerización por separado del agente de enlace no es necesaria. La reaplicación de una nueva capa no es requerida cuando ocurre la contaminación salival, pero el área debe secarse con aire antes de la colocación del bracket. (Nanda, R; Kapila, S., 2011).

2.11.5 APLICACIÓN DE LA RESINA A LOS BRACKETS Y COLOCACIÓN FINAL

La resina es el material que tiene como función adherir en forma fuerte los brackets al esmalte, por medio de las mallas que los retienen. (Uribe, 2010). Es importante que el adhesivo sea distribuido uniformemente en la base del bracket sin dejar brecha en el adhesivo, ya que esto puede conducir a fracasos en su adhesión. (Nanda, R; Kapila, S., 2011).

Una vez colocado el adhesivo, el bracket se ubica inmediatamente en el diente en donde con la ayuda de un posicionador colocamos el bracket en su altura correcta y con un espejo y visión directa lo posicionamos en sentido mesio- distal y en inclinación a través del eje axial del diente. Una vez presionado el bracket se procede a retirar los excesos del material de adhesión y finalmente procedemos a la polimerización del material con el uso de una lámpara de fotocurado. (Nanda, R; Kapila, S., 2011).

Las penetraciones de las prolongaciones de resina en el esmalte tienen unas medidas aproximadas de 6 micras de diámetro y de 10 a 20 micras de longitud; su longitud de penetración depende de si el tiempo de grabado del esmalte y el tiempo de irrigación son suficientes para producir un entramado adecuado de esmalte grabado y a la vez

eliminar los restos de residuos de grabado que se depositan en la superficie acondicionada.
(Anusavice, 2004).

2.12 EVENTOS DE LA UNIÓN ESMALTE BRACKET

En esta unión se producen los siguientes eventos:

- Unión física entre el agente de enlace y el esmalte grabado.
- Unión química entre el agente de enlace y el material de adhesión.
- Unión física entre el material de adhesión y las mallas de retención de los brackets.

(Uribe, 2010)

2.13 REGLAS GENERALES DE LA COLOCACIÓN DE BRACKETS

- Se deben adherir en la mitad del tercio medio de las coronas clínicas.
- Deben estar centrados en sentido mesio – distal.
- Se usa como línea de referencia vertical el eje axial de la corona clínica.
- El slot horizontal debe estar perpendicular al eje axial de cada diente para obtener un adecuado paralelismo radicular.

(Uribe, 2010)

CAPÍTULO III

HIPOCLORITO DE SODIO Y CLORHEXIDINA

3.1 AGENTES ANTISÉPTICOS

En el siglo XIX Semmelweiss con el lavado de las manos con cal clorada, y Lister en cirugías antisépticas mediante uso de fenol inauguraron la era de los antisépticos y los desinfectantes. Estos difieren de los antimicrobianos administrados por vía sistémica debido a su toxicidad y baja selectividad por los parásitos. (Tripathi, 2011).

Los términos antiséptico y desinfectante designan a un agente que inhibe o destruye microorganismos por contacto. Convencionalmente los agentes utilizados sobre superficies vivas como boca, manos se llaman antisépticos, mientras los que se emplean para objetos inertes como instrumental se conocen como desinfectantes. Entre estas dos terminologías es difícil distinguirse cuál de ellas cumple una acción inhibitoria del crecimiento y cual cumple una acción letal, ya que dichas acciones dependen de la concentración. (Tripathi, 2011).

3.1.1 CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN ANTISÉPTICO

- Ser químicamente estable.
- No teñir, y tener color y olor agradable.
- Ser microbicida y no solo acción inhibitoria.
- Destruir esporas.
- Activo contra todos los patógenos como bacterias, hongos, virus.
- Propagarse a través de películas orgánicas.

- Ser activo en presencia de sangre, pus, exudados y excreciones.
- Requerir un tiempo de exposición breve.
- No ser irritante para los tejidos.

(Tripathi, 2011)

3.1.2 MECANISMO DE ACCIÓN

- Oxidación del protoplasma bacteriano.
- Desnaturalización de las proteínas bacterianas, incluidas las enzimas.
- Aumento de la permeabilidad de la membrana bacteriana.

(Tripathi, 2011)

3.1.3 FACTORES QUE MODIFICAN SU ACTIVIDAD

- Temperatura y pH.
- Periodo de contacto con el microorganismo.
- Naturaleza del microorganismo.
- Tamaño del inóculo.
- Presencia de sangre, pus u otra materia orgánica.

(Tripathi, 2011)

El índice terapéutico de un antiséptico se define comparando la concentración en la cual actúa sobre los microorganismos y provoca irritación local, daño tisular. (Tripathi, 2011).

3.2 CLORHEXIDINA

3.2.1 GENERALIDADES

Es un antiséptico catiónico también conocido como gluconato de clorhexidina, es potente no irritante y rompe la membrana de la célula bacteriana. Posee una acción secundaria como es la desnaturalización de las proteínas intracelulares. (Tripathi, 2011) (Soares, I; Goldberg, F, 2012).

La clorhexidina se desarrolló hace más de 50 años en Inglaterra y se comercializó por primera vez en 1953 como pomada antiséptica. Es un antimicrobiano de amplio espectro, agonista activo frente a bacterias grampositivas y gramnegativas, además de levaduras, aunque en un aspecto más amplio tiene un mayor poder de acción sobre las grampositivas. (Soares, I; Goldberg, F, 2012) (Hargreaves, K; Cohen, S., 2011).

Es uno de los agentes más eficaces para el control de la placa bacteriana y la gingivitis. Ayuda en la prevención de infecciones después de cirugías periodontales y cirugías bucales. (Tripathi, 2011)

3.2.2 MECANISMO DE ACCIÓN

Según la concentración de la clorhexidina esta puede tener una acción bacteriostática o bactericida. En altas concentraciones actúa dañando la membrana celular (igual que el detergente) causando una precipitación del citoplasma, por lo que tiene un efecto bactericida; en concentraciones bajas altera el metabolismo bacteriano afectando sustancias de bajo peso molecular como potasio y fósforo por lo que tiene un efecto bacteriostático. (Hargreaves, K; Cohen, S., 2011).

3.2.3 SUSTANTIVIDAD

La acción reversible de captación y liberación de clorhexidina produce una actividad antimicrobiana sustantiva conocida como sustantividad. Esta acción está relacionada directamente con la concentración de este antiséptico. En concentraciones bajas (hasta 0.01%) forma una monocapa estable en la superficie del diente que puede evitar o reducir la colonización bacteriana. En altas concentraciones (> 0.02%) se forma una multicapa que libera el exceso al entorno a medida que disminuye su concentración. (Hargreaves, K; Cohen, S., 2011).

3.2.4 CITOTOXICIDAD

Según Løe a concentraciones entre 0,12% y 2% tiene poca toxicidad tisular a nivel local y sistémico. Como irrigante subgingival al 2% tampoco se observó toxicidad. (Hargreaves, K; Cohen, S., 2011).

La clorhexidina a pesar de ser una solución segura, puede causar reacciones alérgicas. En estudios realizados se ha descrito una tasa de sensibilización cerca del 2%. Entre las reacciones alérgicas tenemos dermatitis por contacto y urticaria después del contacto directo con mucosas o heridas abiertas. (Hargreaves, K; Cohen, S., 2011).

3.2.5 DESVENTAJAS DEL USO INTRABUCAL DE LA CLORHEXIDINA

- Coloración pardusca de los dientes y la lengua por uso prolongado.
- Sabor residual desagradable.
- Alteración de la percepción gustativa, en ocasiones ulceraciones bucales.

(Tripathi, 2011)

3.3 HIPOCLORITO DE SODIO

3.3.1 GENERALIDADES

Es un excelente antibacteriano, capaz de disolver tejido necrótico, tejido pulpar vital, componentes orgánicos de dentina y biopelículas. (Hargreaves, K; Cohen, S., 2011).

Su compuesto principal el cloro, es un elemento altamente reactivo y de acción rápida, siendo un germicida potente que con solo 0,1 – 0,25 ppm destruye la mayoría de patógenos en 30 segundos. La acción descontaminante se agota rápido y no tiene potencia, el cloro es más activo en medio ácido o neutro. (Tripathi, 2011).

El hipoclorito de sodio es inestable y demasiado irritante para que sea utilizado como antiséptico en la piel y mucosas. (Tripathi, 2011).

3.3.2 HISTORIA

Se produjo por primera vez en 1789 en Francia, por medio del paso de gas cloro por una solución de carbonato de sodio. La solución resultante se denominó “agua de Javel” y era una solución débil. Posteriormente se conjugó la cal clorada con carbonato sódico, obteniéndose niveles bajos de cloro, este método sirvió para utilizarlo como antiséptico hospitalario. Dakin recomendó el hipoclorito de sodio como solución al 0,5 para irrigar heridas durante la primera guerra mundial. Coolidge lo introdujo en endodoncia. (Hargreaves, K; Cohen, S., 2011).

3.3.3 REACCIONES ALÉRGICAS

Es improbable que se produzcan alergias reales, ya que el sodio y el cloro son elementos esenciales de la fisiología del humano; no obstante se pueden producir hipersensibilidad y dermatitis por contacto. (Hargreaves, K; Cohen, S., 2011).

3.3.4 PROPIEDADES DEL HIPOCLORITO DE SODIO

- Buena capacidad de limpieza.
- Poder antibacteriano efectivo.
- Neutralizante de productos tóxicos.
- Disolvente de tejido orgánico.
- Acción rápida, desodorizante y blanqueadora.

(Soares, I; Goldberg, F, 2012)

CAPÍTULO IV

MICROSCOPIA ELECTRÓNICA

4.1 HISTORIA

En 1938 Manfred Von Ardenne construyó un microscopio electrónico scanning de Trasmisión, la magnificación era de 8000X, su resolución era de 50 a 100 nm y la toma de la fotografía lo hacía en un tiempo de 20 minutos. (Amano, Y; Díaz, L., 2012).

Luego de la guerra mundial el microscopio electrónico de Scanning también hizo un gran desarrollo, con la nueva tecnología electrónica; es así que en 1986 Ruska fue condecorado con el premio Nobel de Física por sus logros en óptica electrónica, y por el diseño del primer microscopio electrónico. (Amano, Y; Díaz, L., 2012).

4.2 GENERALIDADES

El microscopio es un instrumento que se utiliza para magnificar la imagen de un objeto diminuto. Si la imagen es formada por luz, se llama microscopía de luz y si la imagen es formada por electrones se llama microscopía electrónica. (Amano, Y; Díaz, L., 2012).

Existen dos tipos de microscopios electrónicos: el de transmisión que es análogo al microscopio de luz por cómo se produce la imagen; y el microscopio de barrido cuyo principio es semejante a un radar. (Amano, Y; Díaz, L., 2012).

4.3 MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO

El principio del microscopio electrónico de barrido (SEM), FIGURA 11, se basa en un rayo de electrones llamado “sonda”, denominado de esta manera por la intensidad del rayo de electrones que pasa por la superficie del objeto. Cuando estos electrones encuentran un objeto serán desviados por los átomos encontrados en el objeto; a esto se le llama “electrón disperso”, de igual forma algunos electrones de la sonda crean lo que se denomina “electrones secundarios”. (Amano, Y; Díaz, L., 2012).

La intensidad de los electrones dependen: de la composición elemental de la superficie topográfica del objeto y de la energía que incide en la sonda de electrones emitida. (Amano, Y; Díaz, L., 2012).

Los electrones dispersos o los electrones secundarios pueden ser tomados por un electrodo de carga positiva llamado colector o ánodo. El electrón cargado se refleja sobre la pantalla fluorescente y emite fluorescencia la misma que es convertida a corriente eléctrica por un fotomultiplicador. Finalmente la topografía del espécimen puede reproducirse en la pantalla. Para tomar fotografías en un SEM se necesita un tiempo largo de exposición sobre los 90 – 100 segundos por foto. (Amano, Y; Díaz, L., 2012).



Figura 11 Microscopio electrónico de barrido
(Amano, Y; Díaz, L., 2012)



Figura 12 Recubridor de Oro
(Amano, Y; Díaz, L., 2012)

4.3.1 PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN PARA SEM

La muestra a examinarse para SEM debe deshidratarse completamente. La mayoría de los materiales biológicos tienen como componente en su constitución gran cantidad de agua, por lo que deberán pasar por el proceso de secado para evitar que se produzca una severa deformación del espécimen. (Amano, Y; Díaz, L., 2012).

Una vez que la muestra se encuentre seca se realiza el montaje del espécimen sobre una placa de cobre y se procede al recubrimiento del espécimen con metal, FIGURA 12, para aumentar la emisión secundaria de electrones y prevenir la sobrecarga eléctrica. Se utilizan materiales pesados como oro, paladium. Esto nos permitirá obtener fotografías de alta resolución. (Amano, Y; Díaz, L., 2012).

Este procedimiento se basa en el fenómeno de destello a chorro, el mismo que se fundamenta en un cátodo (oro, paladium), ánodo (espécimen) y un gas como el argón. El bombardeo del ion de gas, expulsará un átomo desde el material de cátodo el que será depositado en la superficie del espécimen. El revestimiento del espécimen dependerá: del espesor del material, de la intensidad del ion y del tiempo de bombardeo. El tiempo suficiente para revestir la mayoría de muestras biológicas es de 20 segundos. (Amano, Y; Díaz, L., 2012).

6. MATERIALES Y MÉTODOS

- **TIPO DE ESTUDIO**

Se realizó un estudio experimental in vitro el mismo que se basó en dientes extraídos analizados en el laboratorio de microscopía electrónica bajo diferentes protocolos experimentales de cementación de brackets. También como parte de este estudio se realizó un análisis comparativo descriptivo y comparativo cuantitativo, en donde el primero se basó únicamente en la observación de las microfotografías y el segundo en la medición de las mismas.

- **UNIVERSO Y MUESTRA**

El universo lo conformó la población de la ciudad de Cuenca, donde se tomó como muestra 60 premolares superiores que fueron extraídos por motivos ortodonticos, esta muestra fue determinada en base a otros estudios similares realizados.

De los 60 premolares como muestra inicial al momento de realizado el corte axial, siguiendo el eje longitudinal de las piezas dentales, se obtuvo un grupo de estudio de 120 segmentos de dientes, los mismos que fueron distribuidos en número de 20 por cada grupo respectivamente.

- **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Premolares extraídos por motivos ortodóncicos.
- Premolares que no hayan sido extraídos hace más de 2 meses.
- Premolares que presenten la cara vestibular intacta.
- Premolares que no presenten rasgos de hipoplasia del esmalte.
- Premolares que no hayan sido sometidos a blanqueamiento.
- Premolares que no hayan tenido ortodoncia previa.
- Premolares con morfología vestibular normal.
- Premolares que tengan una altura vestibular de la corona adecuado.

- **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Premolares que hayan sido extraídos hace más de dos meses.
- Premolares que hayan sido sometidos a blanqueamiento dental.
- Premolares que presenten fracturas o caries en su cara vestibular.
- Premolares que presenten algún grado de hipoplasia del esmalte.
- Premolares que han sido sometidos a ortodoncia previa.
- Premolares que no presenten una morfología vestibular normal.
- Premolares microdónticos.

- **MATERIALES**

MATERIAL/INSTRUMENTAL	MARCA	CARACTERÍSTICA
Micromotor	NSK	Hasta 22.000 rpm
Resina TRANSBOND XT	3M - UNITEK	Resina compuesta BIS – GMA, TEGDMA, sílice de cuarzo.
Primer TRANSBOND XT	3M - UNITEK	Metacrilato
Ácido ortofosfórico al 37%	Scotchbond 3M ESPE	Gel
Lámpara de luz halógena	Woodpecker	Longitud de onda de 420 nm a 480 nm.
Clorhexidina	Clorexil	Gluconato de clorhexidina al 0.12%
Hipoclorito de sodio	Proinquimec	Concentración al 5%
Brackets para premolares superiores	American Orthodontic	Modelo Mini master, Roth, slot 0,022”
Microscopio electrónico de barrido	JEOL JSM 5310	Principio sonda de electrones
Recubridor de Muestras	JEOL JFC 1200	Metal usado Oro
Piedra Pómez	Maquira Industria de producto odontológicos	Polvo abrasivo extrafino de baja densidad y peso
Pinza porta brackets, posicionador de brackets	Morelli	
Discos de diamante	JOTA	
Copas de Young, algodón, explorador, aplicadores, suero fisiológico, vaso dappen, regla milimetrada, lápiz, cronómetro.		

Tabla 1 Materiales del Estudio
Fuente propia



Figura 13 Materiales utilizados en el estudio
Fuente propia

7. PROCEDIMIENTO

El estudio experimental se inició con la recolección de la muestra, la misma que fue recogida en varios consultorios odontológicos de la ciudad de Cuenca sin incluir dato alguno sobre la identidad de las personas a quienes se les extrajo los dientes. Una vez obtenido el total de la muestra, los dientes fueron sumergidos en una solución de suero fisiológico para mantenerlos con cierto grado de humectación.

El tratamiento de la muestra se inició con una profilaxis dental, la que se realizó con una copa de Young y piedra pómez disuelta en agua hasta obtener una pasta homogénea, posteriormente el diente fue lavado con abundante agua por 10 segundos y secado durante el mismo tiempo. FIGURA 14.



Figura 14 Profilaxis con piedra pómez.
Fuente propia

Una vez realizada la profilaxis se distribuyeron los dientes según los diferentes grupos de estudio:

- **GRUPO 1:** En este grupo después de la profilaxis se desmineralizó el esmalte dental con ácido ortofosfórico al 37% durante 45 segundos, posteriormente se lavó con abundante agua durante 15 segundos y finalmente se secó con aire libre de aceite durante 10 segundos. Cumplido el acondicionamiento ácido se colocó el primer sobre el esmalte grabado y la resina se colocó en la malla del bracket (brackets metálicos con una malla de

máxima retención con capas de 80 micras y tratada con grabado y foto químicamente), y se procedió al posicionamiento del bracket, tomando en consideración todos los aspectos en sentido mesio – distal, altura e inclinación con respecto al eje longitudinal. Ya colocado el bracket en posición se retiró los excesos y finalmente se fotopolimerizó con una lámpara led de luz halógena por un tiempo de 10 segundos por oclusal y 10 segundos por gingival.

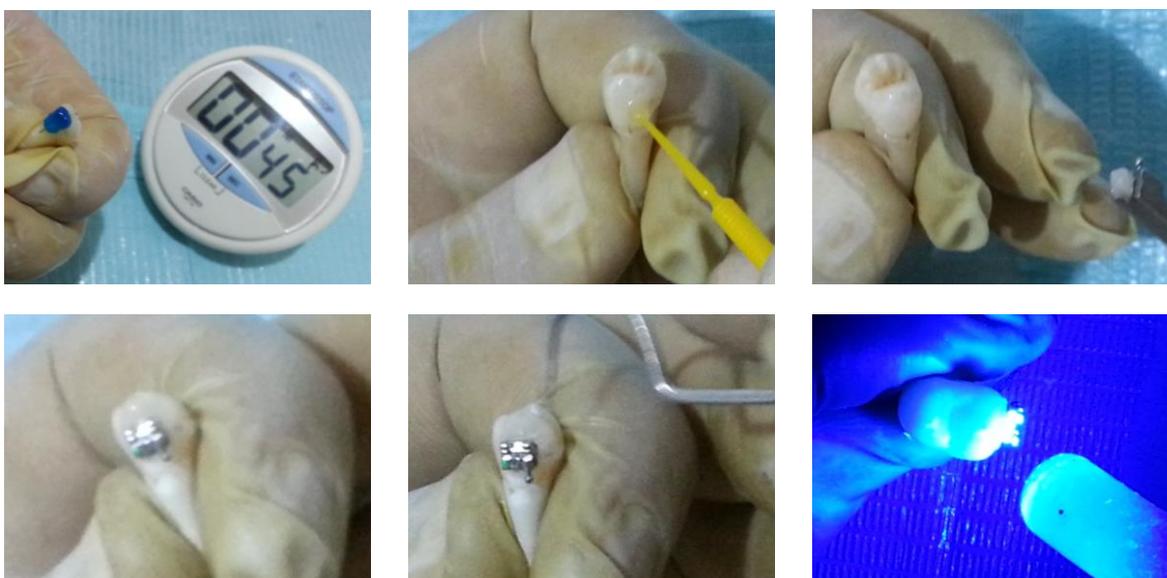


Figura 15 Protocolo de cementación grupo 1
Fuente propia

- **GRUPO 2 Y 3:** En estos grupos una vez realizada la profilaxis, y previo a la desmineralización ácida del esmalte dental, se colocó hipoclorito de sodio al 5% (grupo 2) y clorhexidina al 0.12% (grupo 3), como agentes antimicrobianos para permitir una mejor limpieza de la superficie del esmalte. El tiempo al que se sometió el esmalte a dichas soluciones, fue de 1 minuto, posteriormente se lavó con abundante agua durante 20 segundos y se secó de igual manera con aire libre de aceite por 20 segundos. Seguidamente se repitió el proceso utilizado y detallado para el grupo 1.



Figura 16 Hipoclorito de sodio 5% y clorhexidina 0.12% durante 1 minuto
Fuente propia

- **GRUPO 4:** para este grupo se aplicó los mismos procesos detallados en el grupo 1, con el antecedente que la exposición de tiempo para la desmineralización ácida del esmalte se redujo a 30 segundos.



Figura 17 Desmineralización por 30 segundos
Fuente propia

- **GRUPO 5 Y 6:** para estos grupos se aplicó los mismos procesos utilizados en los grupos 2 y 3, debiendo considerar que el tiempo para la desmineralización ácida del esmalte se redujo a 30 segundos.

Al momento en que se obtuvo la muestra de dientes con los brackets cementados y clasificados por sus respectivos grupos, se realizó la segmentación para obtener muestras más pequeñas, con el propósito de mejorar la eficacia al momento del manejo en el microscopio electrónico, y de otra parte observar la profundidad de penetración de la resina

en el esmalte dental, para lo cual se realizó los siguientes cortes con un disco de diamante de la siguiente manera:

1. Se separó la corona de la raíz.
2. Se dividió la corona en dos mitades una palatina y una vestibular.
3. La porción vestibular se la dividió en dos mitades siguiendo el eje longitudinal de la pieza dental por el centro del bracket.

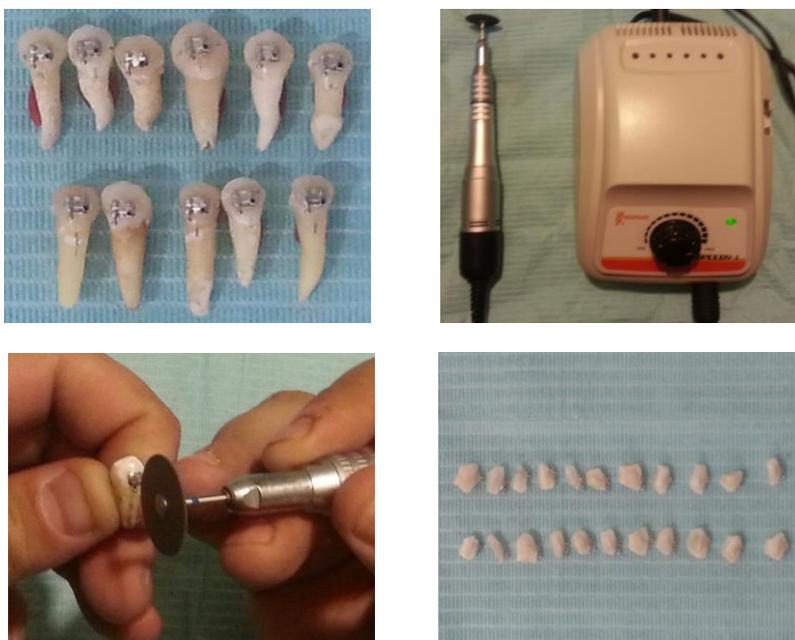


Figura 18 Segmentación de la pieza dental
Fuente propia

Con las muestras totalmente preparadas, se realizó el estudio en el microscopio electrónico de barrido del Instituto Nacional De Salud Pública E Investigación (INSPI), en la ciudad de Guayaquil.



Figura 19 Muestras
Fuente Propia

Para el análisis en el microscopio, las muestras requirieron un tratamiento previo que consistió en: secado de las piezas, montaje en una placa de cobre y recubrimiento en oro para finalmente ser observadas.



Figura 20 Muestras montadas sin y con recubrimiento en oro
Fuente propia

Las piezas se observaron en magnificaciones de 35X y 150X el total de la muestra (20 segmentos por grupo); y, para finalizar, por asuntos de análisis descriptivo se tomaron microfotografías de las 4 mejores muestras de cada grupo con una magnificación de 500X.

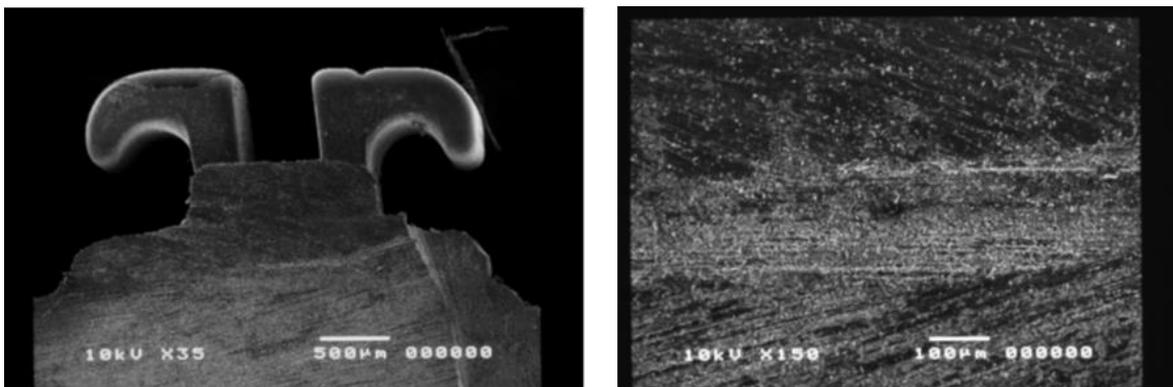
Finalmente para obtener datos estadísticos se midió, la profundidad de penetración de la resina en el esmalte dental en todas las microfotografías de magnificación 150X con la ayuda de una regla milimetrada y la escala indicada en cada microfotografía.

8. RESULTADOS

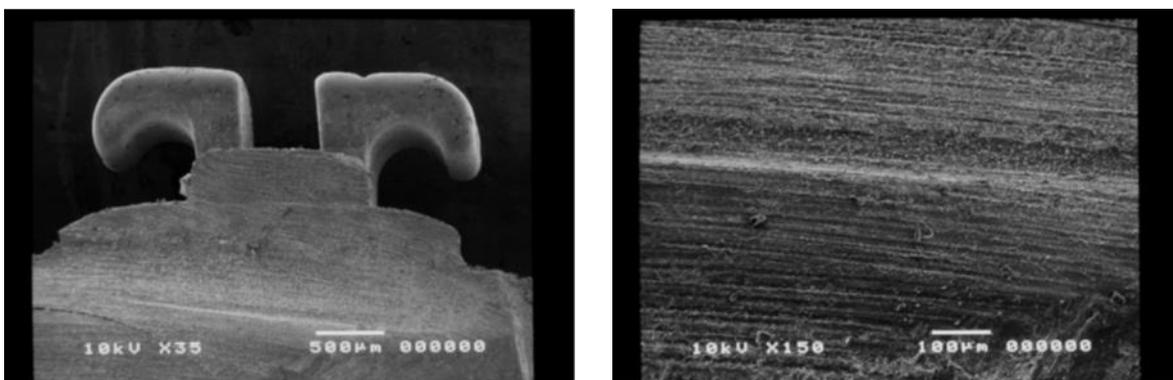
8.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO – CUALITATIVO

Se realizó un análisis comparativo entre las diferentes microfotografías de cada grupo experimental, obtenidas en el microscopio electrónico de barrido; con el propósito de obtener datos objetivos, que permitan encontrar disimilitudes entre los diversos protocolos de cementación.

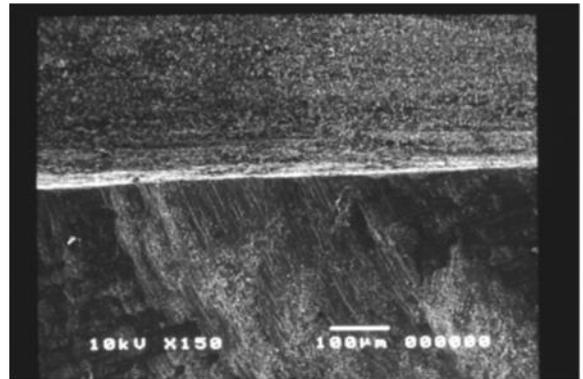
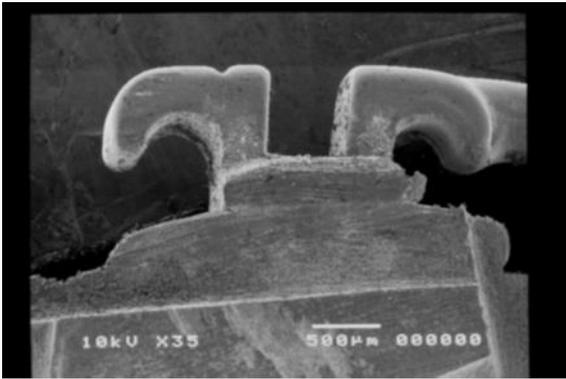
GRUPO 1: DIENTES TRATADOS CON DESMINERALIZACIÓN ÁCIDA DURANTE 45 SEGUNDOS MAGNIFICACIÓN 35X y 150X



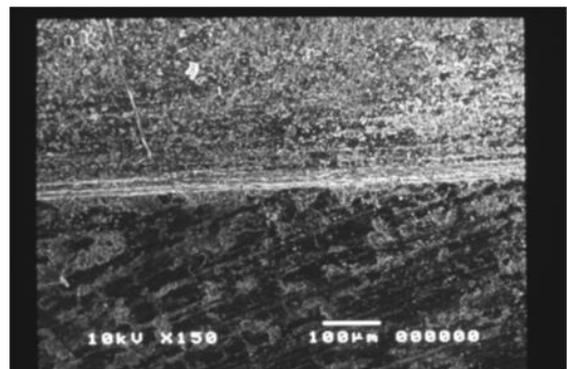
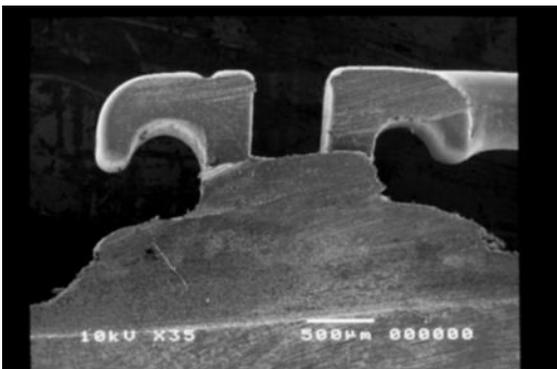
MUESTRA 1.1



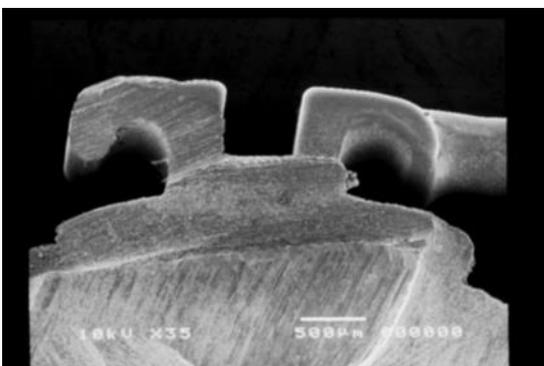
MUESTRA 1.2



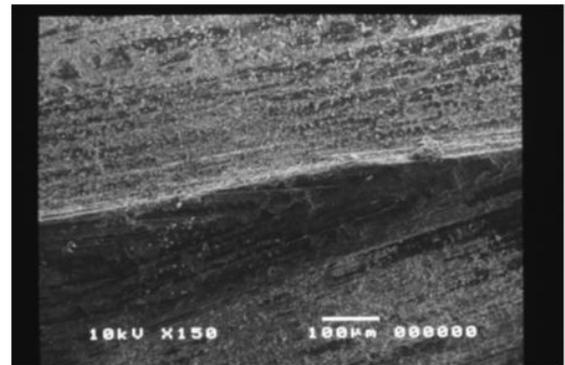
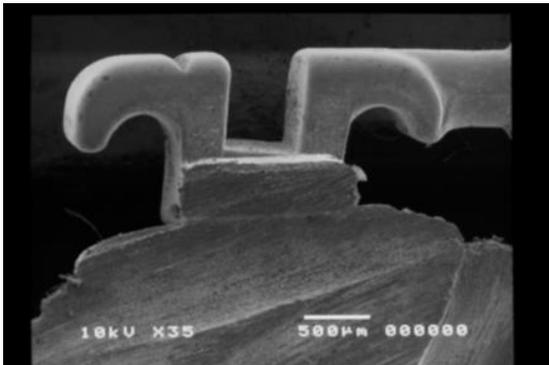
MUESTRA 1.3



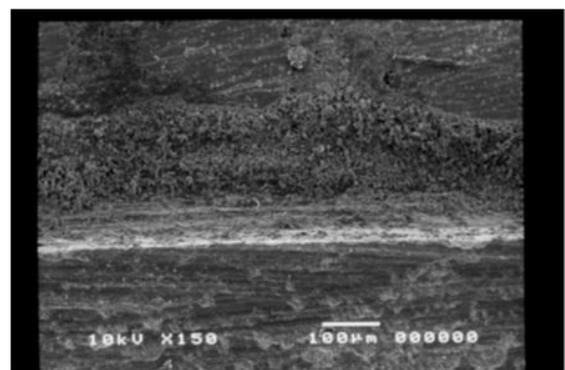
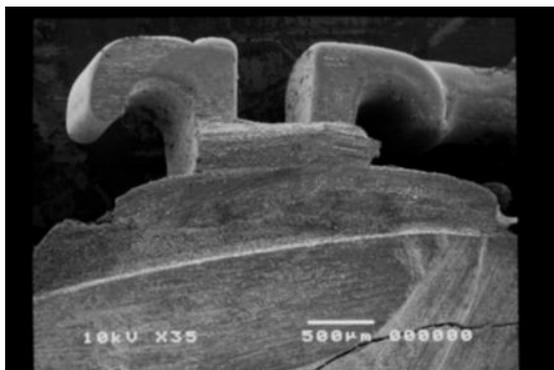
MUESTRA 1.4



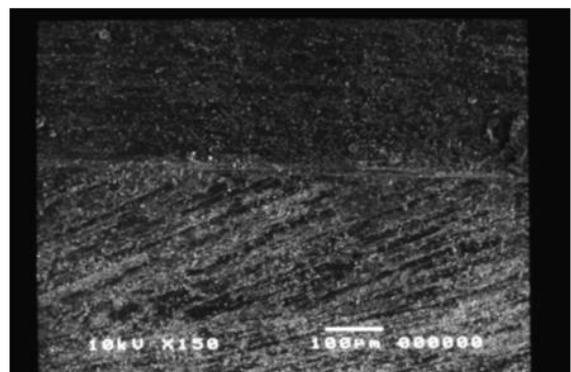
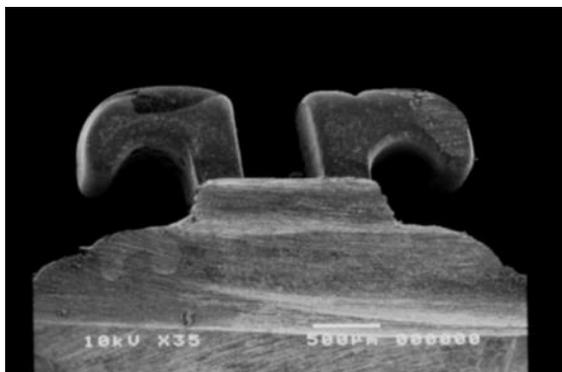
MUESTRA 1.5



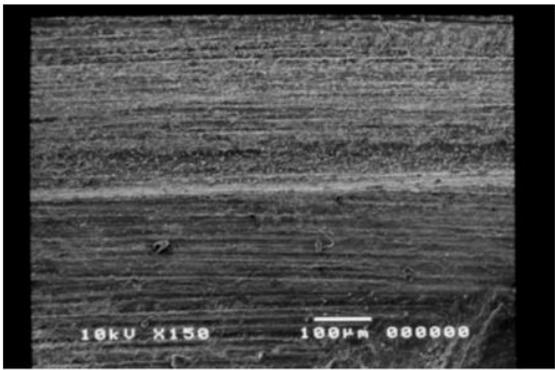
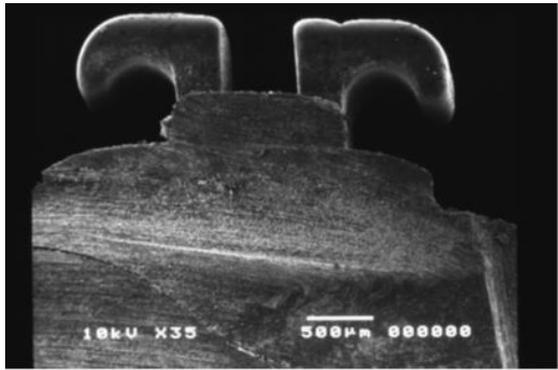
MUESTRA 1.6



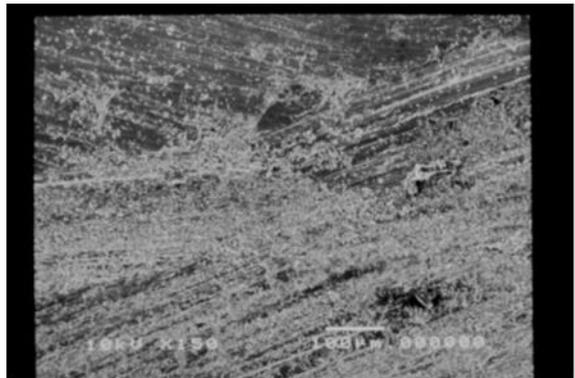
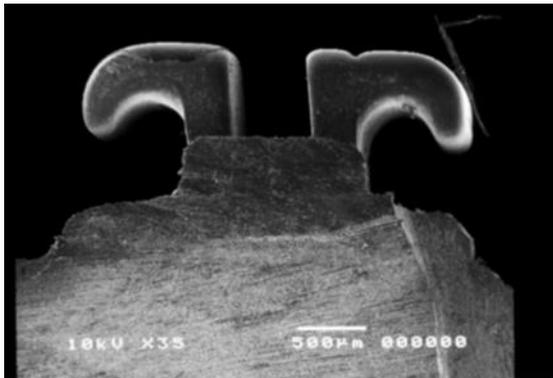
MUESTRA 1.7



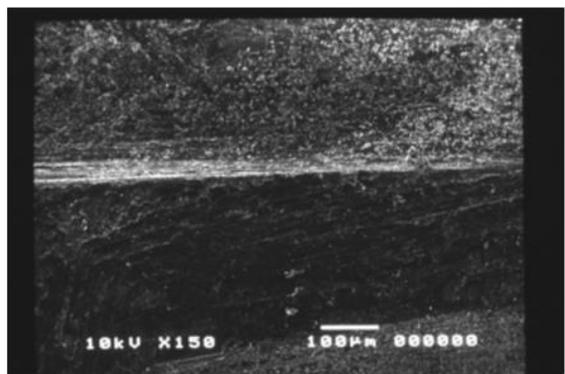
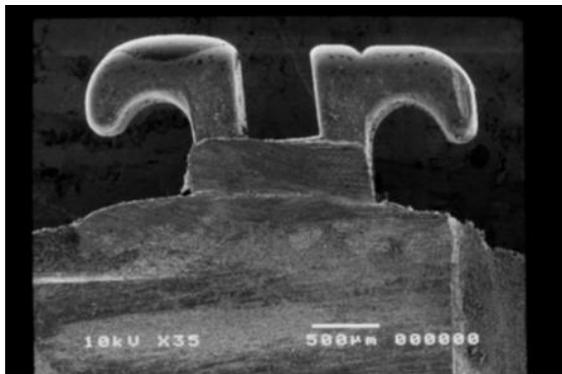
MUESTRA 1.8



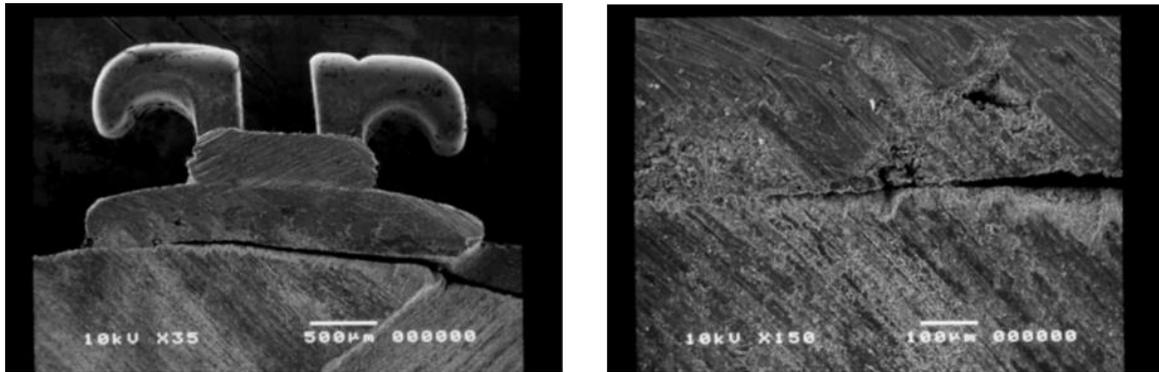
MUESTRA 1.9



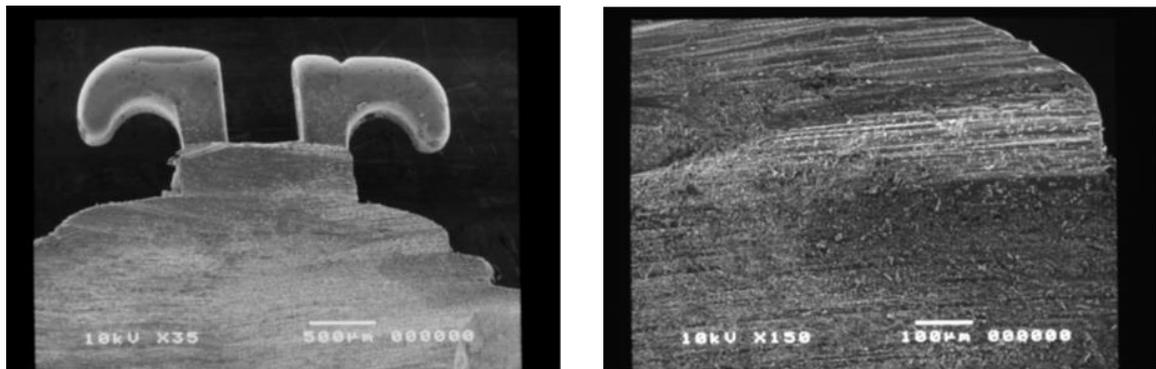
MUESTRA 1.10



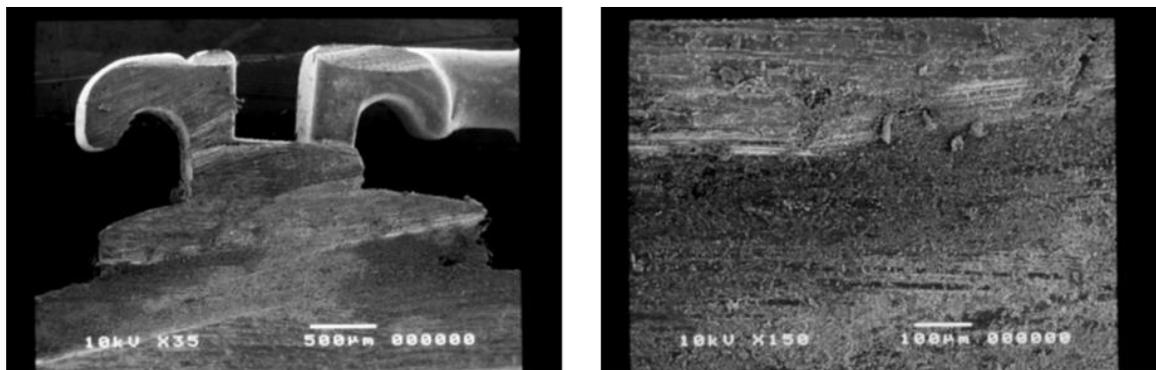
MUESTRA 1.11



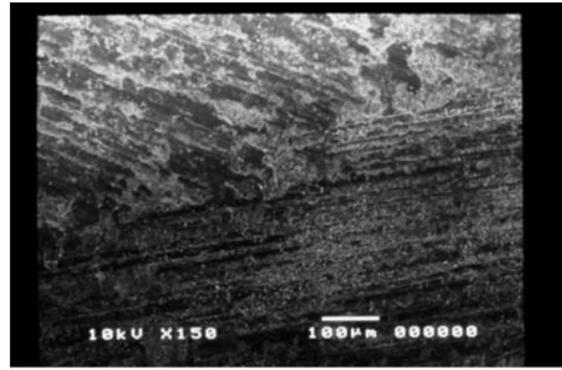
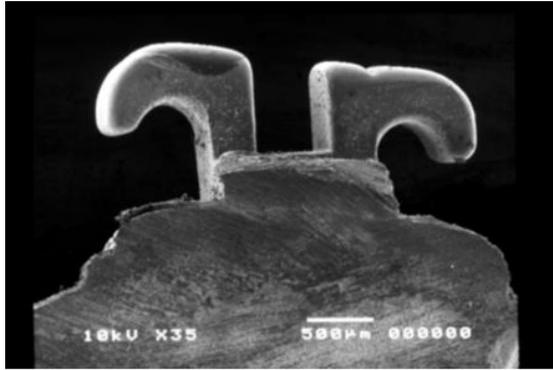
MUESTRA 1.12



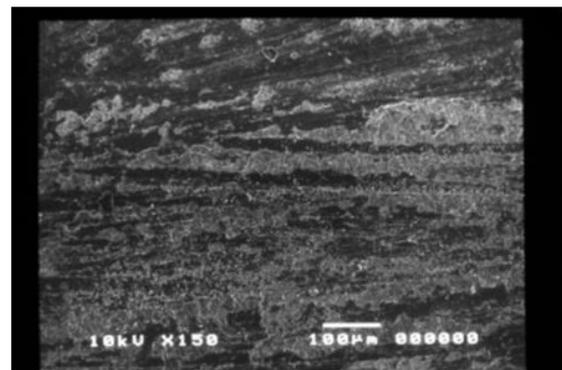
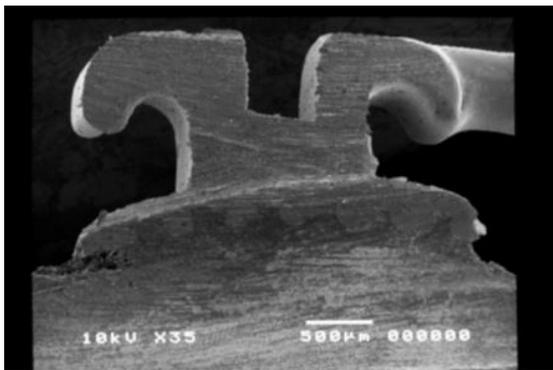
MUESTRA 1.13



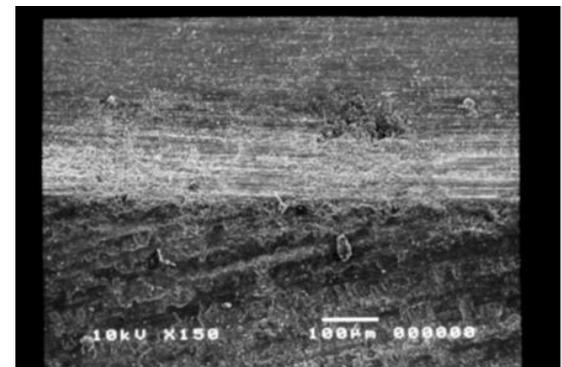
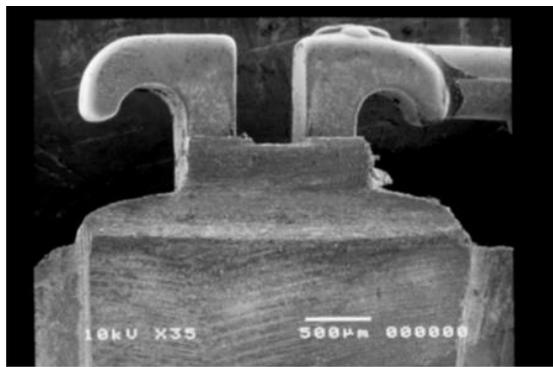
MUESTRA 1.14



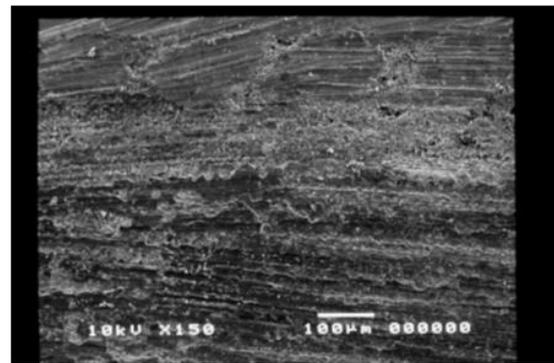
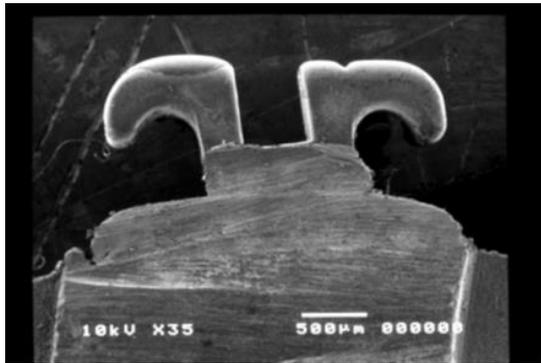
MUESTRA 1.15



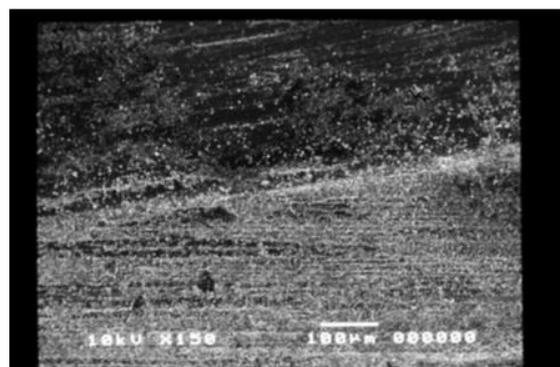
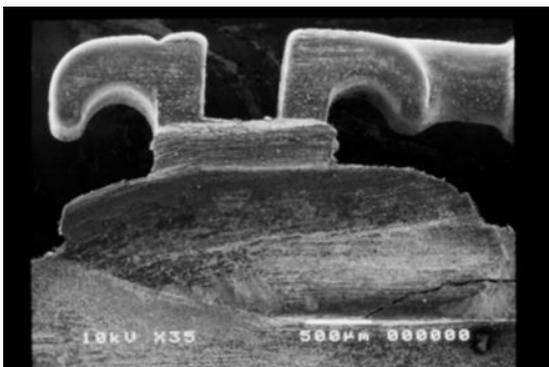
MUESTRA 1.16



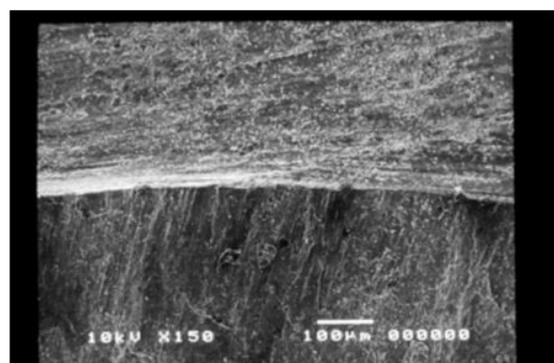
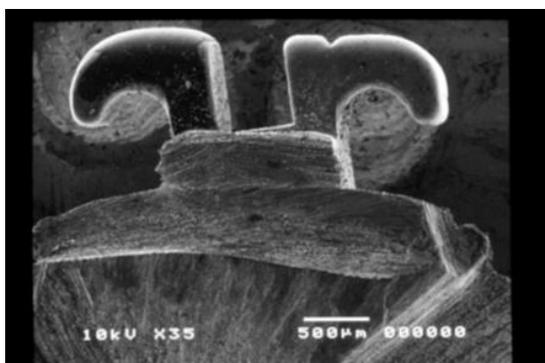
MUESTRA 1.17



MUESTRA 1.18



MUESTRA 1.19



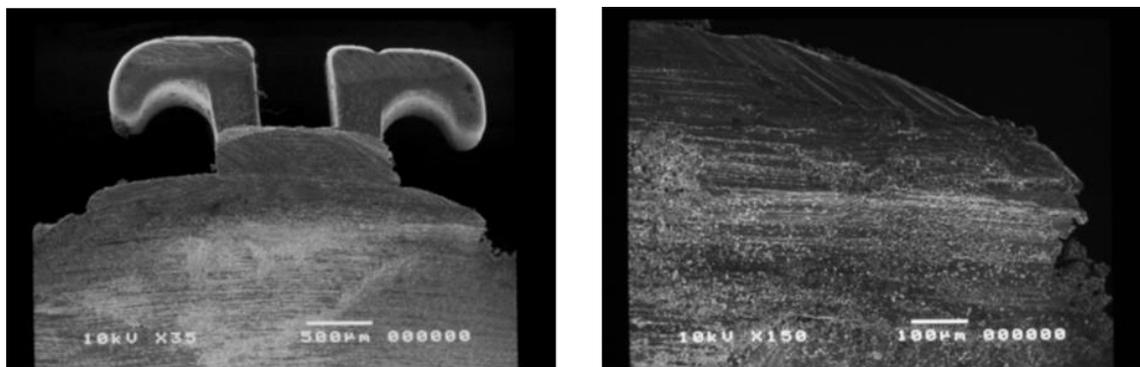
MUESTRA 1.20

DESCRIPCIÓN:

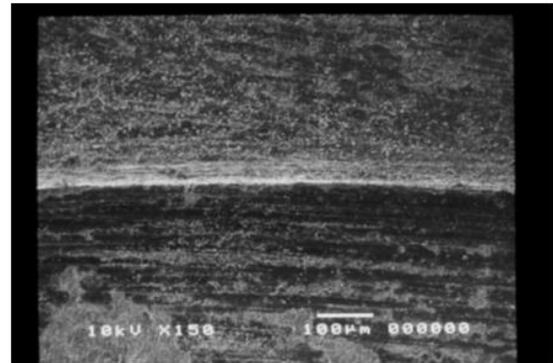
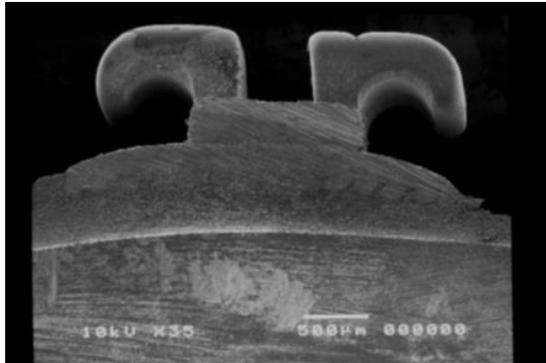
Este grupo que fue tratado con desmineralización ácida sin la utilización de un agente antimicrobiano como pretratamiento en el esmalte, presentó una interfase de unión esmalte – adhesivo bastante uniforme, en donde en la mayoría de microfotografías se pudo observar una línea claramente identificable que representa el esmalte superficial.

La resina se observó en la interfase de un color más claro que el esmalte dental con una distribución uniforme a manera de una masa, a diferencia de lo que se pudo observar una vez que ha penetrado en el esmalte dental, en donde se la visualizó como unos engranajes irregulares en diferentes sectores de la capa superficial del esmalte.

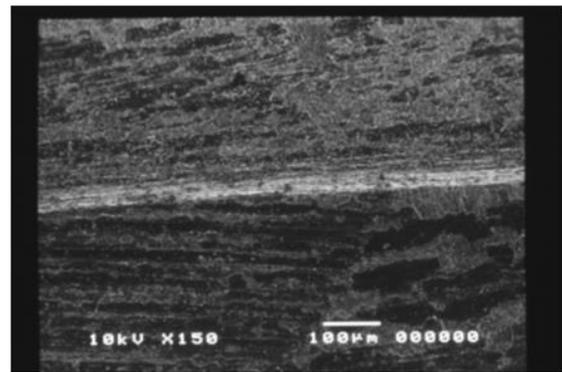
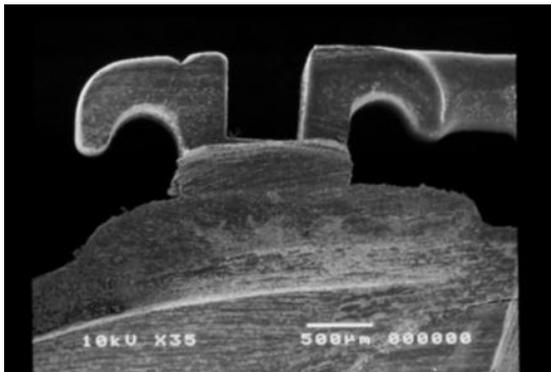
**GRUPO 2: DIENTES TRATADOS CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% POR
1 MINUTO Y DESMINERALIZACIÓN ÁCIDA DURANTE 45 SEGUNDOS
MAGNIFICACIÓN 35X y 150X**



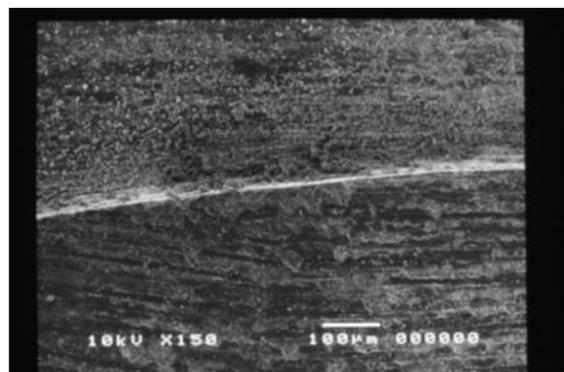
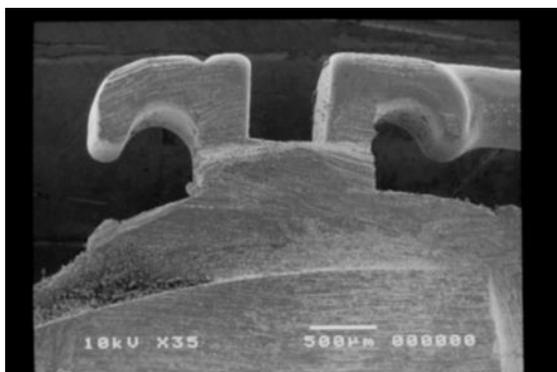
MUESTRA 2.1



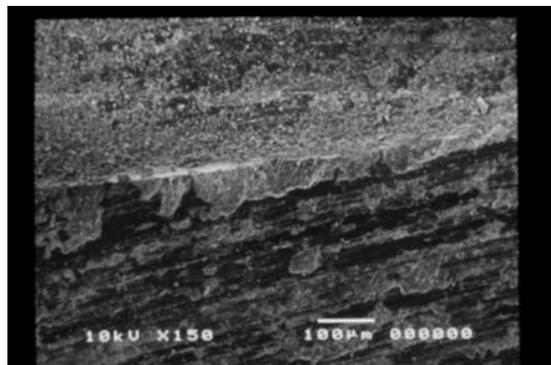
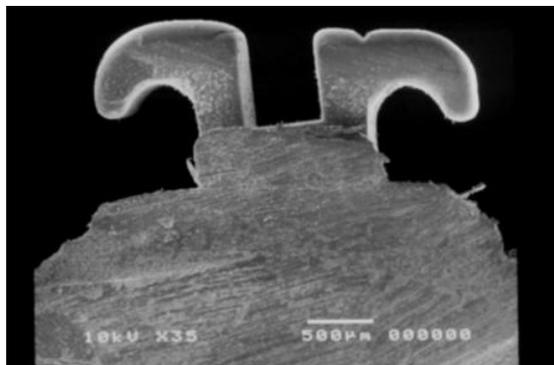
MUESTRA 2.2



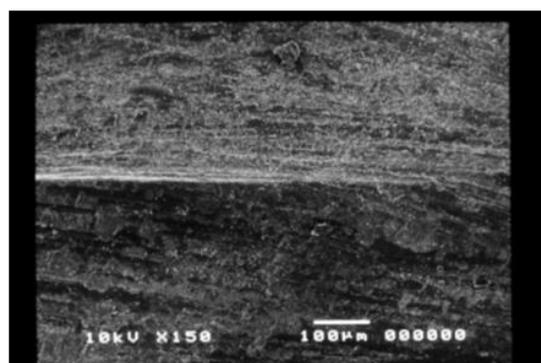
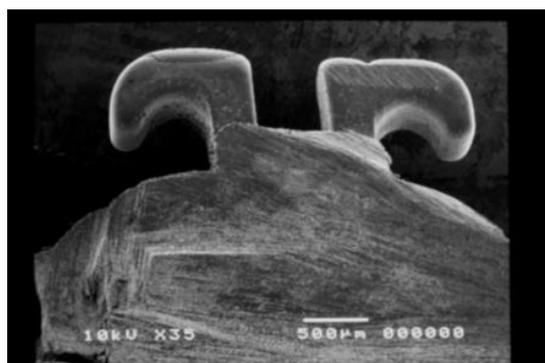
MUESTRA 2.3



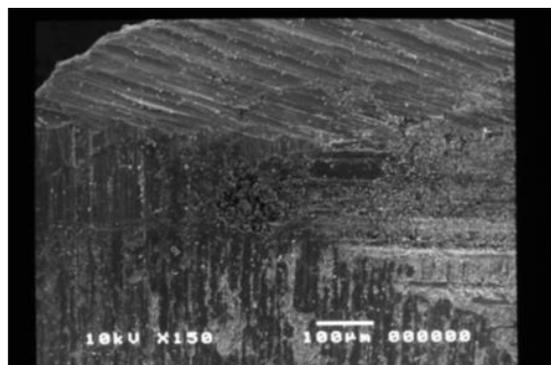
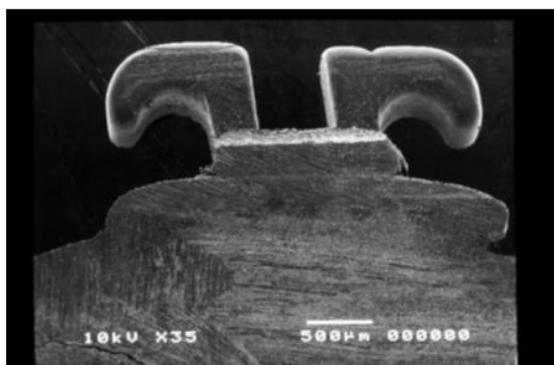
MUESTRA 2.4



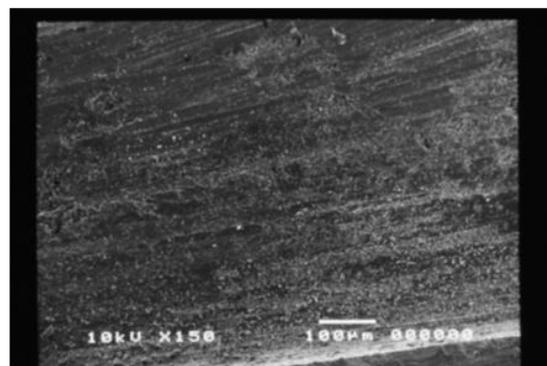
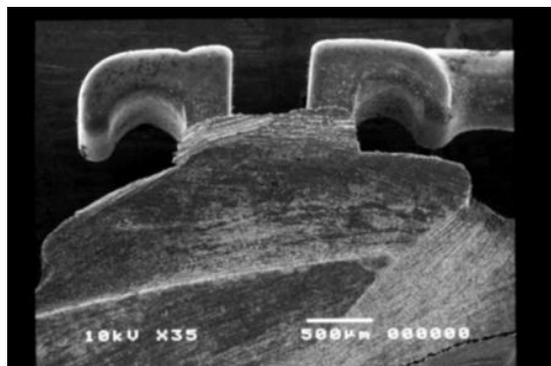
MUESTRA 2.5



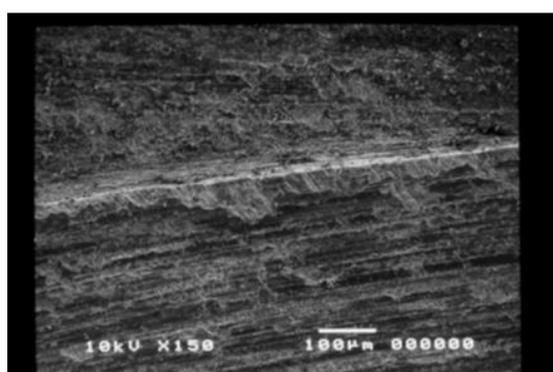
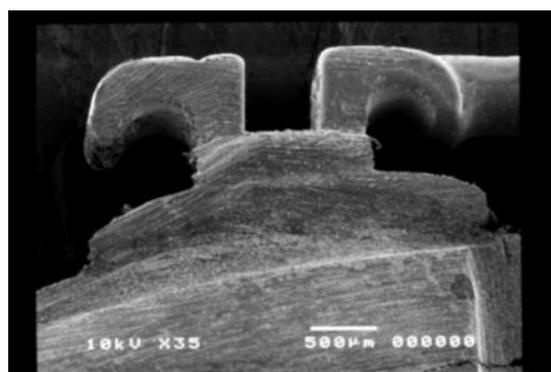
MUESTRA 2.6



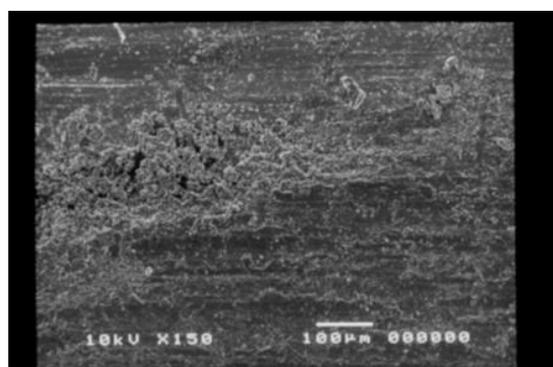
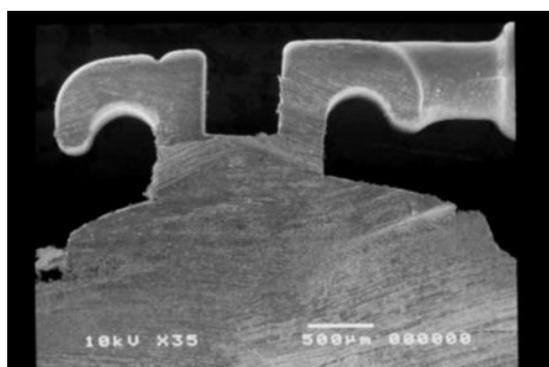
MUESTRA 2.7



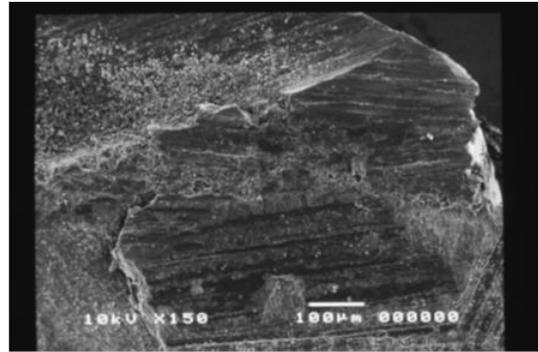
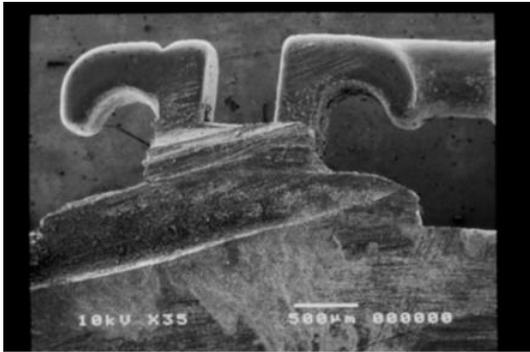
MUESTRA 2.8



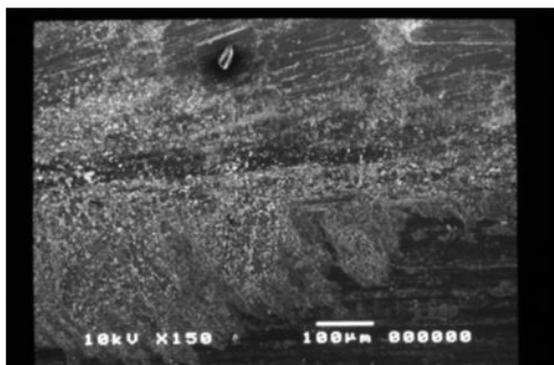
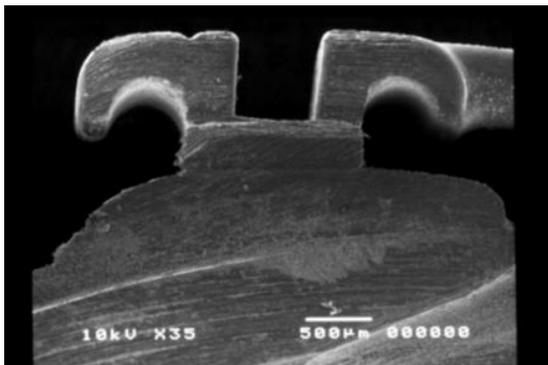
MUESTRA 2.9



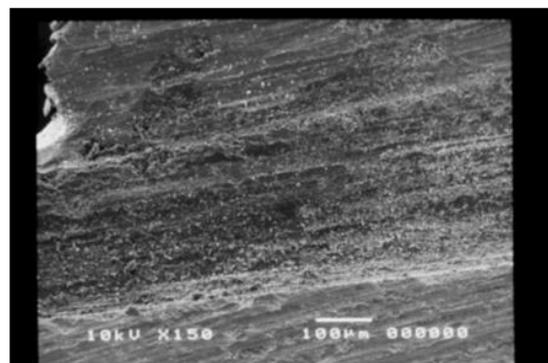
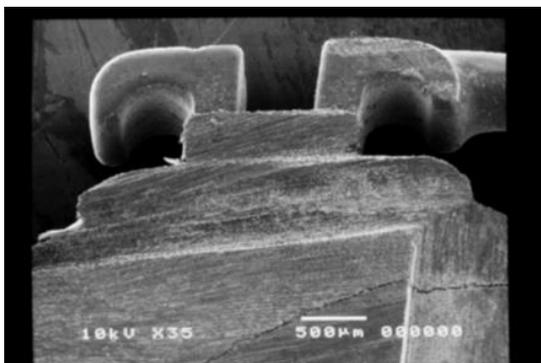
MUESTRA 2.10



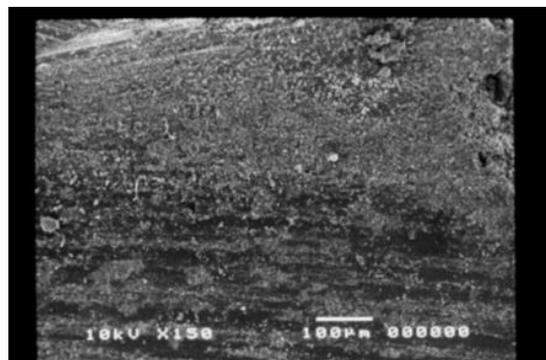
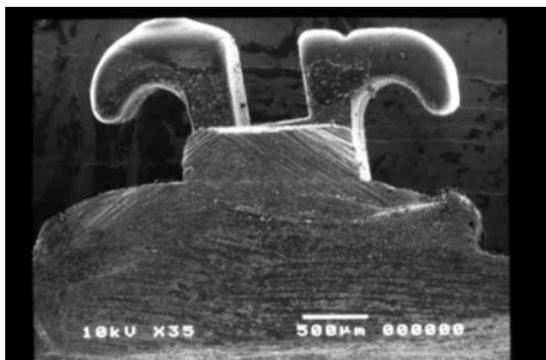
MUESTRA 2.11



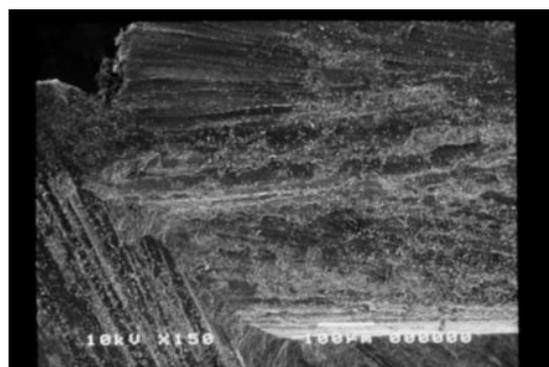
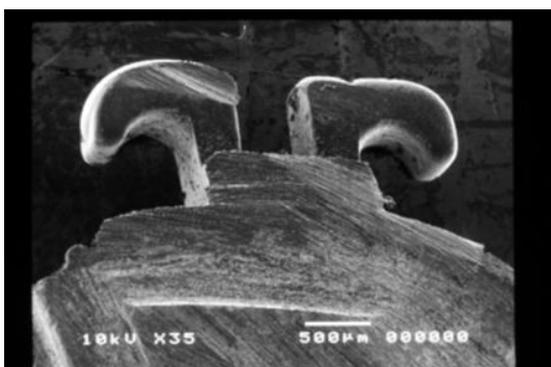
MUESTRA 2.12



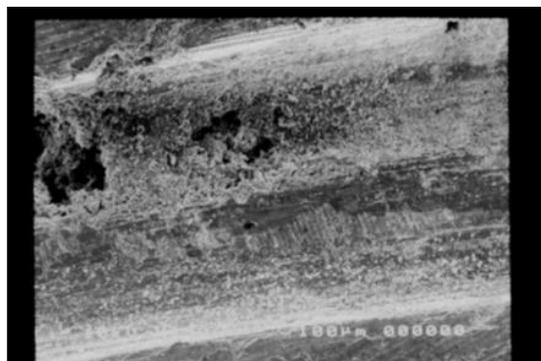
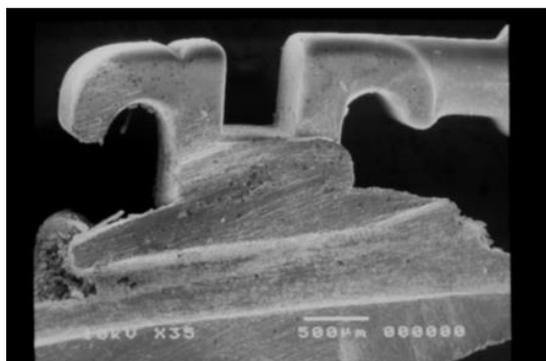
MUESTRA 2.13



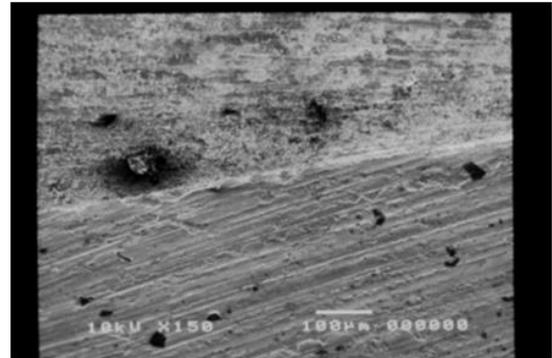
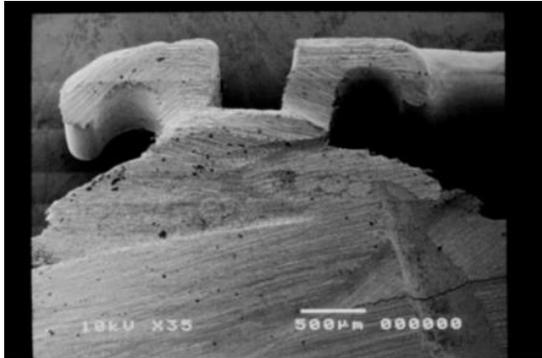
MUESTRA 2.14



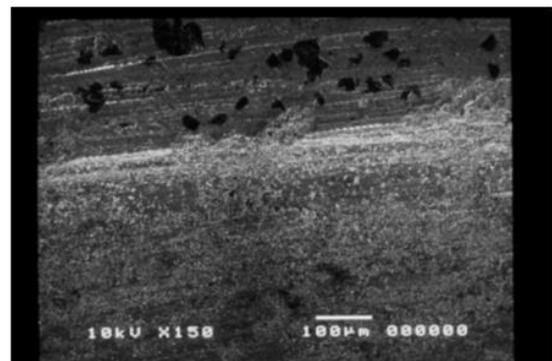
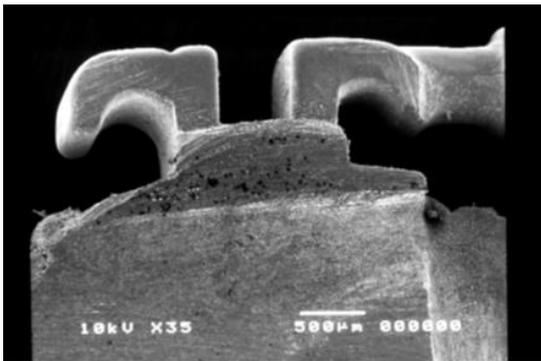
MUESTRA 2.15



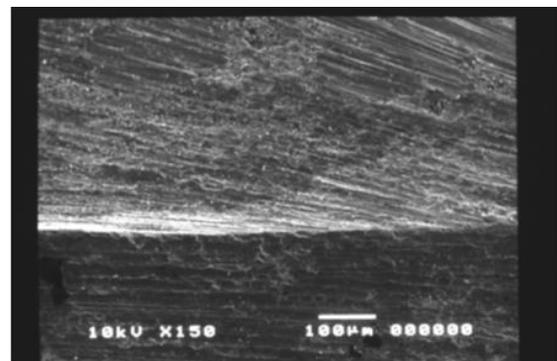
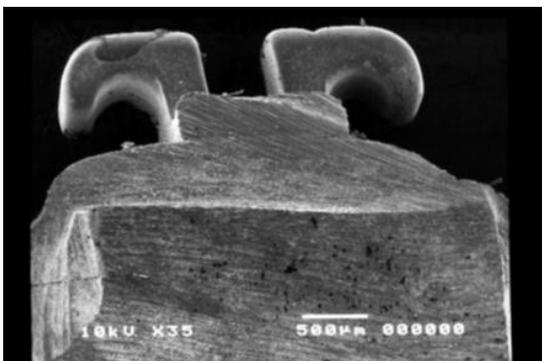
MUESTRA 2.16



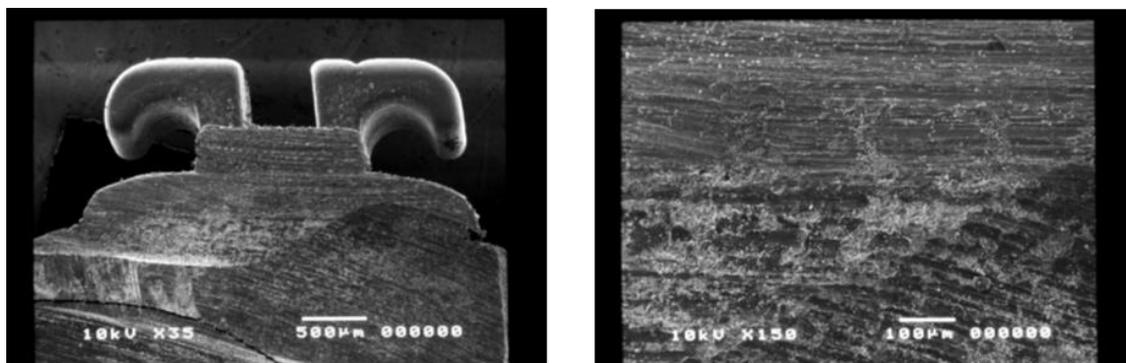
MUESTRA 2.17



MUESTRA 2.18



MUESTRA 2.19

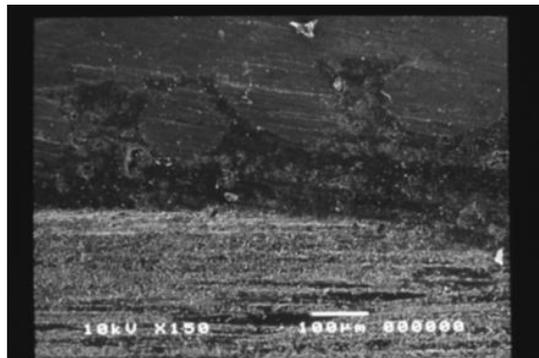
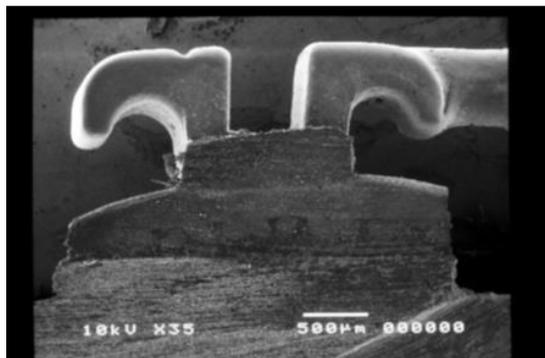


MUESTRA 2.20

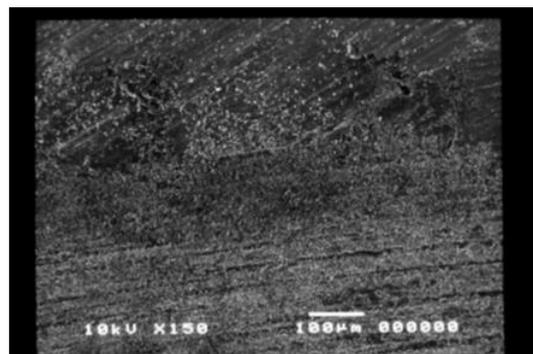
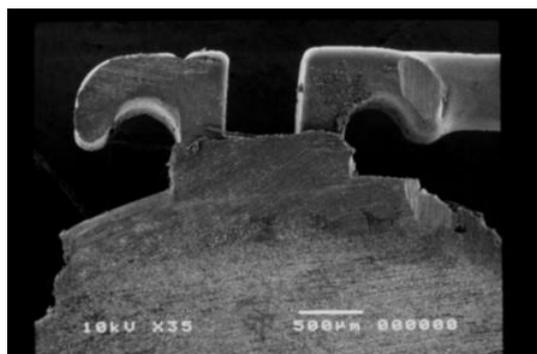
DESCRIPCIÓN:

Este grupo fue tratado con hipoclorito de sodio al 5%, previo a la desmineralización del esmalte dental con ácido ortofosfórico al 37%; lo observado en las diferentes microfotografías nos exponen similitud con el grupo 1; tuvo una interfase de unión esmalte dental – adhesivo bastante uniforme y compacta en la mayoría de casos. Se visualizó también una delimitación precisa entre sus superficies, y de cierta manera se pudo manifestar que se vio un mayor número de irregularidades dentro del esmalte dental pero no significativo en relación al primer grupo.

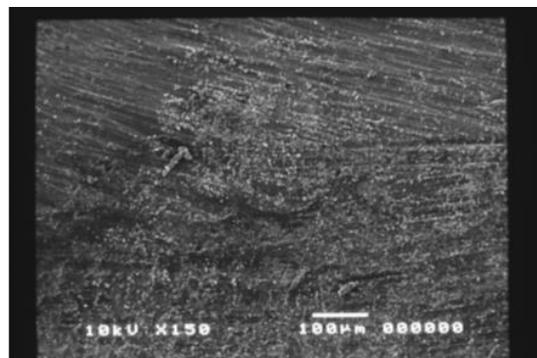
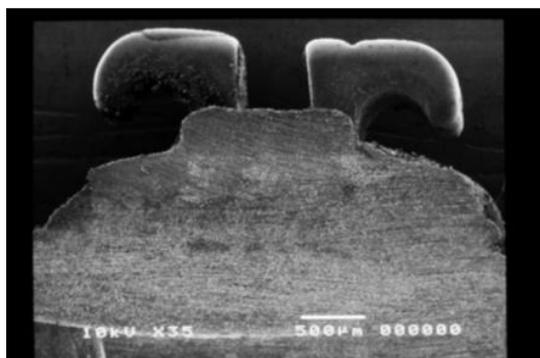
**GRUPO 3: DIENTES TRATADOS CON CLORHEXIDINA AL 0.12% POR
1 MINUTO Y DESMINERALIZACIÓN ÁCIDA DURANTE 45 SEGUNDOS
MAGNIFICACIÓN 35X y 150X**



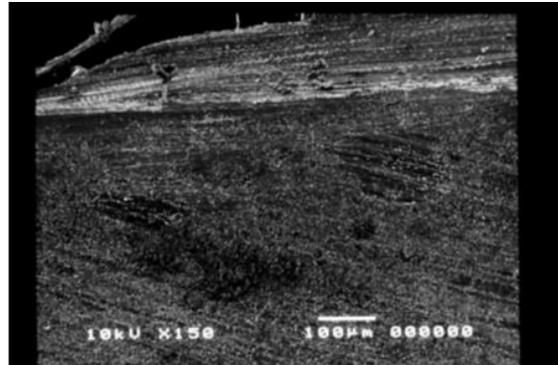
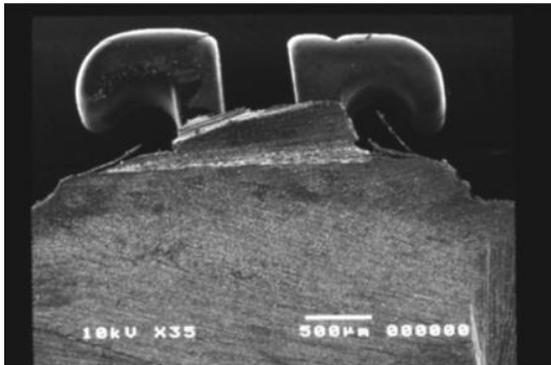
MUESTRA 3.1



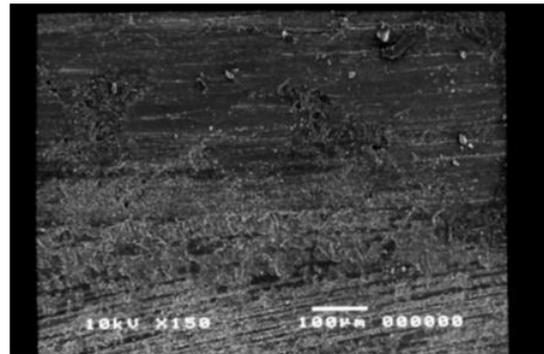
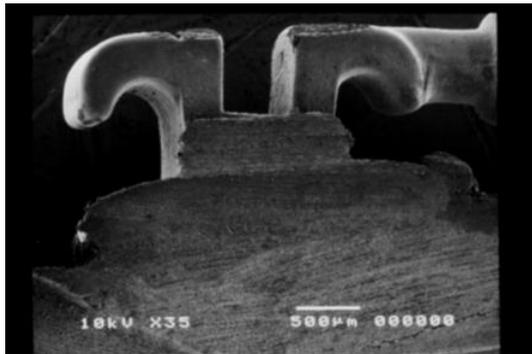
MUESTRA 3.2



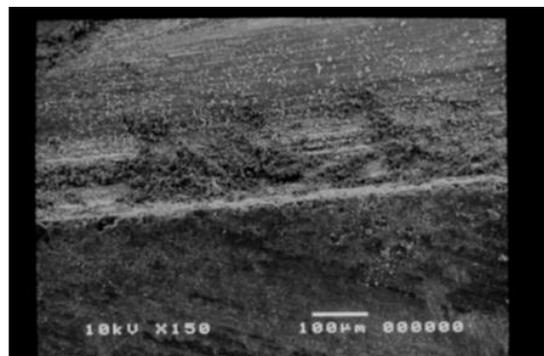
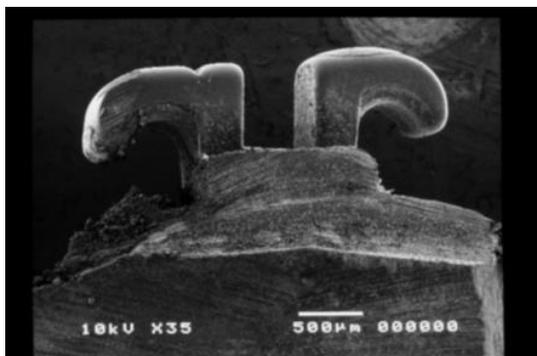
MUESTRA 3.3



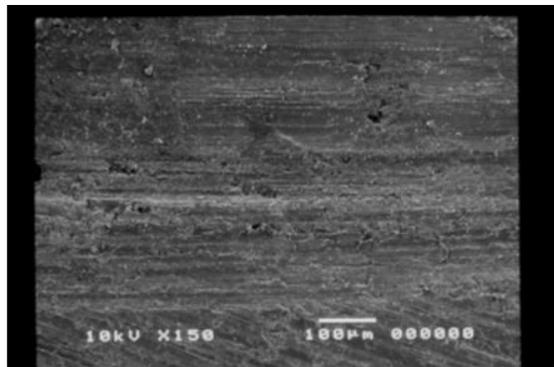
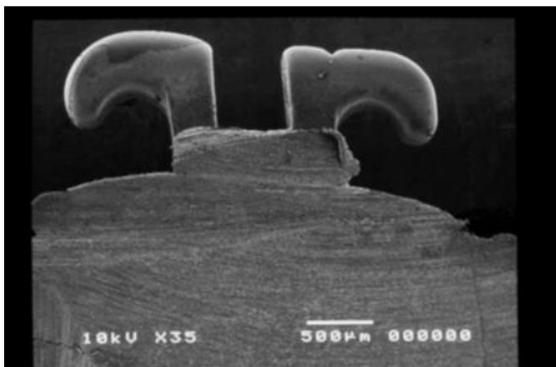
MUESTRA 3.4



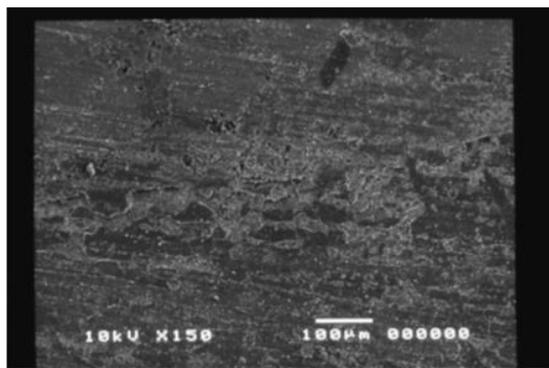
MUESTRA 3.5



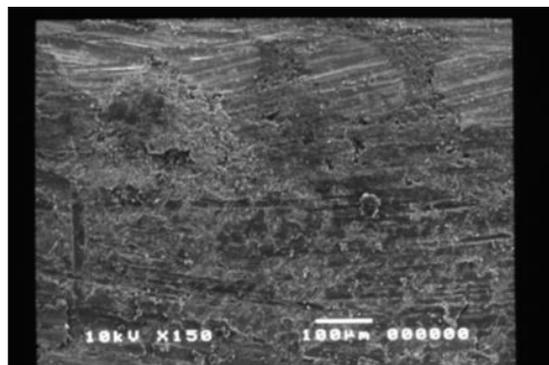
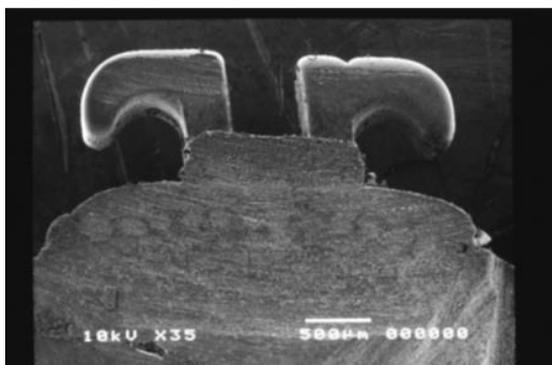
MUESTRA 3.6



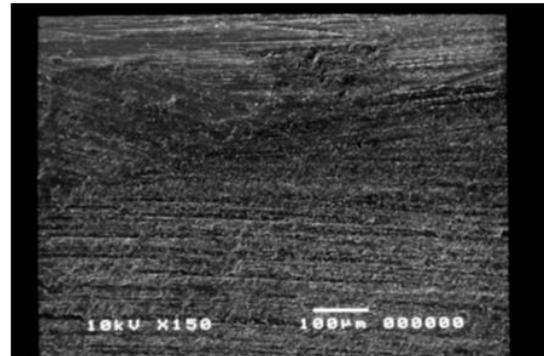
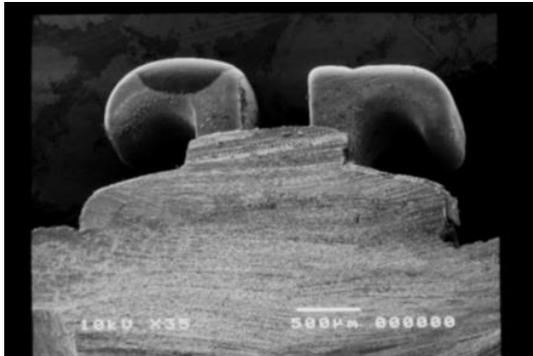
MUESTRA 3.7



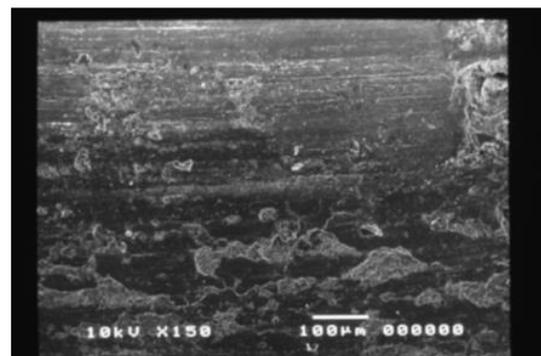
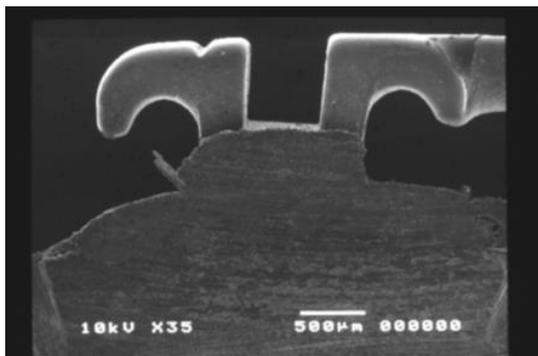
MUESTRA 3.8



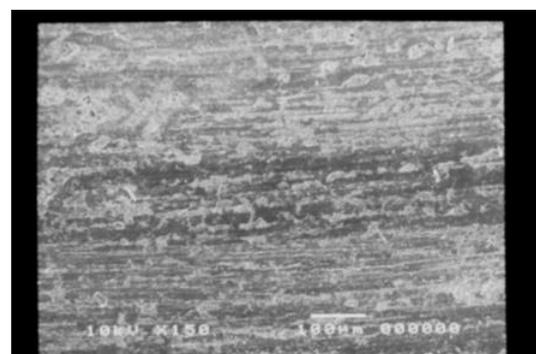
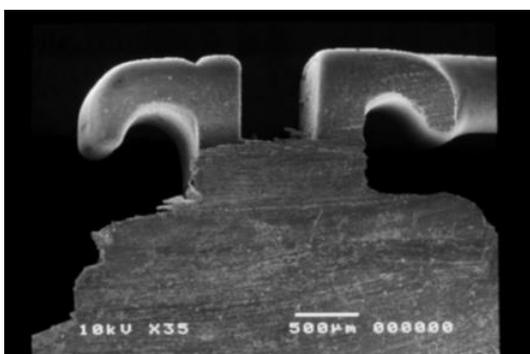
MUESTRA 3.9



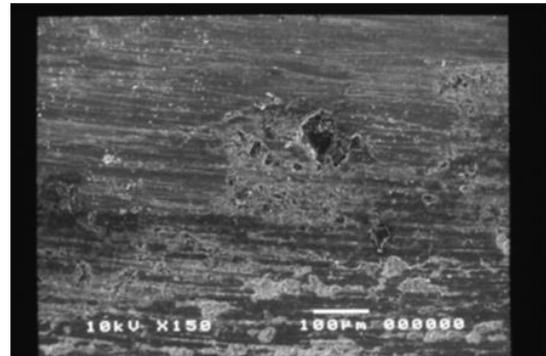
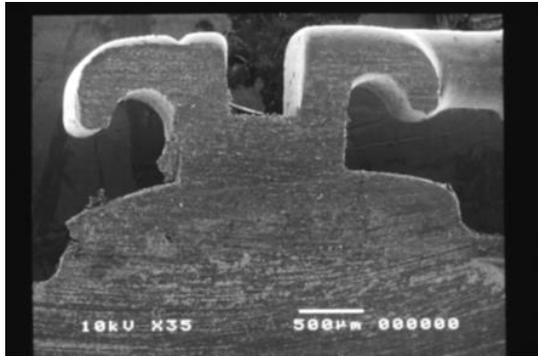
MUESTRA 3.10



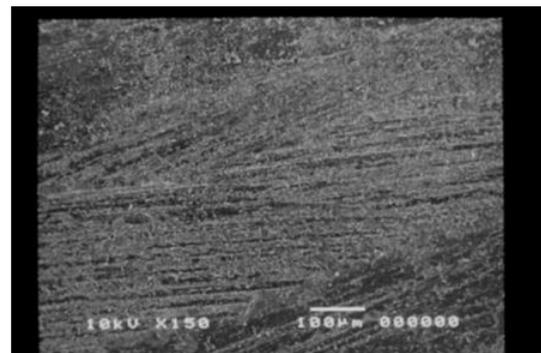
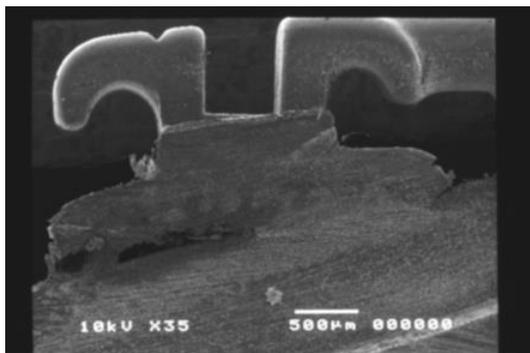
MUESTRA 3.11



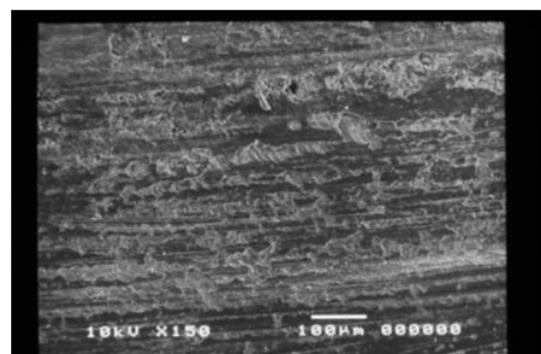
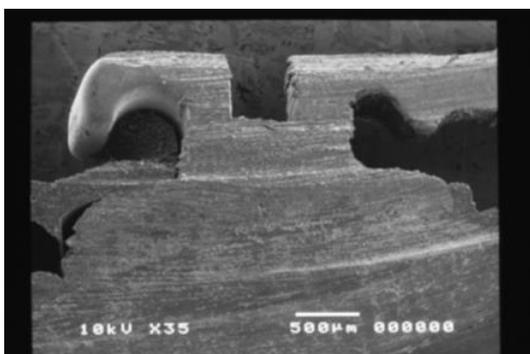
MUESTRA 3.12



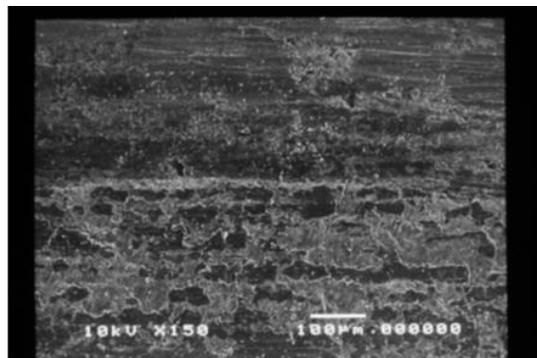
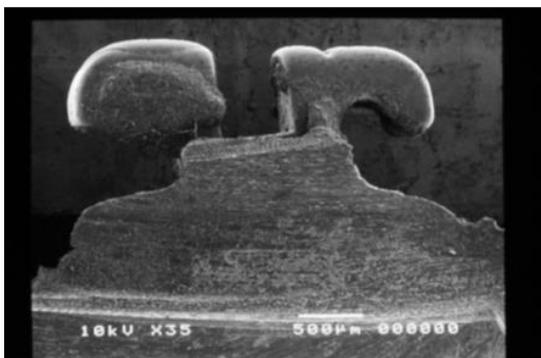
MUESTRA 3.13



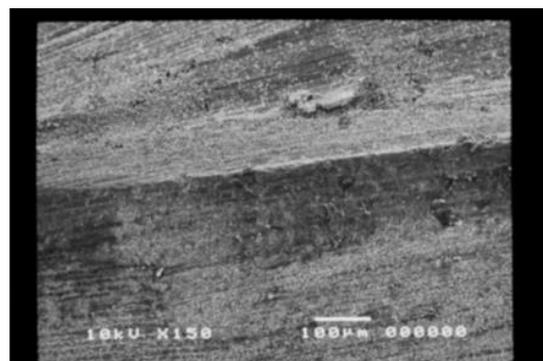
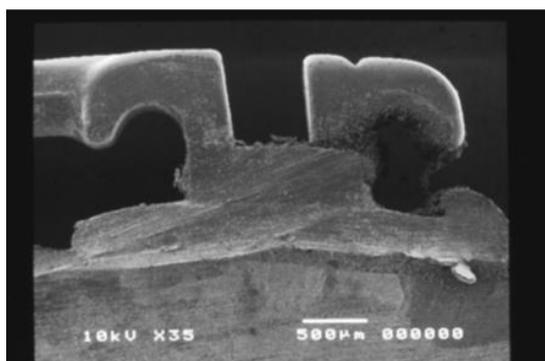
MUESTRA 3.14



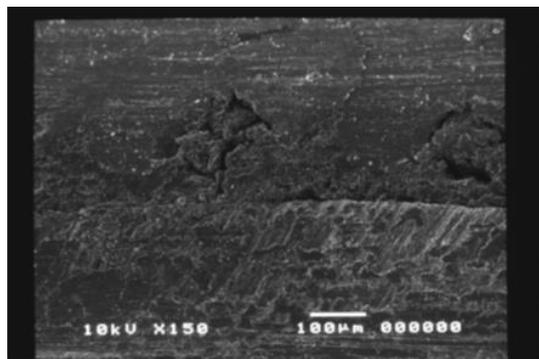
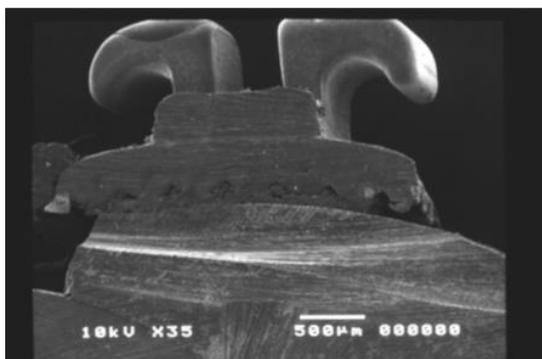
MUESTRA 3.15



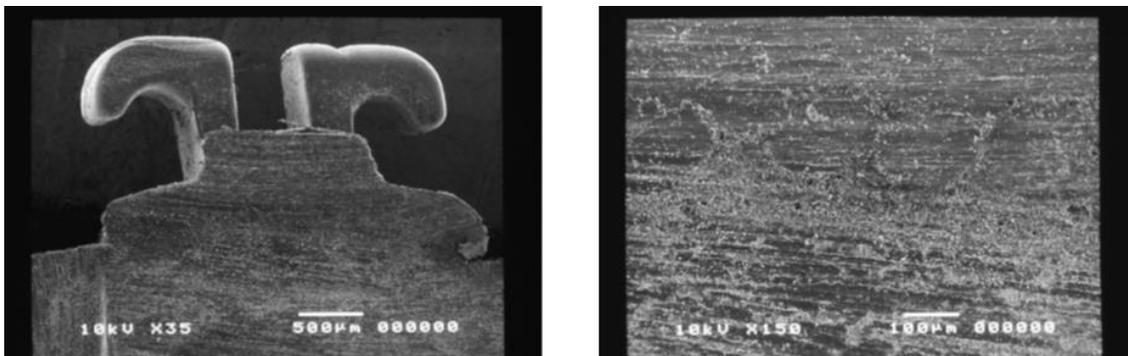
MUESTRA 3.16



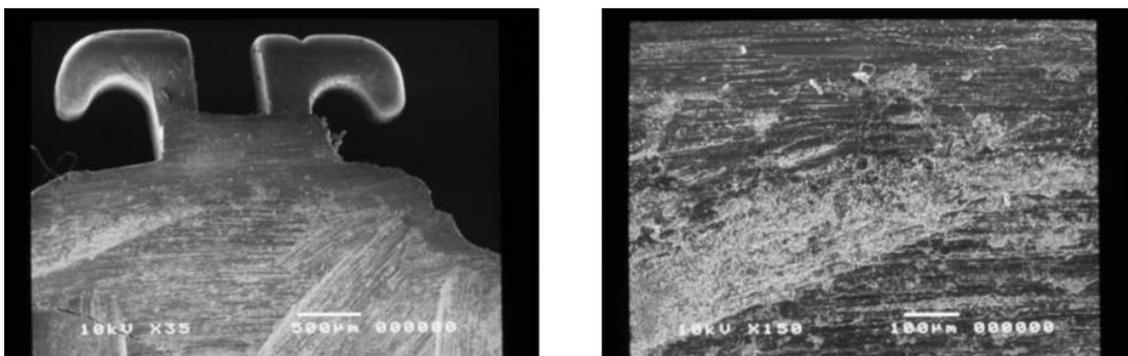
MUESTRA 3.17



MUESTRA 3.18



MUESTRA 3.19

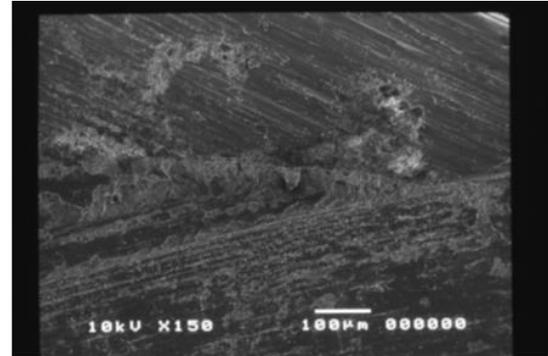
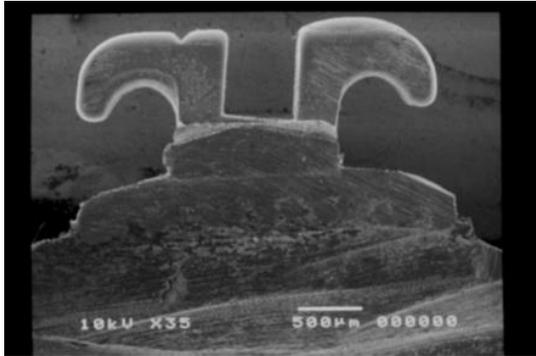


MUESTRA 3.20

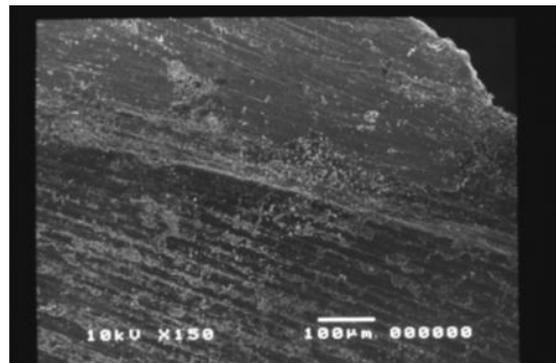
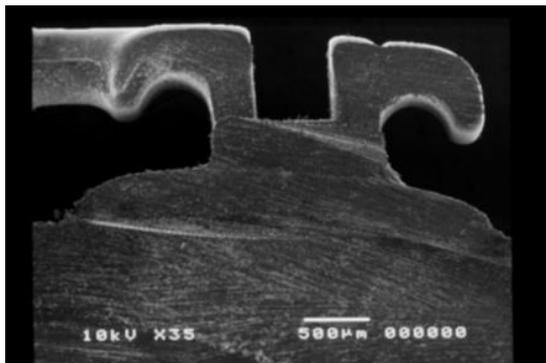
DESCRIPCIÓN:

Este grupo corresponde al grupo tratado con clorhexidina al 0,12% y una desmineralización de 45 segundos, las microfotografías revelaron una adhesión significativamente más sólida a diferencia de los 2 grupos anteriores, ya que la interfase de unión esmalte dental – adhesivo se volvió más imperceptible, apareciendo como un solo cuerpo, sin ninguna línea clara que delimite las superficies. Adicional a esto se presentó un cambio significativo en las irregularidades de adhesivo dentro de la superficie del esmalte.

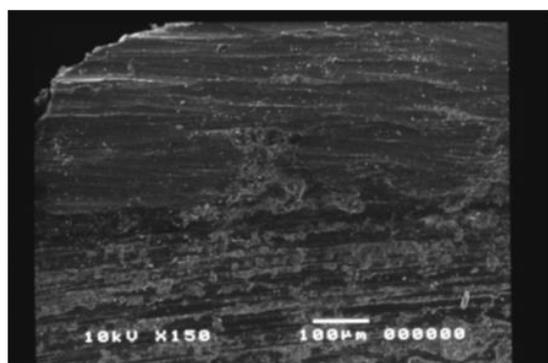
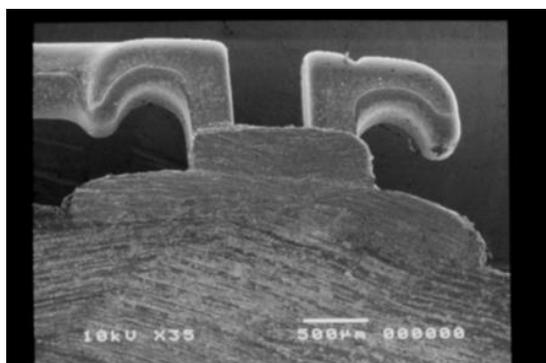
**GRUPO 4: DIENTES TRATADOS CON DESMINERALIZACIÓN ÁCIDA
DURANTE 30 SEGUNDOS MAGNIFICACIÓN 35X y 150X**



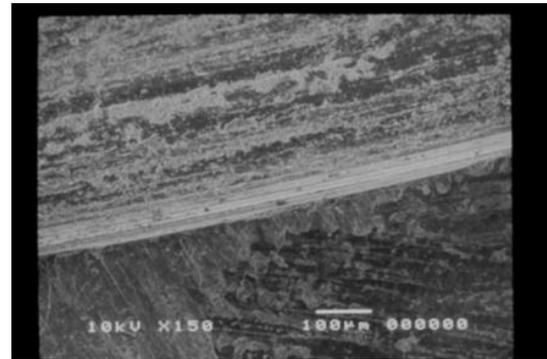
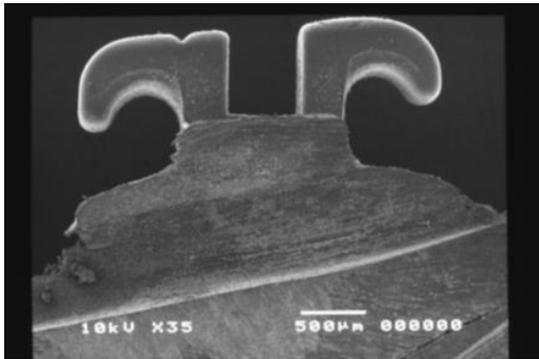
MUESTRA 4.1



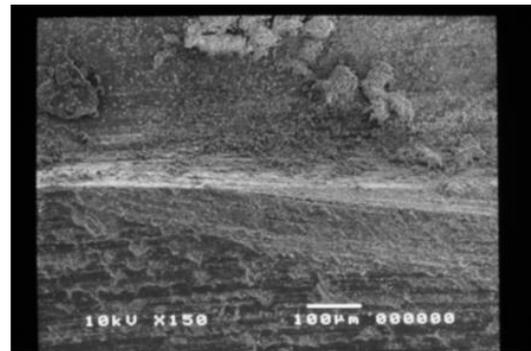
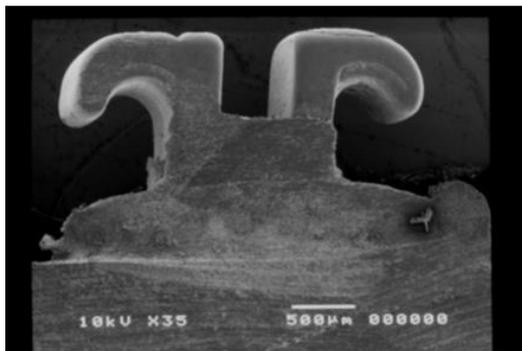
MUESTRA 4.2



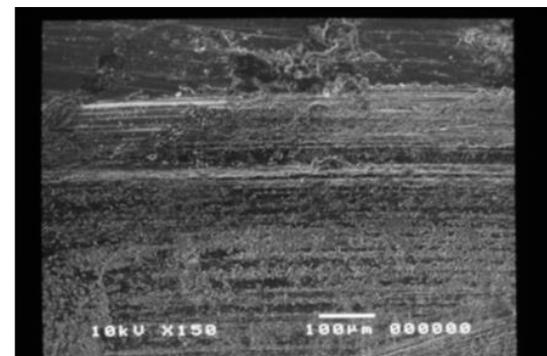
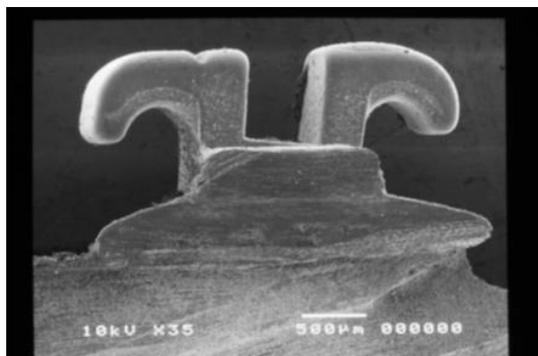
MUESTRA 4.3



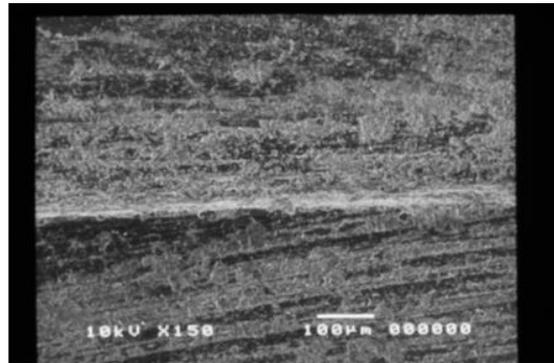
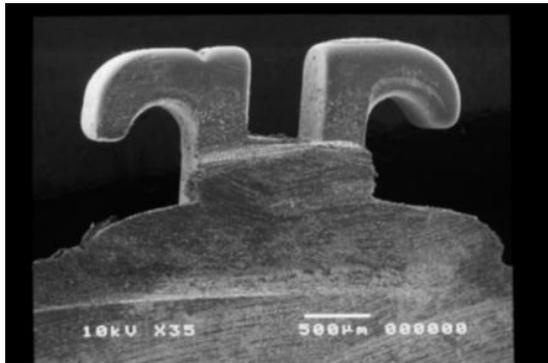
MUESTRA 4.4



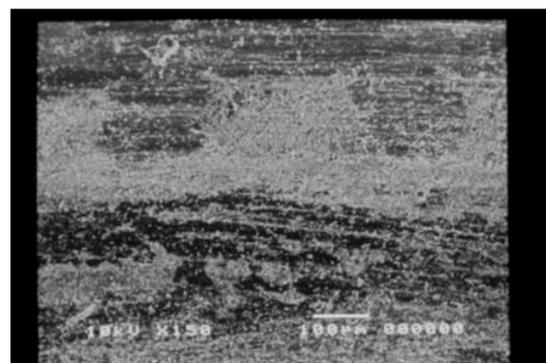
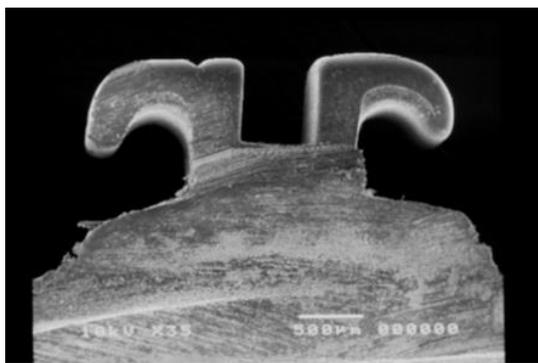
MUESTRA 4.5



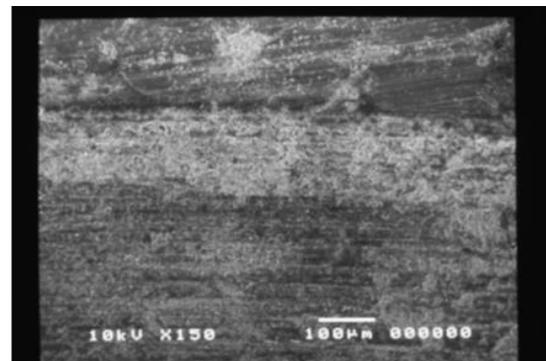
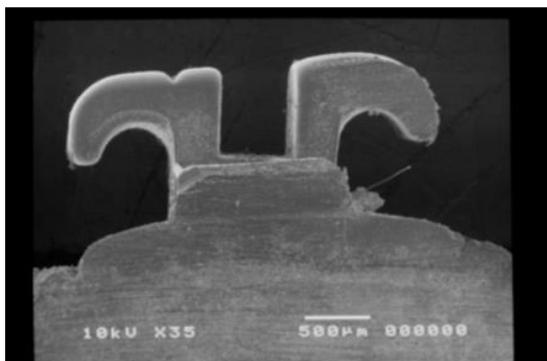
MUESTRA 4.6



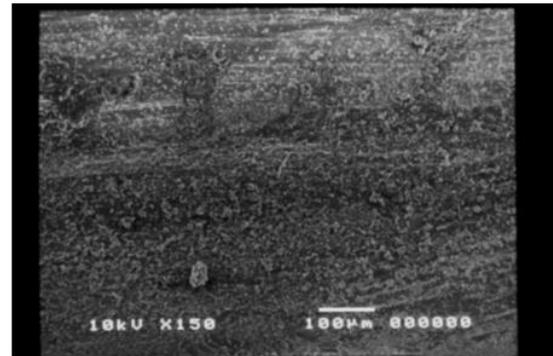
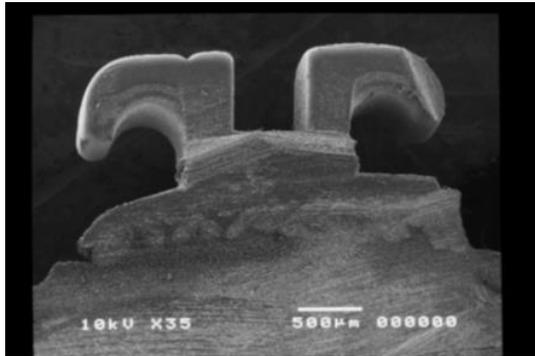
MUESTRA 4.7



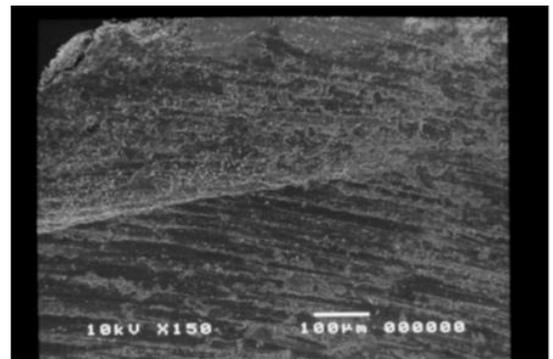
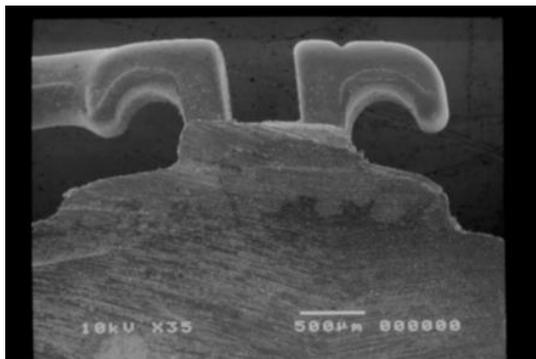
MUESTRA 4.8



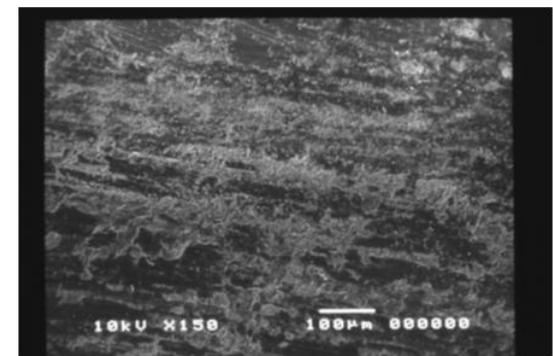
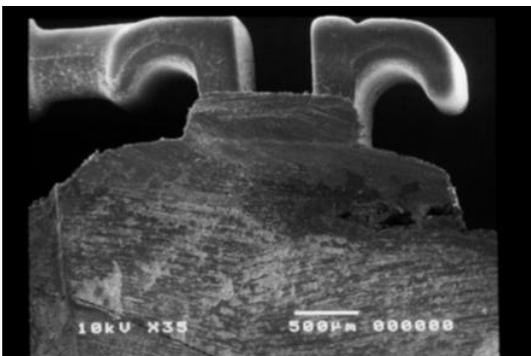
MUESTRA 4.9



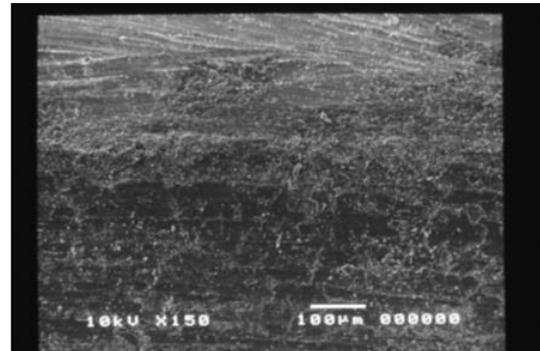
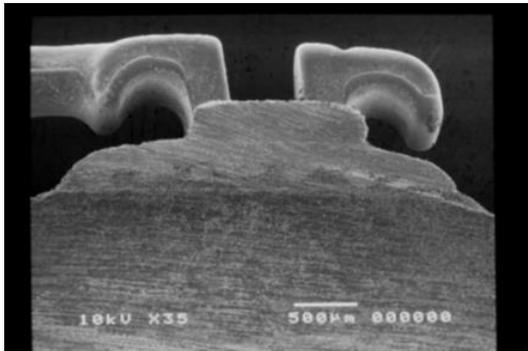
MUESTRA 4.10



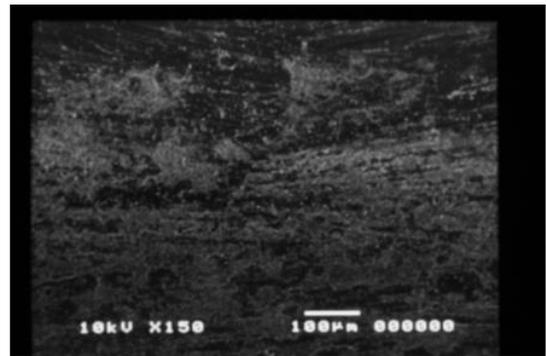
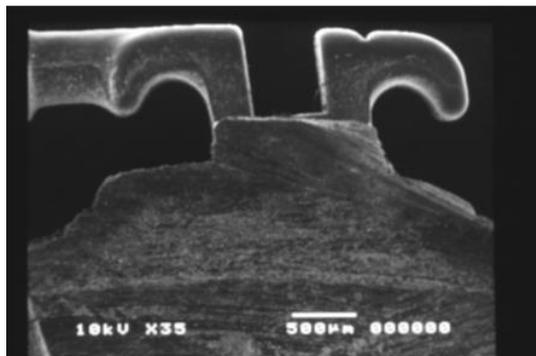
MUESTRA 4.11



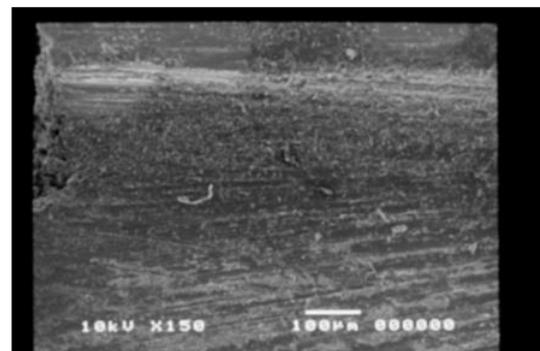
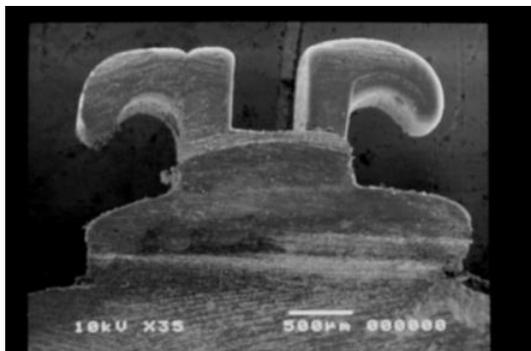
MUESTRA 4.12



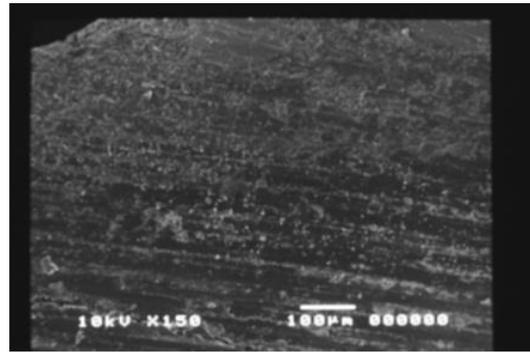
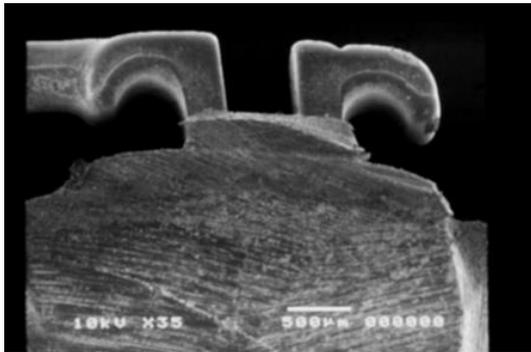
MUESTRA 4.13



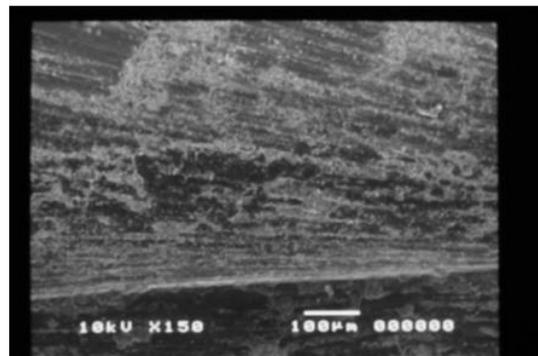
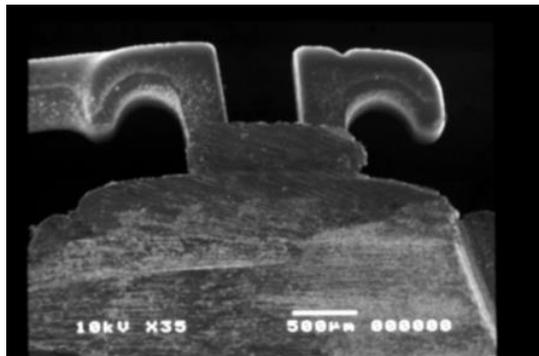
MUESTRA 4.14



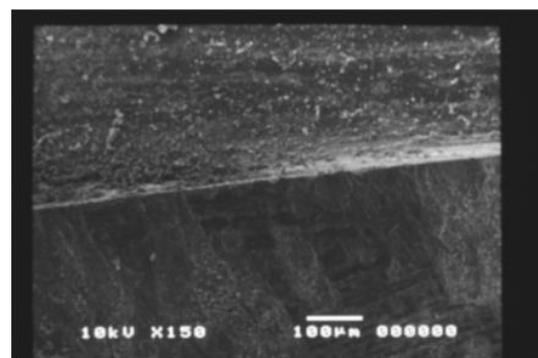
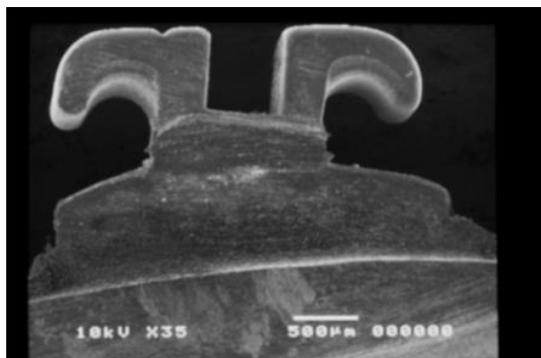
MUESTRA 4.15



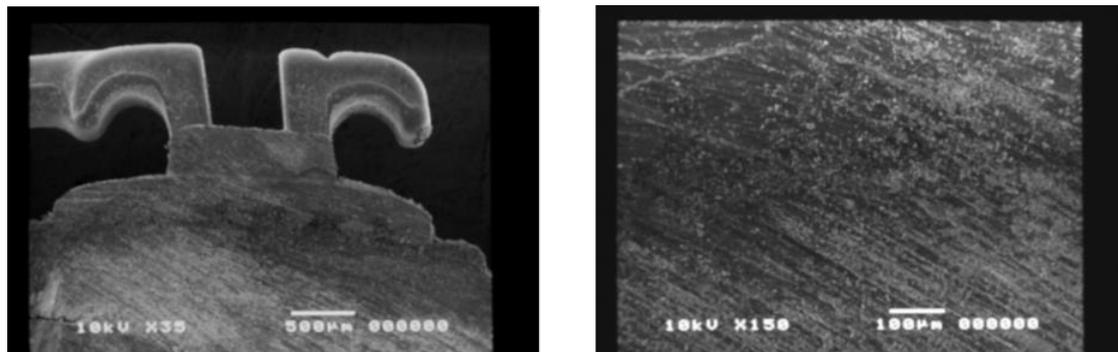
MUESTRA 4.16



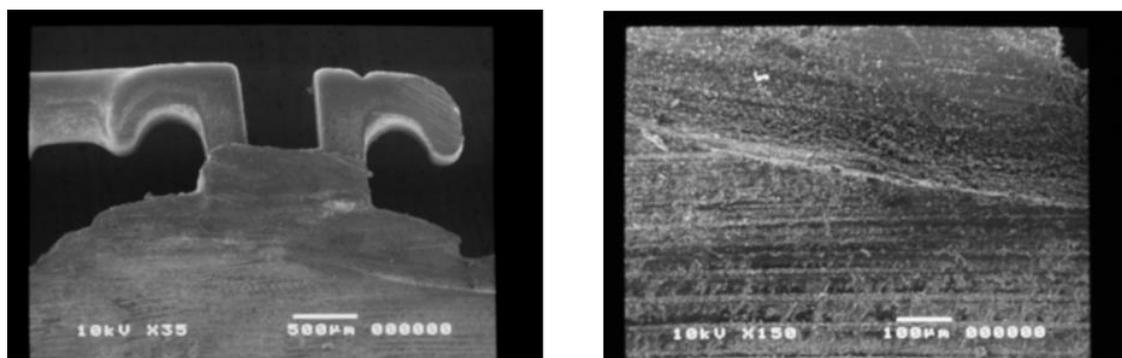
MUESTRA 4.17



MUESTRA 4.18



MUESTRA 4.19

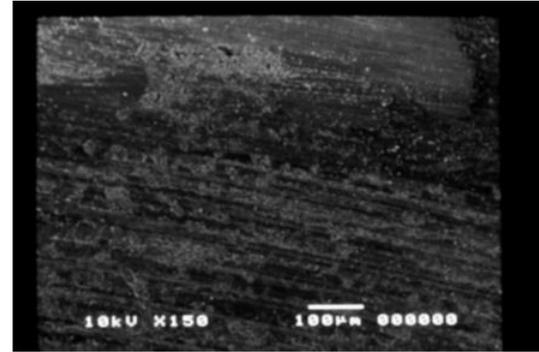
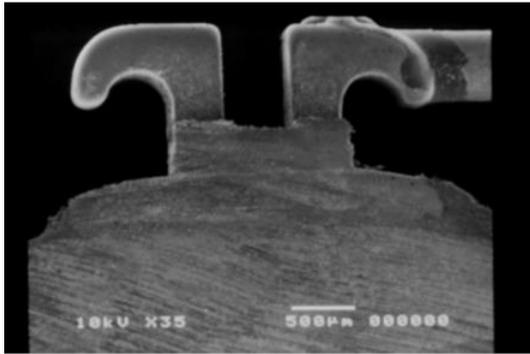


MUESTRA 4.20

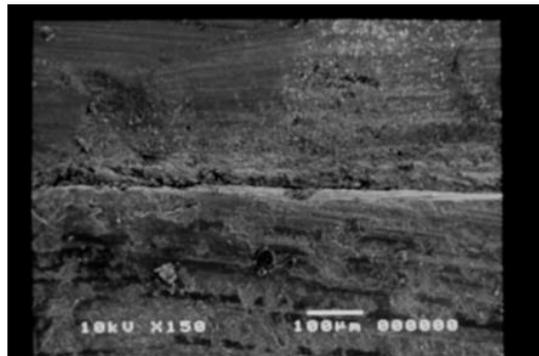
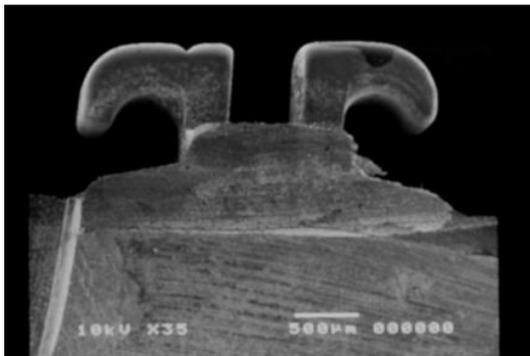
DESCRIPCIÓN:

El grupo cuatro representa los dientes en los cuales el protocolo de cementación de brackets fue modificado, en tiempo de desmineralización; sus microfotografías expusieron un grupo dividido, en el que la mitad mostró una clara línea de interfase esmalte dental – adhesivo, mientras el resto indicó una adherencia altamente compacta como el grupo tres. En lo referente a las prolongaciones de adhesivo, dentro de la superficie del esmalte, de igual manera mostraron una relevancia mayor que los grupos 1 y 2.

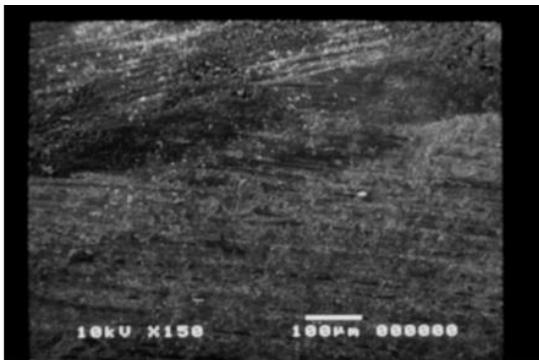
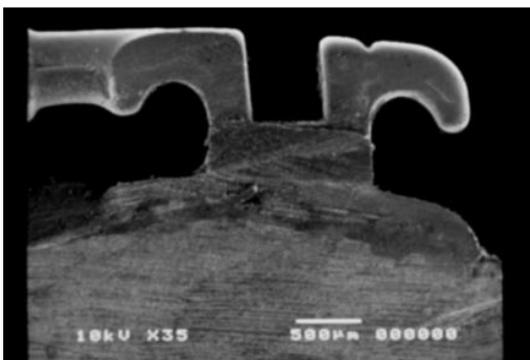
**GRUPO 5: DIENTES TRATADOS CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5%,
PREVIO A LA DESMINERALIZACIÓN ÁCIDA DURANTE 30 SEGUNDOS
MAGNIFICACIÓN 35X y 150X**



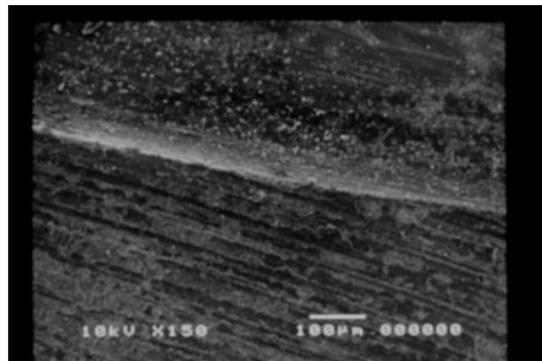
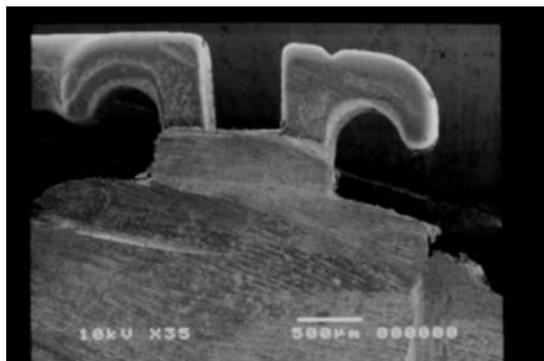
MUESTRA 5.1



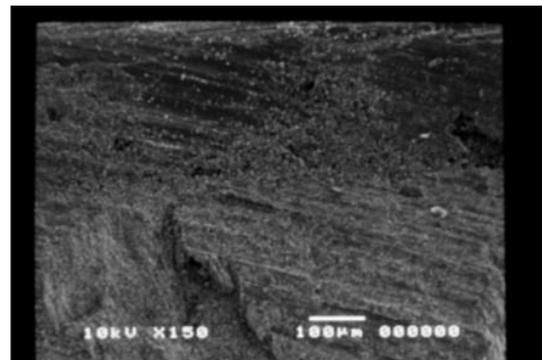
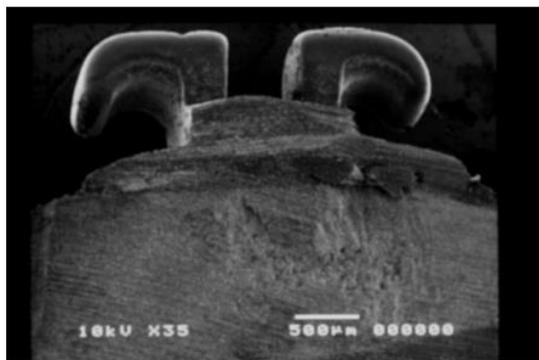
MUESTRA 5.2



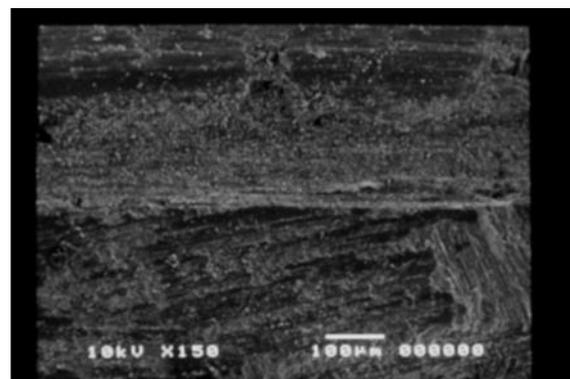
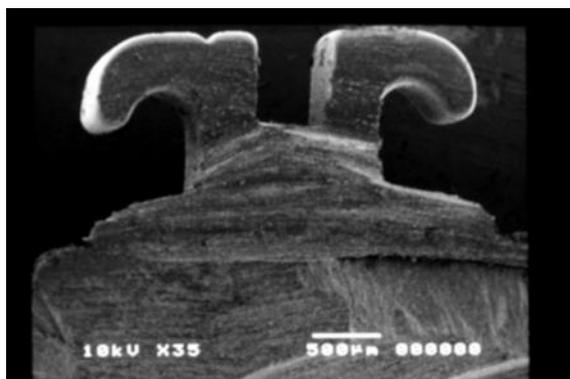
MUESTRA 5.3



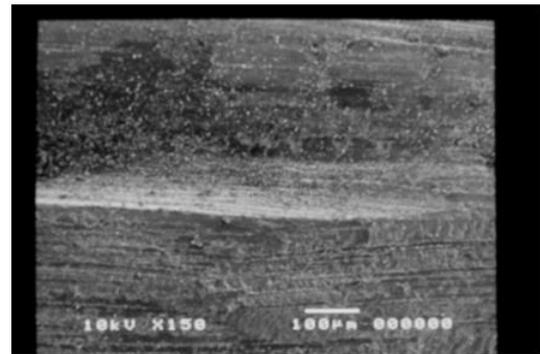
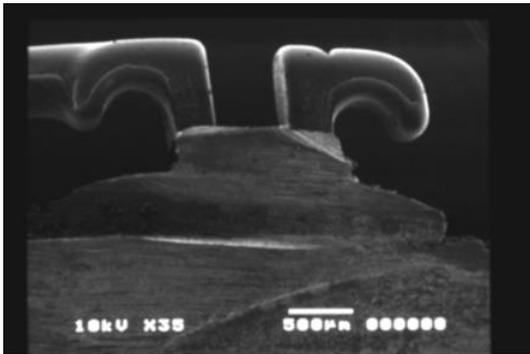
MUESTRA 5.4



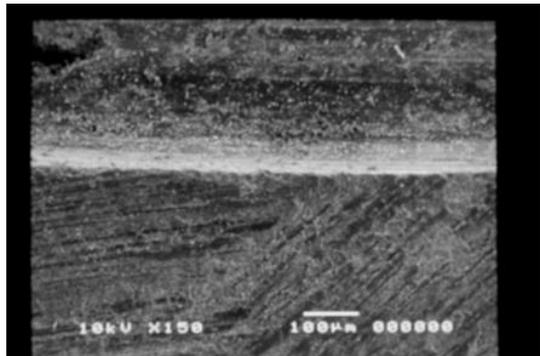
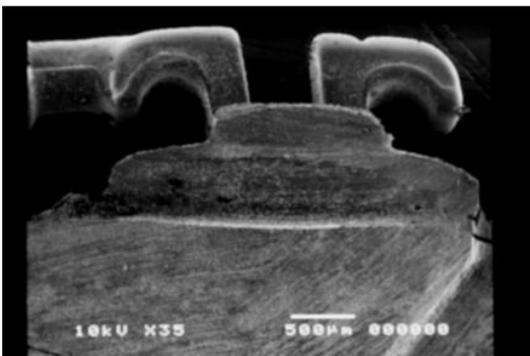
MUESTRA 5.5



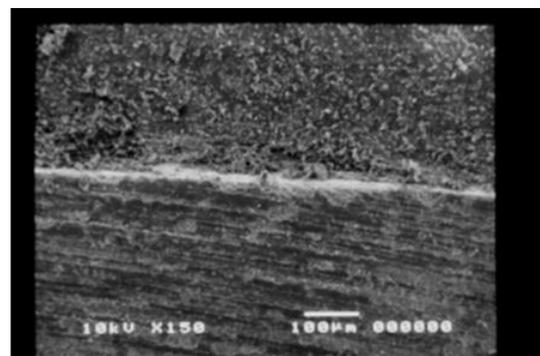
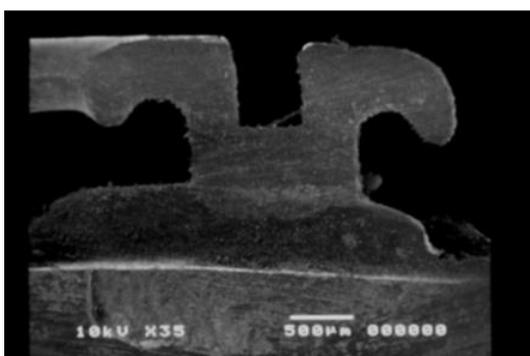
MUESTRA 5.6



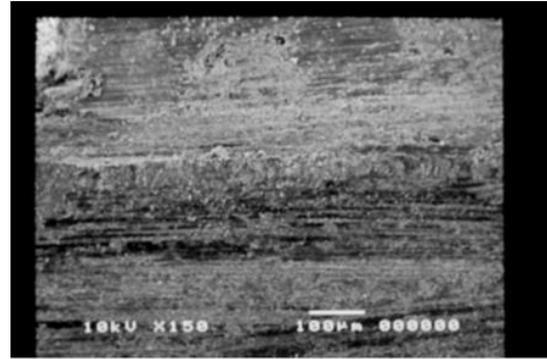
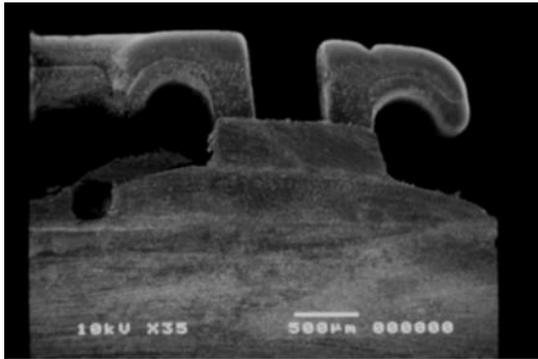
MUESTRA 5.7



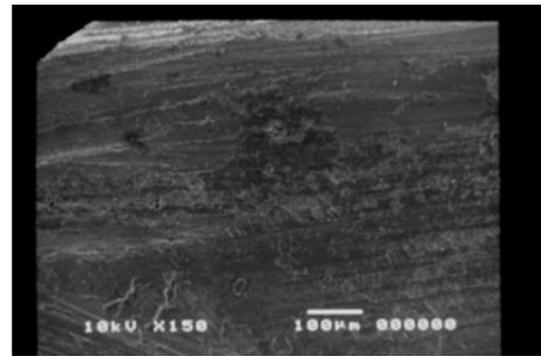
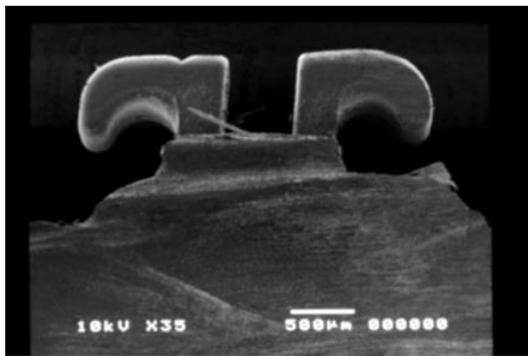
MUESTRA 5.8



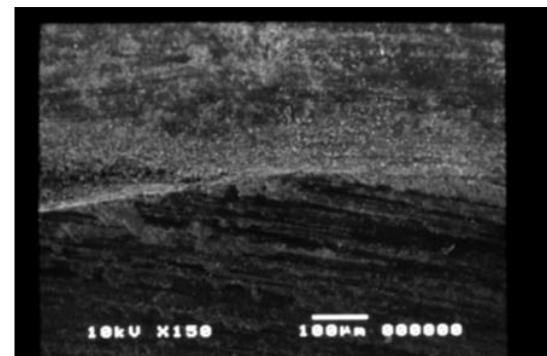
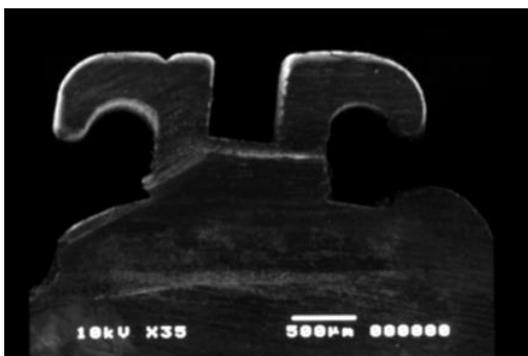
MUESTRA 5.9



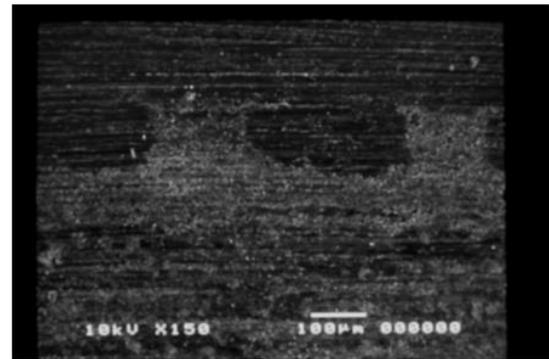
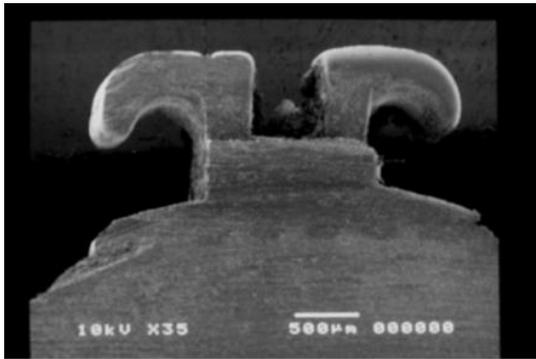
MUESTRA 5.10



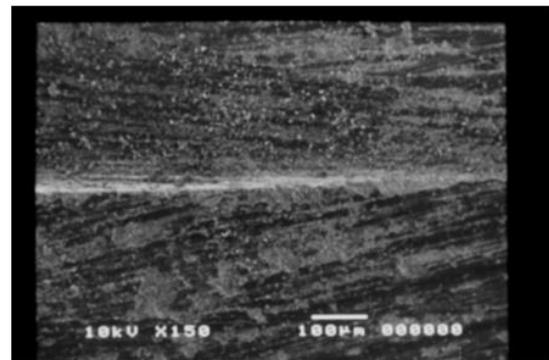
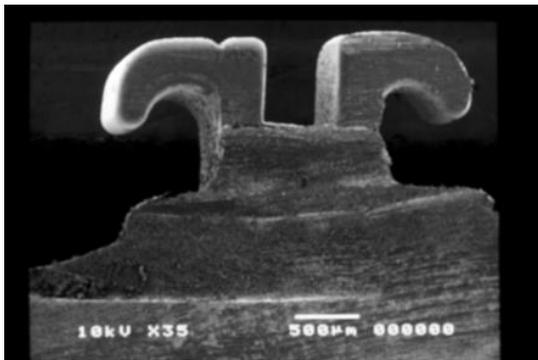
MUESTRA 5.11



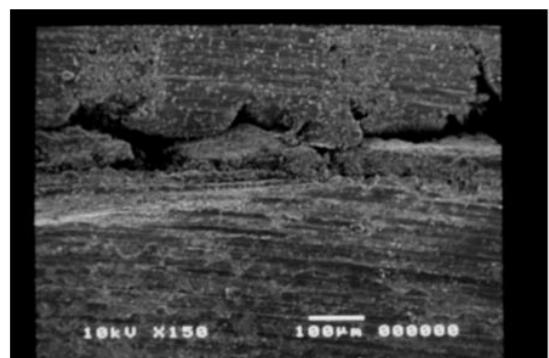
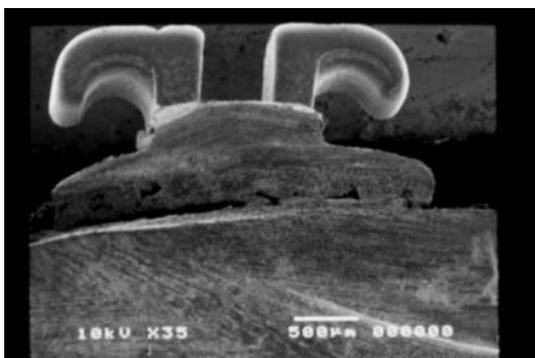
MUESTRA 5.12



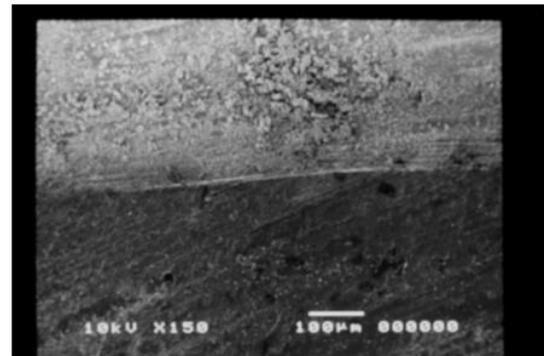
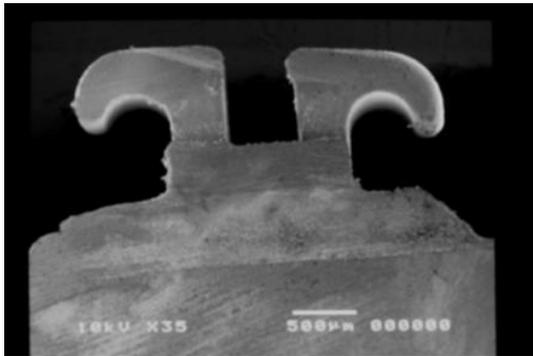
MUESTRA 5.13



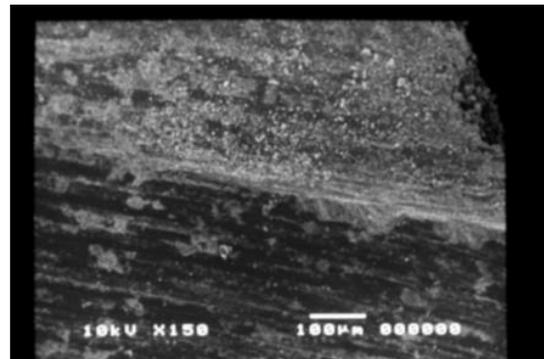
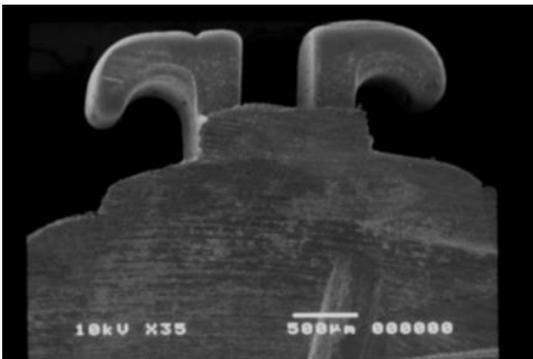
MUESTRA 5.14



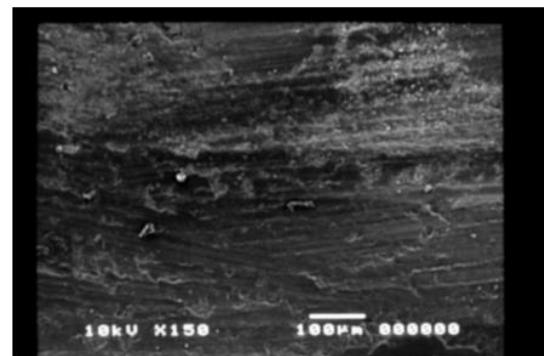
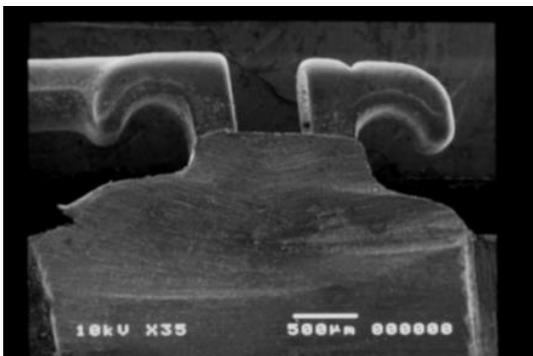
MUESTRA 5.15



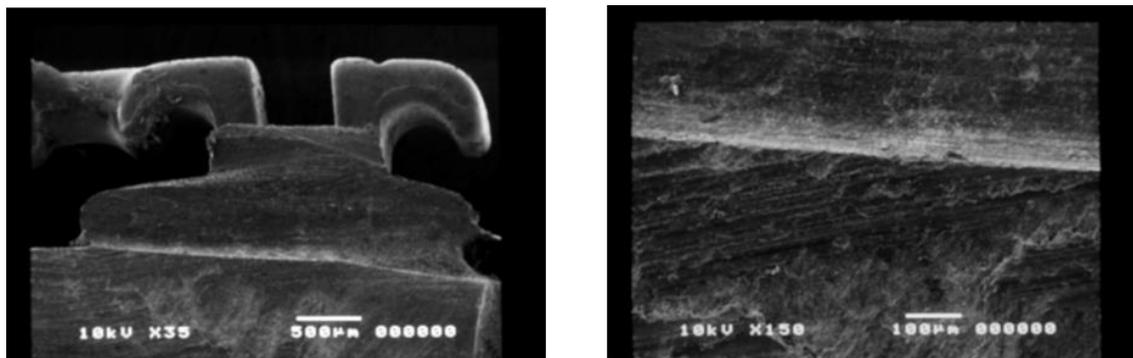
MUESTRA 5.16



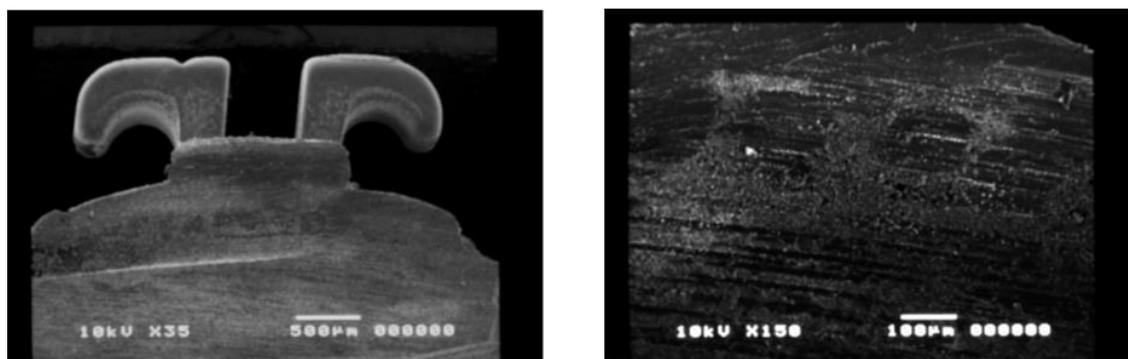
MUESTRA 5.17



MUESTRA 5.18



MUESTRA 5.19

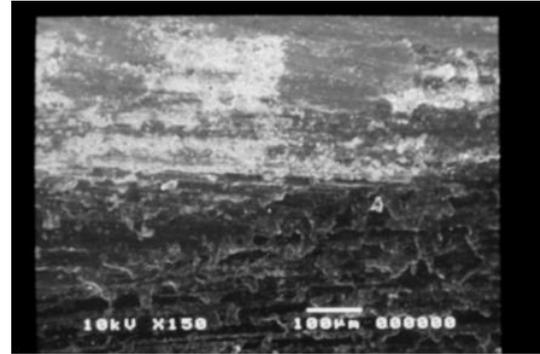
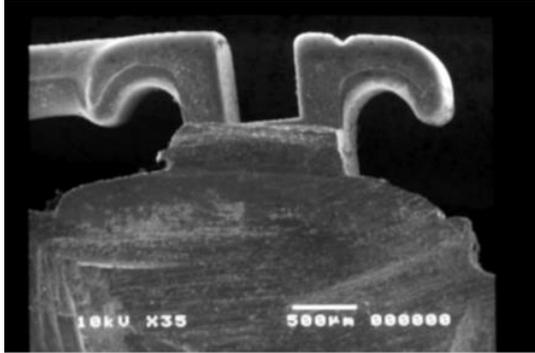


MUESTRA 5.20

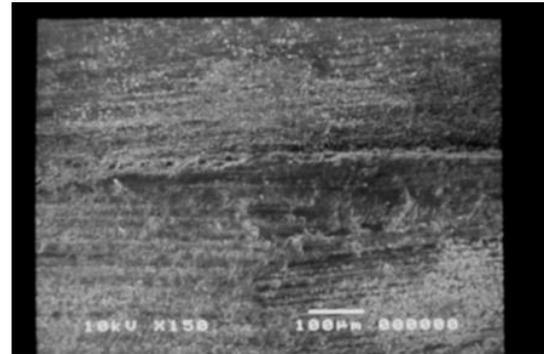
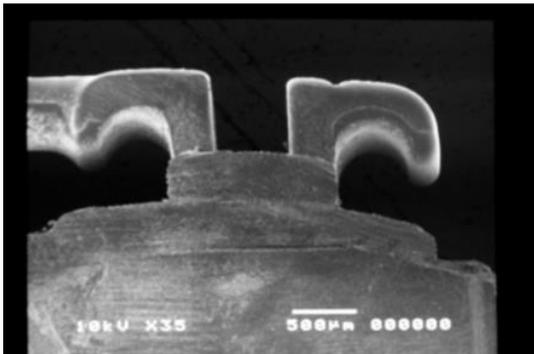
DESCRIPCIÓN:

Este grupo fue manipulado con una solución de hipoclorito de sodio al 5% y una desmineralización durante 30 segundos; estas microfotografías expusieron que existe cierto rango en el que se observó que el adhesivo no se encuentra totalmente compacto como en grupos anteriores, visualizándose incluso espacios entre su masa. En lo referente a la línea de interfase esmalte dental – adhesivo se verificó que su tendencia es igual al del grupo 4, en el que es claramente visible y distinguible para la mitad de la muestra de este grupo.

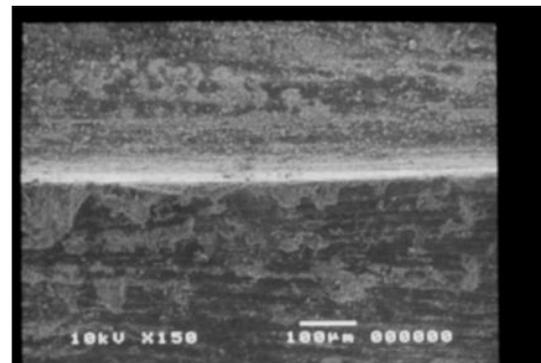
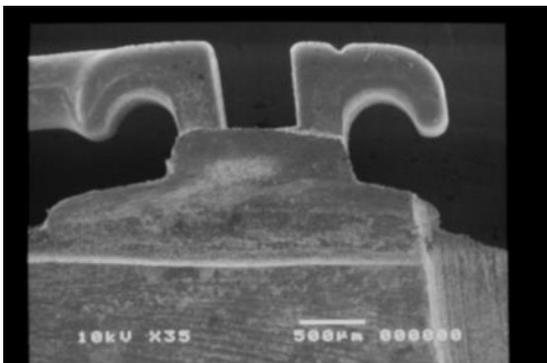
**GRUPO 6: DIENTES TRATADOS CON CLORHEXIDINA AL 0.12%, PREVIO A
LA DESMINERALIZACIÓN ÁCIDA DURANTE 30 SEGUNDOS
MAGNIFICACIÓN 35X y 150X**



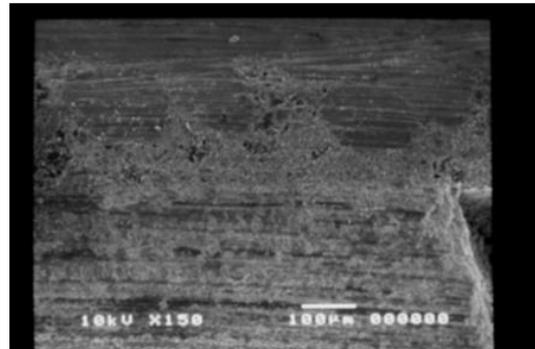
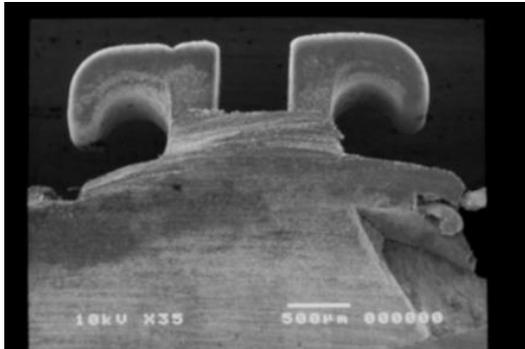
MUESTRA 6.1



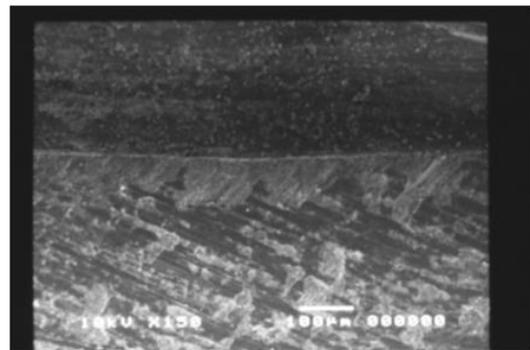
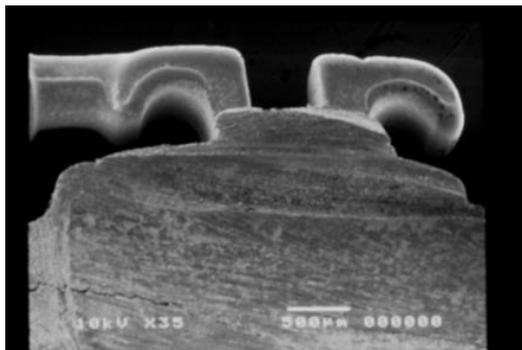
MUESTRA 6.2



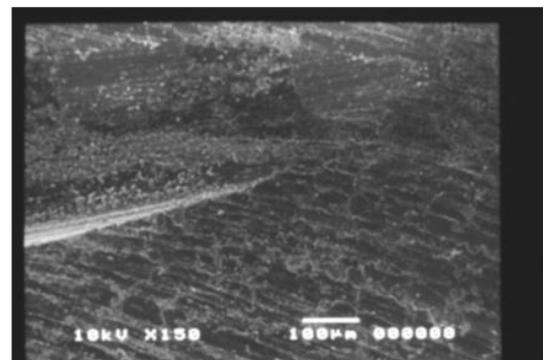
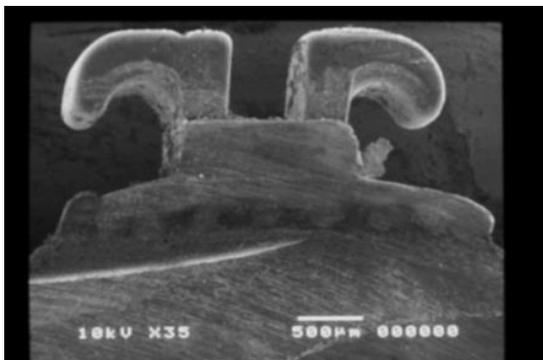
MUESTRA 6.3



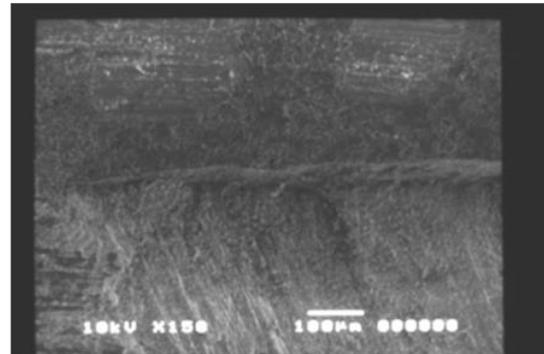
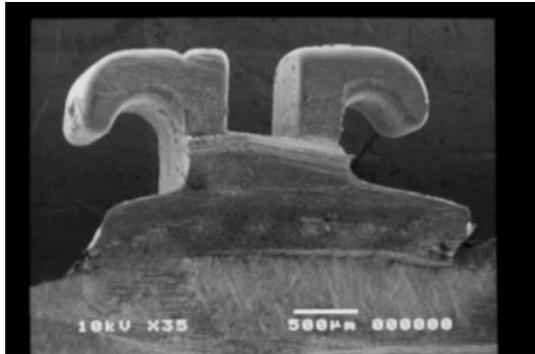
MUESTRA 6.4



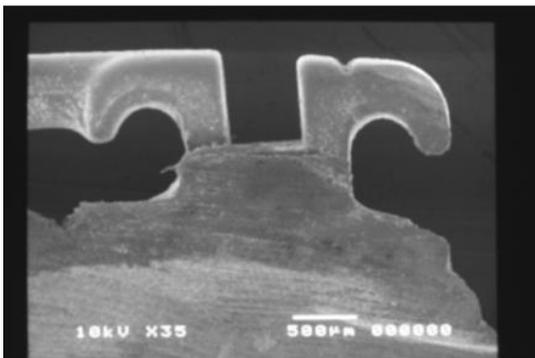
MUESTRA 6.5



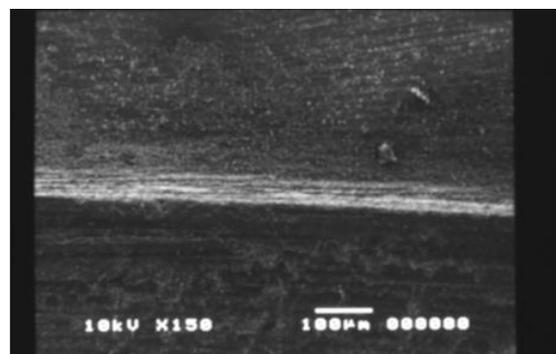
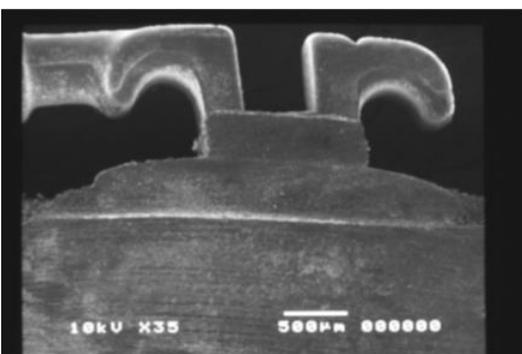
MUESTRA 6.6



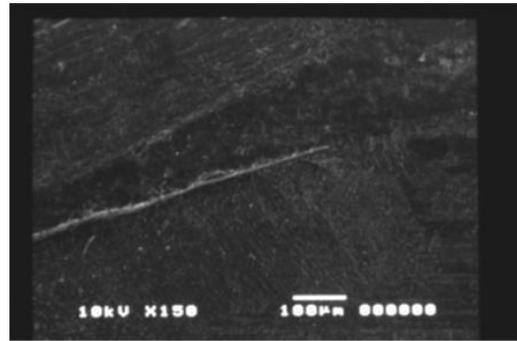
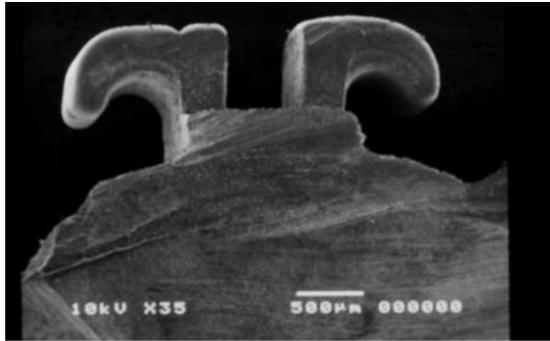
MUESTRA 6.7



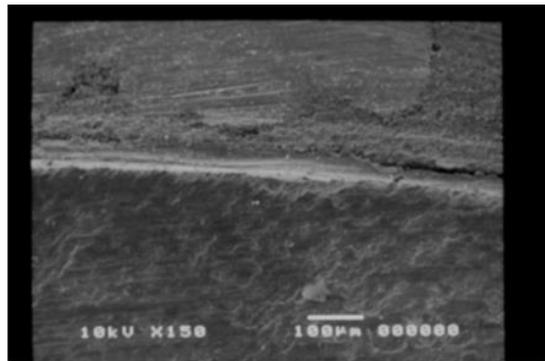
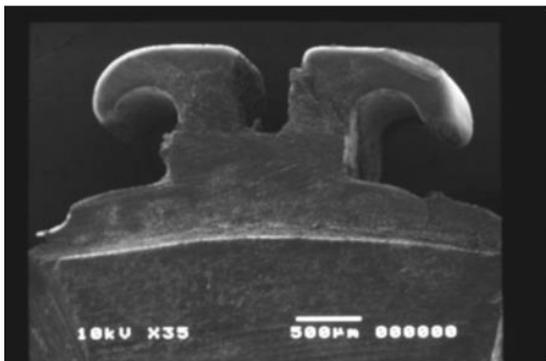
MUESTRA 6.8



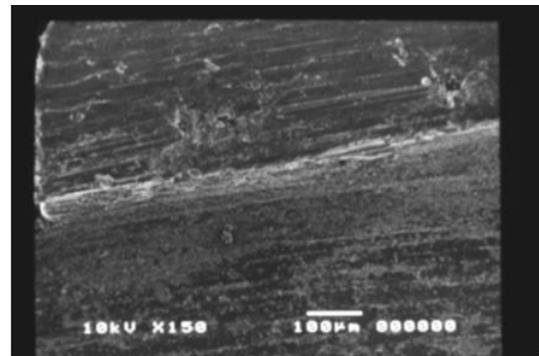
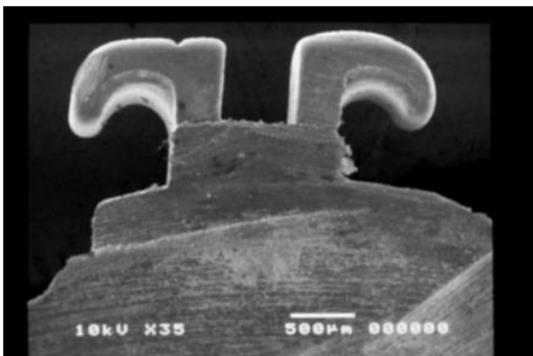
MUESTRA 6.9



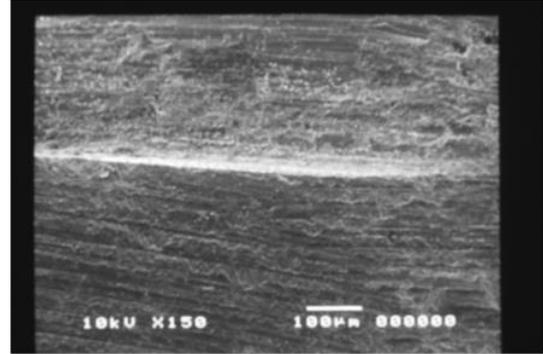
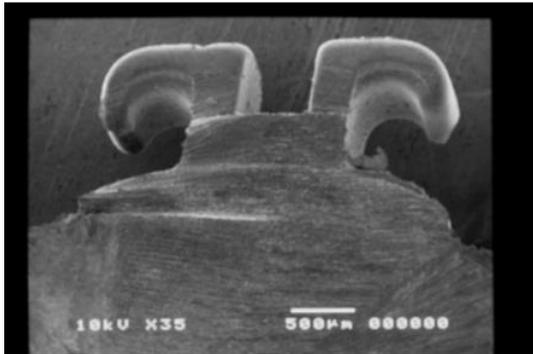
MUESTRA 6.10



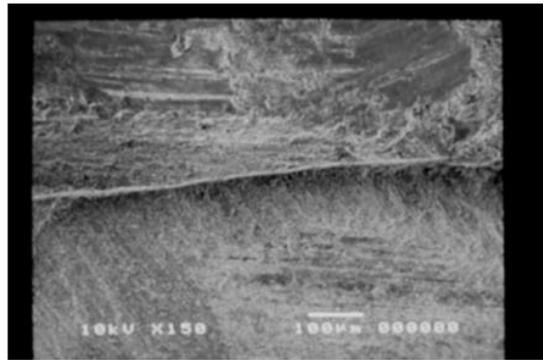
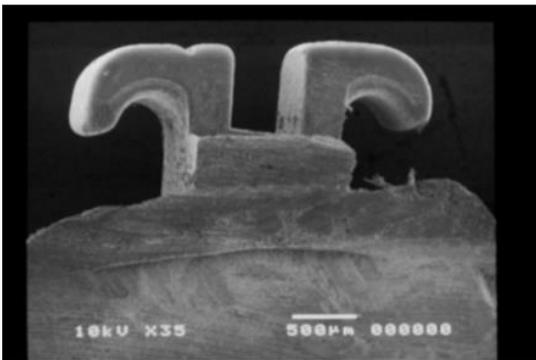
MUESTRA 6.11



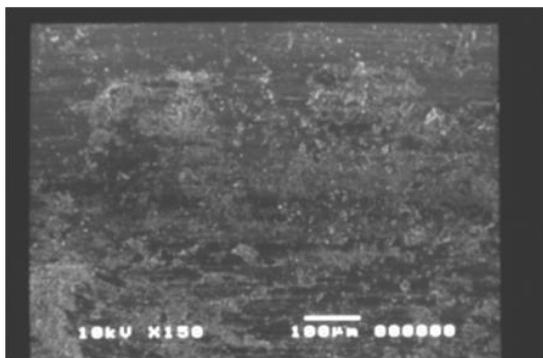
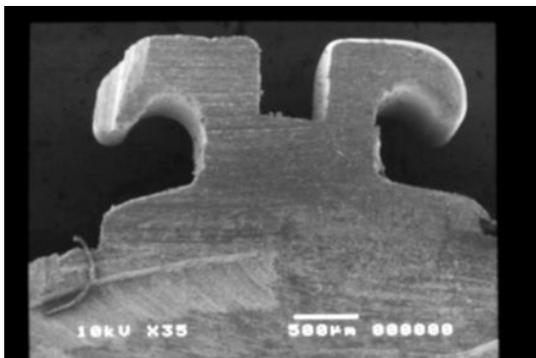
MUESTRA 6.12



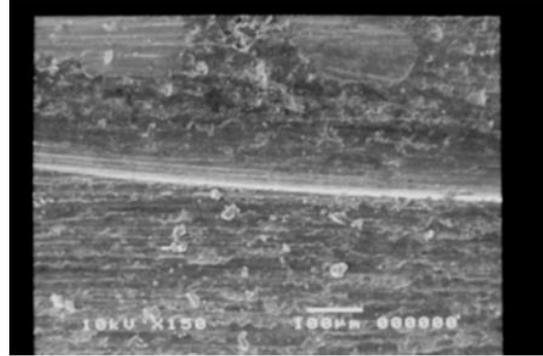
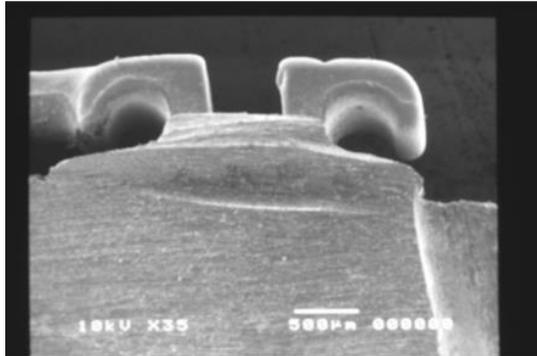
MUESTRA 6.13



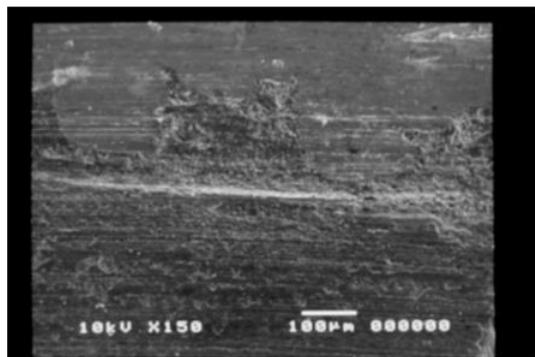
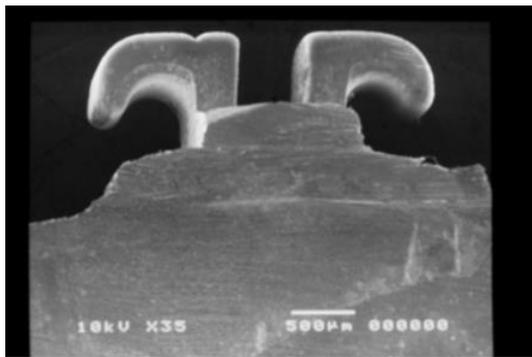
MUESTRA 6.14



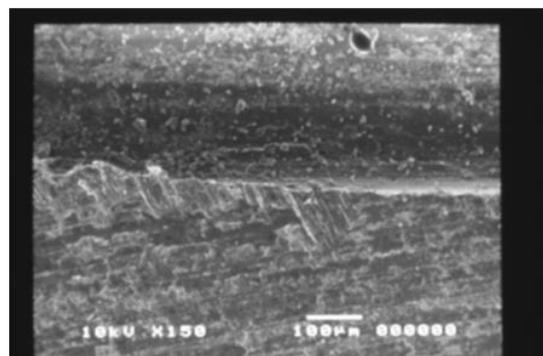
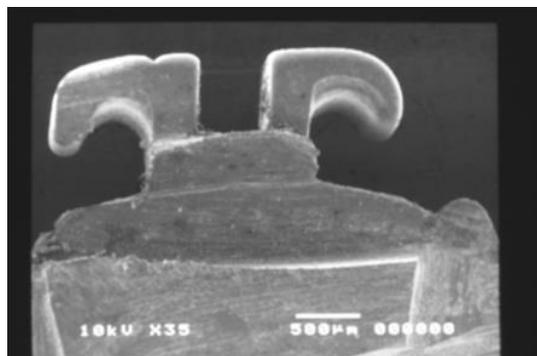
MUESTRA 6.15



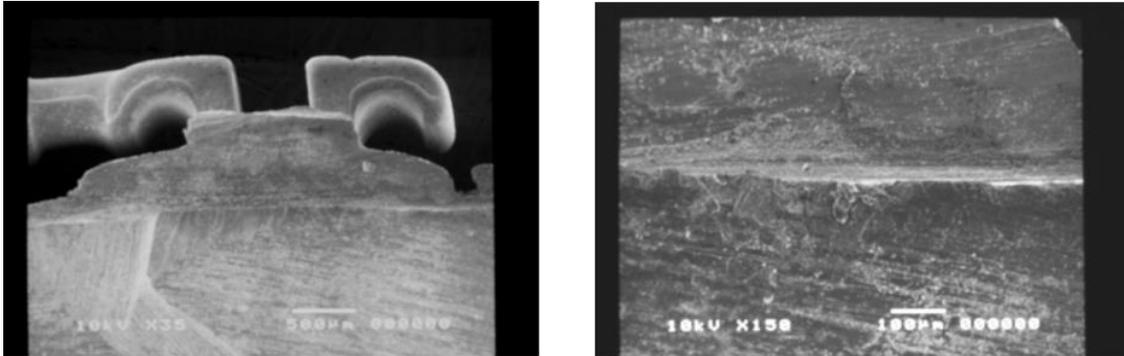
MUESTRA 6.16



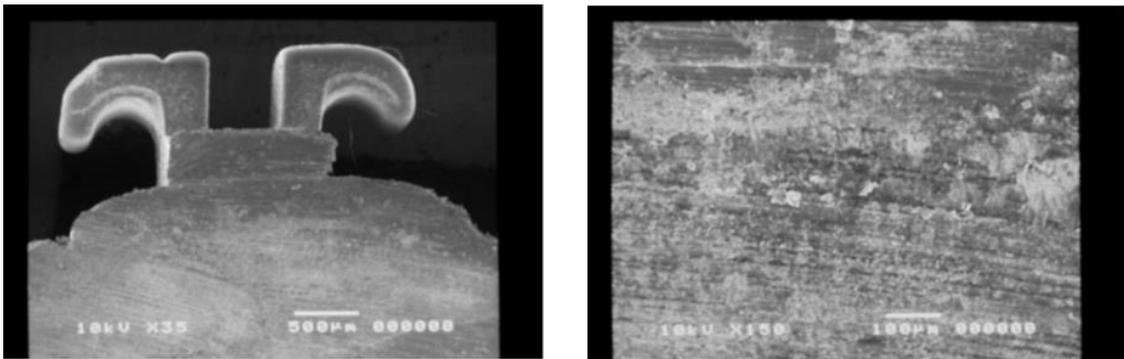
MUESTRA 6.17



MUESTRA 6.18



MUESTRA 6.19



MUESTRA 6.20

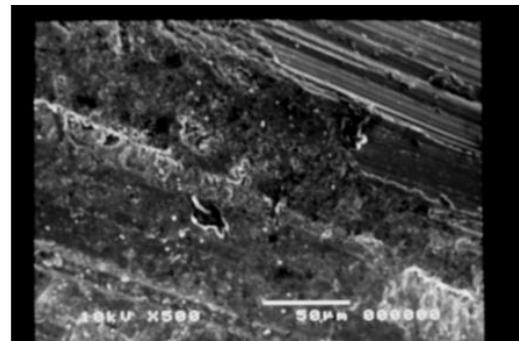
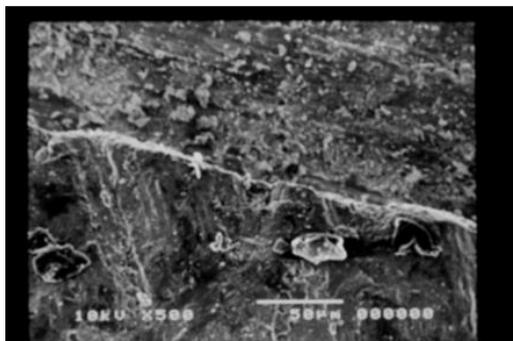
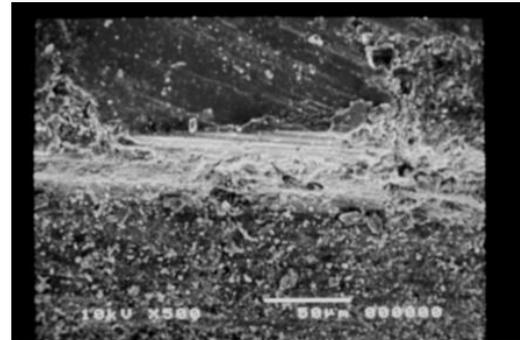
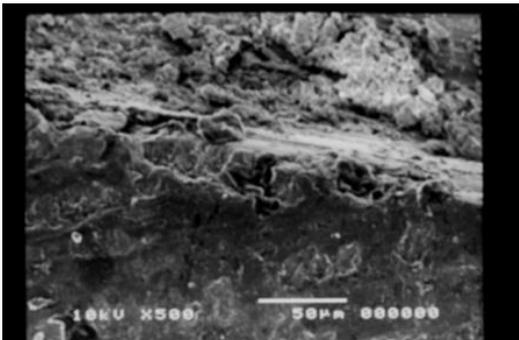
DESCRIPCIÓN:

Este grupo pretratado con clorhexidina al 0.12% y una desmineralización de 30 segundos, indicó la presencia de una interfase debidamente delimitada en un gran porcentaje de imágenes, así como también se observó casos en los que el adhesivo dental formó una capa homogénea inidentificable con el esmalte dental. En relación a las irregularidades de las penetraciones de adhesivo en esmalte, se pudo verificar que se encuentra entre los grupos más predominantes, a pesar de que las diferencias entre los distintos grupos sean muy reducidas.

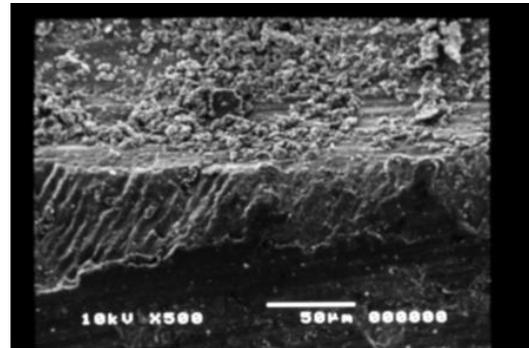
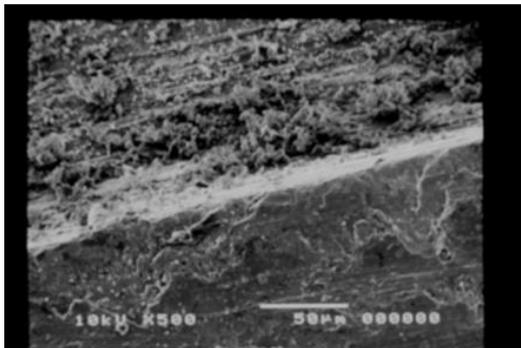
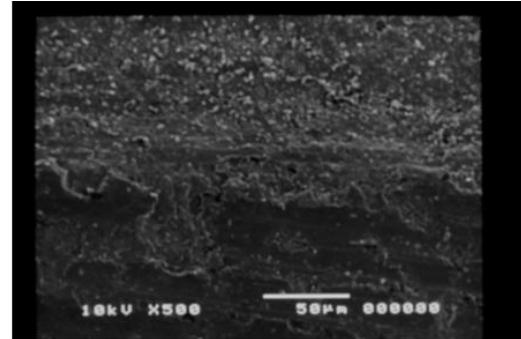
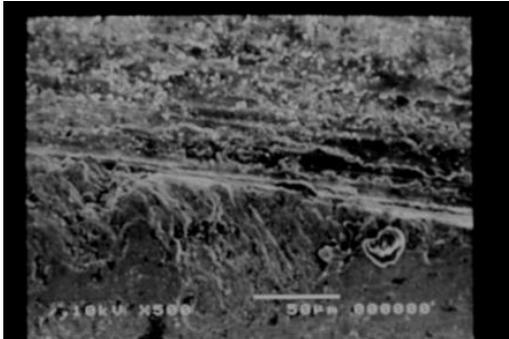
MAGNIFICACIÓN 500X DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS DE CADA GRUPO

Como un apoyo para el análisis descriptivo de los diferentes grupos estudiados y descritos se seleccionó cuatro muestras aleatorias de cada uno de los grupos en mención y se sometieron a una magnificación de 500X, con lo que reforzaremos lo anteriormente descrito.

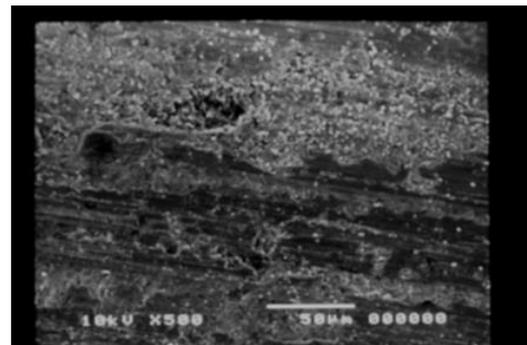
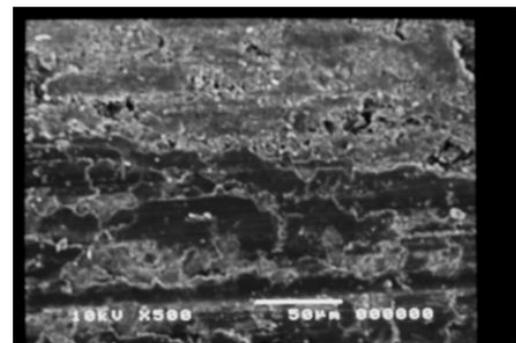
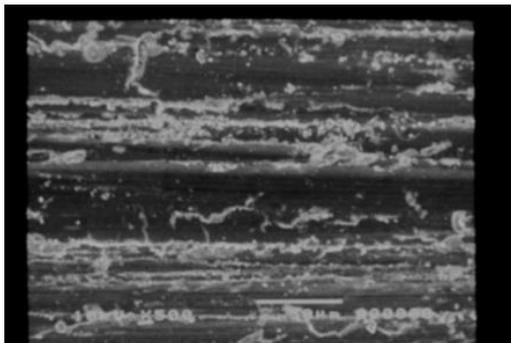
GRUPO 1: DESMINERALIZACIÓN DE 45 SEGUNDOS

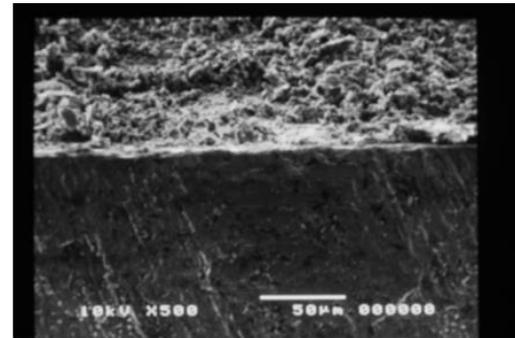
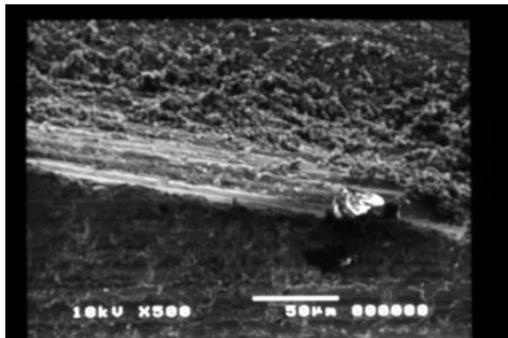
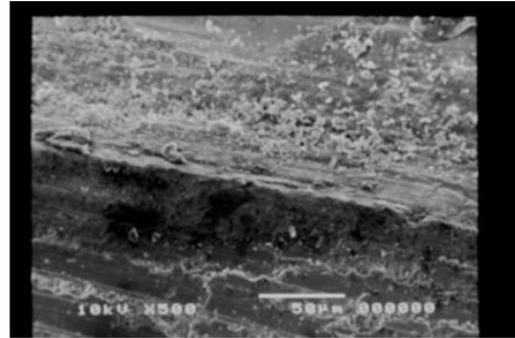
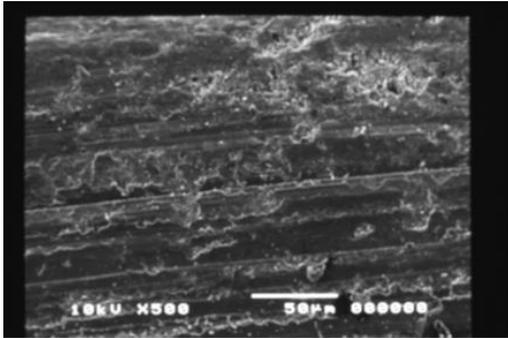
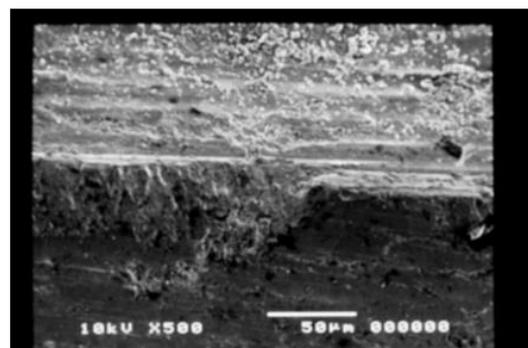
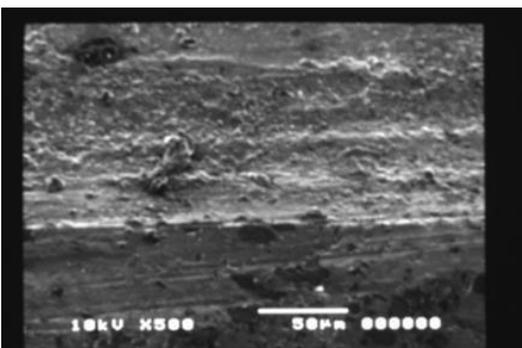
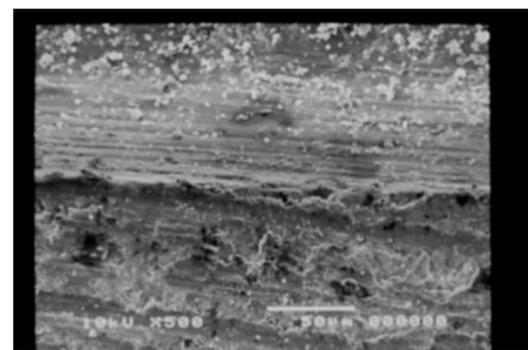
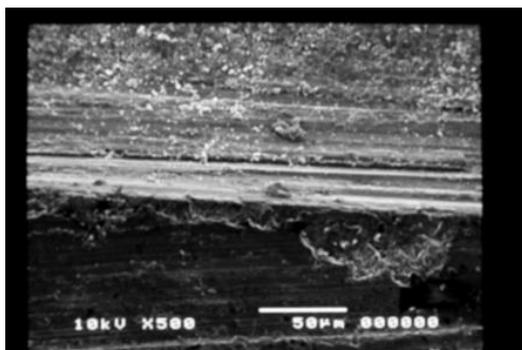


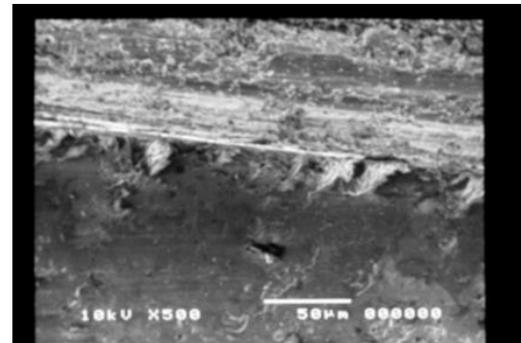
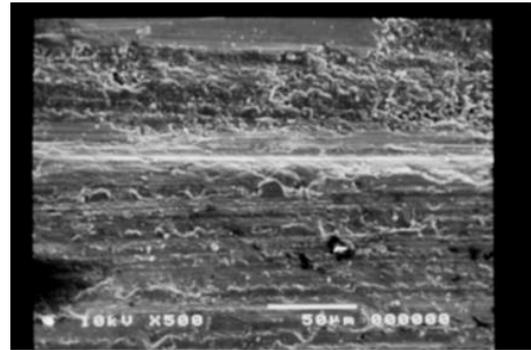
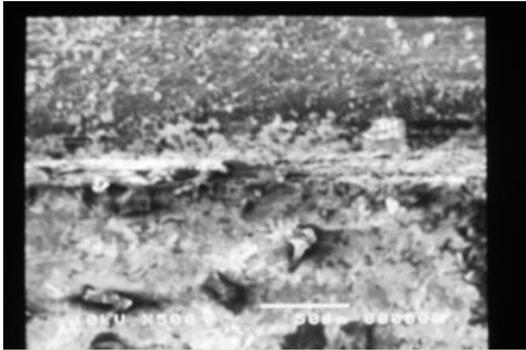
GRUPO 2: HIPOCLORITO DE SODIO 5% Y DESMINERALIZACIÓN DE 45 SEGUNDOS



GRUPO 3: CLORHEXIDINA 0.12% Y DESMINERALIZACIÓN DE 45 SEGUNDOS



GRUPO 4: DESMINERALIZACIÓN DE 30 SEGUNDOS**GRUPO 5: HIPOCLORITO DE SODIO 5% Y DESMINERALIZACIÓN DE 45 SEGUNDOS**

GRUPO 6: CLORHEXIDINA 0,012% Y DESMINERALIZACIÓN DE 30 SEGUNDOS**DESCRIPCIÓN:**

Observado y analizado cada una de las microfotografías en magnificación de 500X, se pudo precisar que el grupo tres de entre los otros, fue el que más se destacó en cuanto a adherencia de la resina con el esmalte dental, este aspecto se lo pudo verificar debido a que no existe una línea o interfase de unión claramente establecida como en los grupos restantes. Sin embargo se pudo precisar también que en todos los grupos se observó un adecuado contacto íntimo entre la resina y el esmalte dental; siendo aquí, la medición de la penetración de resina la que nos dio una diferencia entre los grupos restantes, a sabiendas de que la diferencia en medidas fue extremadamente pequeña.

8.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO – CUANTITATIVO

Se procedió a realizar el análisis de los 6 grupos de estudio en base a una muestra inicial de 20 microfotografías en magnificación 150X, las mismas que fueron generadas a través de la utilización del microscopio electrónico de barrido; mencionando que, 3 fotografías de cada uno de los grupos no fueron susceptibles del respectivo análisis toda vez que presentaron problemas de calidad en la resolución de sus imágenes.

Para evidencia de lo anotado a continuación se adjunta las tablas con las estadísticas que detalla la información pertinente a cada uno de los grupos en análisis, para el efecto se incluyeron datos de la media, varianza, moda, máximo y mínimo. (Información presentada en micras).

GRUPO 1

MUESTRA	1.1	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20
MEDIA	18	19,5	19,5	16,5	16,5	19,5	19,5	22	16,5	24,5	16,5	16,5	19,5	16,5	16,5	17	16,5

MEDIA	18,29
MODA	16,5
VARIANZA	5,439
MAXIMO	24,5
MINIMO	16,5

Tabla 2 Mediciones y datos estadísticos del grupo 1 en micras.
Fuente propia

GRUPO 2

MUESTRA	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.7	2.10	2.11	2.12	2.13	2.14	2.15	2.16	2.17	2.18	2.19	2.20
MEDIA	17	22	19,5	19,5	22	22	22	20,5	19,5	22	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	22	21

MEDIA	20,382
MODA	19,5
VARIANZA	2,11
MAXIMO	22
MINIMO	17

Tabla 3 Mediciones y datos estadísticos del grupo 2 en micras.
Fuente propia

GRUPO 3

MUESTRA	3.1	3.2	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.12	3.13	3.14	3.16	3.17	3.18	3.19
MEDIA	22	19,5	24,5	22	22	22	23,5	19,5	22	24,5	22	19	19,5	19,5	19,5	22	19,5

MEDIA	21,324
MODA	22
VARIANZA	3,34
MAXIMO	24,5
MINIMO	19

Tabla 4 Mediciones y datos estadísticos del grupo 3 en micras.
Fuente propia

GRUPO 4

MUESTRA	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10	4.11	4.12	4.13	4.15	4.16	4.17	4.20
MEDIA	24,5	19,5	22	24,5	24,5	22	22	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	22	27	22	22	24,5

MEDIA	22,000
MODA	19,5
VARIANZA	5,469
MAXIMO	27
MINIMO	19,5

Tabla 5 Mediciones y datos estadísticos del grupo 4 en micras.
Fuente propia

GRUPO 5

MUESTRA	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	5.10	5.11	5.12	5.13	5.14	5.15	5.16	5.17	5.19
MEDIA	19,5	19,5	19,5	22	22	22	22	22	19,5	24,5	19,5	19,5	19,5	22	22	22	18

MEDIA	20,882
MODA	22
VARIANZA	2,798
MAXIMO	24,5
MINIMO	18

Tabla 6 Mediciones y datos estadísticos del grupo 5 en micras.
Fuente propia

GRUPO 6

MUESTRA	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	5.10	5.11	5.12	5.13	5.14	5.15	5.16	5.17	5.19
MEDIA	22	19,5	19,5	22	22	19,5	19,5	19,5	24,5	19,5	21	22	21	24,5	22	19,5	19,5

MEDIA	21,000
MODA	19,5
VARIANZA	2,969
MAXIMO	24,5
MINIMO	19,5

Tabla 7 Mediciones y datos estadísticos del grupo 6 en micras.
Fuente propia

Con la finalidad de poder observar en un solo cuadro la información que se detalló de manera individual en las tablas que anteceden, se procedió a incluir su consolidado:

ESTADÍSTICOS						
	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5	GRUPO 6
Media	18,2941	20,3824	21,3235	22,0000	20,8824	21,0000
Moda	16,50	19,50	22,00	19,50 ^a	22,00	19,50
Varianza	5,439	2,110	3,342	5,469	2,798	2,969
Mínimo	16,50	17,00	19,00	19,50	18,00	19,50
Máximo	24,50	22,00	24,50	27,00	24,50	24,50

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Tabla 8 Datos estadísticos consolidados de todos los grupos en micras.

Fuente propia

En la tabla 8, se inició con el análisis de la media en el que se observó que el grupo 4 con un estadístico de 22 es el que presentó mayor profundidad de penetración de la resina en el esmalte dental.

De otra parte la moda indicó que en el grupo 3 y 5 el valor que mayor se repite es 22, un factor que pudo tener incidencia en este valor es la aleatoriedad de la muestra.

El estadístico varianza indicó la dispersión de los datos en relación a la media, se observó que el grupo 2 fue el que mayor concentración presentó en relación a la media, en tanto que, en el grupo 4 vimos una dispersión mayor.

Los valores máximo y mínimo confirmaron los valores de la varianza, es así que en el grupo 2 sus valores se manifestaron como los más cercanos a la media.

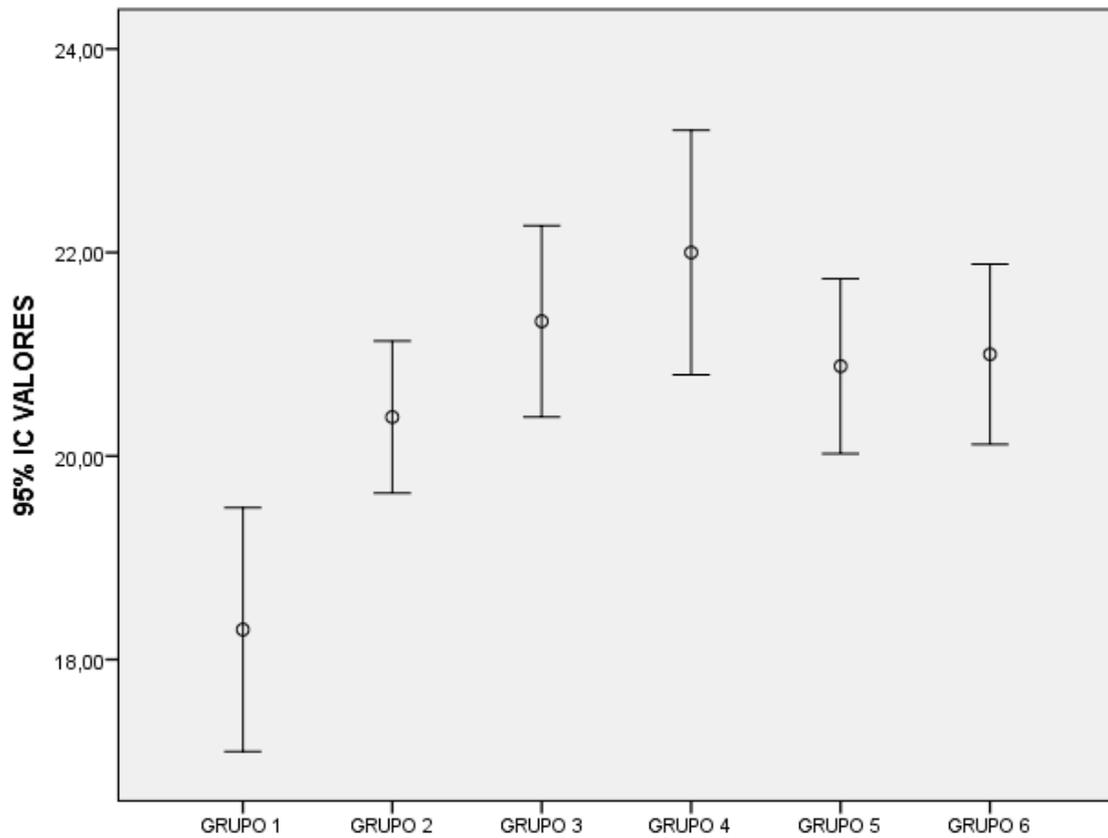


Gráfico 1 Representación de los valores consolidados.
Fuente propia

En el Gráfico 1 se presenta de manera descriptiva los datos utilizados en el análisis realizado en los párrafos relativos a la media y varianza, corroborando lo expuesto en el texto pertinente a estos elementos.

Una vez presentada la estadística descriptiva, se sometieron los datos al análisis de las varianzas para determinar su homogeneidad y en base a ello se procedió a realizar el **TEST DE BONFERRONI**.

- **ANÁLISIS DE LAS VARIANZAS**

GRUPOS	VALOR DE (p)
Grupo 1 vs Grupo 2	0,082
Grupo 1 vs grupo 3	0,414
Grupo 1 vs Grupo 4	0,818
Grupo 1 vs Grupo 5	0,275
Grupo 1 vs Grupo 6	0,24
Grupo 2 vs Grupo 3	0,232
Grupo 2 vs Grupo 4	0,185
Grupo 2 vs Grupo 5	0,309
Grupo 2 vs Grupo 6	0,521
Grupo 3 vs Grupo 4	0,625
Grupo 3 vs Grupo 5	0,76
Grupo 3 vs Grupo 6	0,632
Grupo 4 vs Grupo 5	0,471
Grupo 4 vs Grupo 6	0,408
Grupo 5 vs Grupo 6	0,816

Tabla 9 Comparación de varianzas entre grupos
Fuente propia

En la tabla que antecede se confronta la varianza de cada uno de los grupos con relación a sus similares, partiendo de la hipótesis de que todas las comparaciones de las varianzas son iguales, por lo que se acepta la presunción nula y se descarta la conjetura alternativa.

Sin perjuicio de lo anotado se pudo concluir que todas las varianzas son homogéneas, por lo que se procedió al análisis grupal de las varianzas, bajo el **TEST DE LEVENE** considerando las siguientes hipótesis:

- H_0 : todas las varianzas son iguales.
- H_1 : todas las varianzas son diferentes.

En donde tenemos que si el valor p es mayor a 0.05 se reconoce la hipótesis nula (H_0), caso contrario se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,885	5	96	,494

Tabla 10 Análisis grupal de varianzas
Fuente propia

Enunciando que el **TEST DE BONFERRONI** requiere como principio la homocedasticidad, en el análisis realizado se evidencia que se cumple con el principio requerido.

- **TEST DE BENFERRONI**

COMPARACIÓN DE ADHESIÓN ENTRE LOS DIFERENTES GRUPOS			
GRUPOS		VALOR P	ANÁLISIS
GRUPO 1	GRUPO 2	,031	EL GRUPO 1 PRESENTA UNA PENETRACIÓN DE RESINA IGUAL QUE EL GRUPO 2, MIENTRAS QUE LOS GRUPOS RESTANTES TIENEN UNA PENETRACIÓN DE RESINA MAYOR QUE EL GRUPO 1.
	GRUPO 3	,000	
	GRUPO 4	,000	
	GRUPO 5	,002	
	GRUPO 6	,001	
GRUPO 2	GRUPO 3	1,000	TODOS LOS GRUPOS TIENEN UNA PENETRACIÓN DE RESINA IGUAL
	GRUPO 4	,238	
	GRUPO 5	1,000	
	GRUPO 6	1,000	
GRUPO 3	GRUPO 4	1,000	
	GRUPO 5	1,000	
	GRUPO 6	1,000	
GRUPO 4	GRUPO 5	1,000	
	GRUPO 6	1,000	
GRUPO 5	GRUPO 6	1,000	

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Tabla 11 Comparación de adhesión
Fuente propia

9. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS ESTADÍSTICOS

De acuerdo a la aplicación del TEST DE BENFERRONI, se observó que: el grupo 1 mostró una diferencia estadísticamente significativa en relación a los demás grupos, mientras que; desde el 2^{do} al 6^{to} grupo, se manifestaron como los que permitieron una mejor penetración de resina en el esmalte dental, requisito fundamental para una mejor adhesión.

Una vez que se ha descartado al grupo 1 por su resultado, el TEST DE BENFERRONI se centra en los grupos restantes, en donde no se evidenció una predisposición específica, debido a que las muestras no expusieron diferencias significativas (los datos de la muestra se encuentran mayormente concentrados alrededor de la media), razón por lo cual, la estadística descriptiva sirvió para llegar a obtener conclusiones más objetivas.

Como paso siguiente, se procedió a segmentar los grupos 3, 4 y 6, como base para el análisis de conclusiones, dado que los datos obtenidos en la media, fueron los de mayor incidencia en el resultado, y partiendo de estos datos, se realizó de la misma manera la comparación de los valores de moda y varianza.

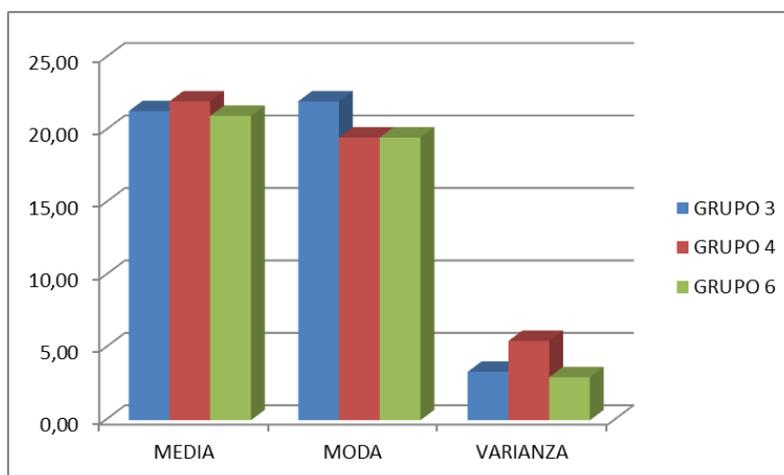


Gráfico 2 Análisis de grupos predominantes
Fuente propia

Los resultados obtenidos en el gráfico 2, mostraron a la media del grupo 4 destacándose con relación a los otros; sin embargo en el análisis de moda, no se observó el mismo comportamiento; aquí, fue el grupo 3 el de mayor incidencia. Para la varianza nuevamente el grupo 4 presentó una mayor participación en sus cifras. En este mismo sentido se pudo observar que el grupo 3 en cuanto a cifras que relacionaron a los tres aspectos calificados (media – moda – varianza), fue el que más sobresalió.

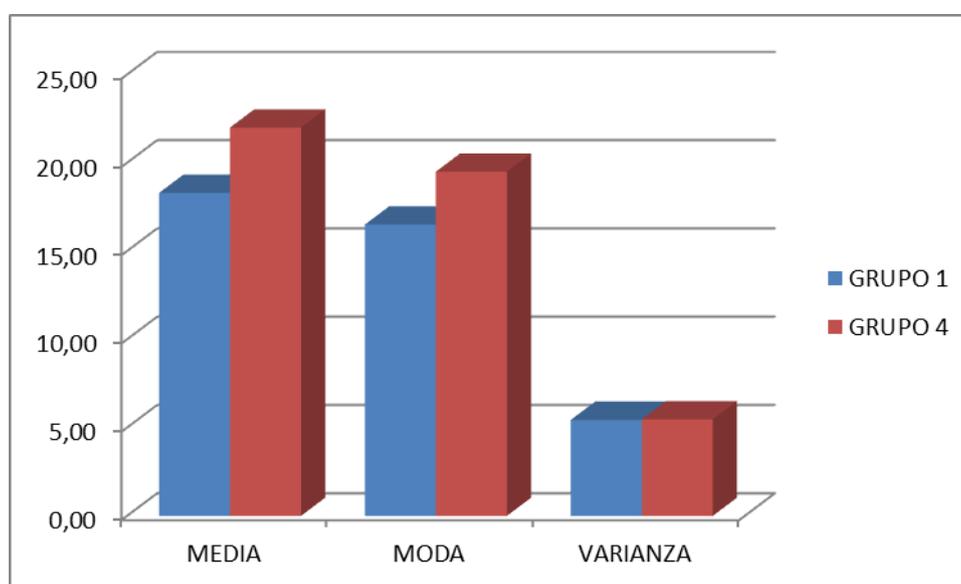


Gráfico 3 Grupos desmineralizados sin pretratamiento
Fuente propia

En el gráfico que antecede se observó la comparación entre los grupos 1 y 4 que basaron su protocolo de cementación solo en la desmineralización ácida a diferentes tiempos, sin ningún agente antiséptico como pretratamiento; los resultados del gráfico revelaron que el grupo 4 presentó valores significativamente más altos en lo que respecta a su media y su moda, y finalmente la varianza es homogénea en los dos grupos. Estos datos revelaron que el grupo 4 predomina sobre el grupo 1.

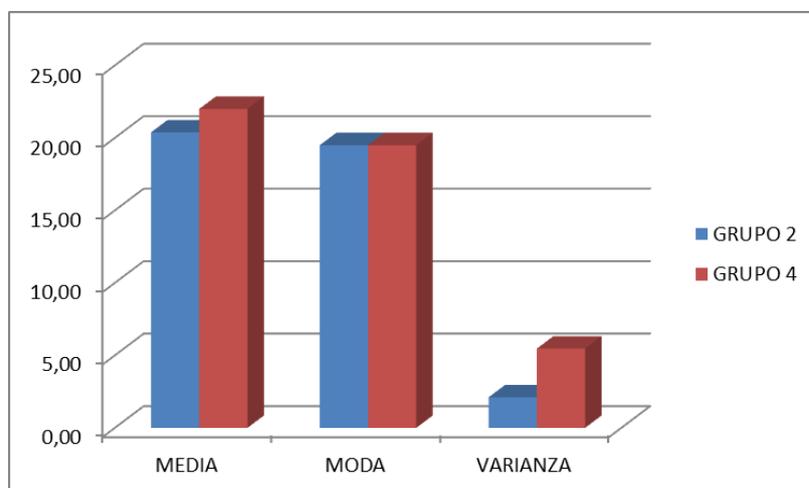


Gráfico 4 Grupos desmineralizados tratados con hipoclorito
Fuente propia

El gráfico 4 relaciona los grupos en los que además de variar su tiempo de desmineralización ácida se utilizó hipoclorito de sodio como agente antimicrobiano en el pretratamiento; los resultados obtenidos revelaron que el grupo 4 presentó una media más alta en relación al grupo 2, pero la varianza o dispersión de los datos en relación a la media mostraron que el grupo 4 presentó unos valores significativamente elevados, por lo que se expone al grupo 2 como el más adecuado en este análisis estadístico teniendo en cuenta que sus modas son iguales.

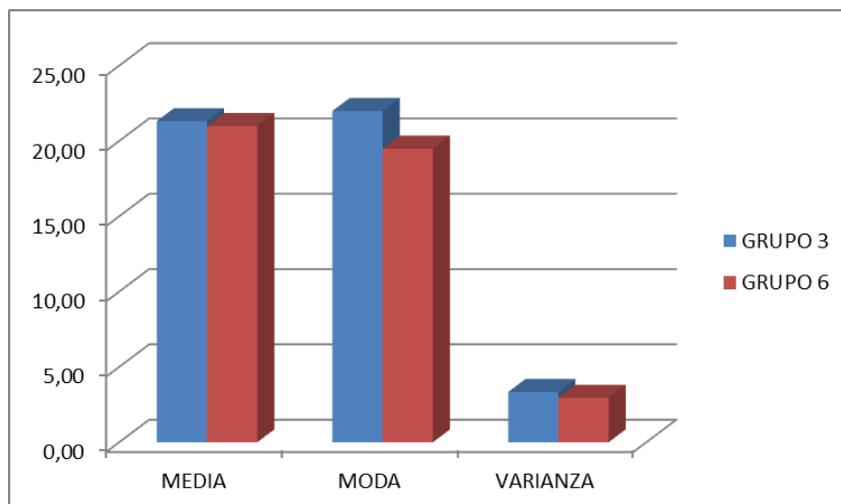


Gráfico 5 Grupos desmineralizados tratados con clorhexidina
Fuente propia

En el gráfico que precede se realizó el análisis entre los grupos que a más de la desmineralización ácida, utilizaron clorhexidina como agente antimicrobiano en el pretratamiento; esta estadística gráfica reveló que los valores de media y moda del grupo 3 fueron más elevados que el grupo 6, y lo que interpreta la varianza expuso una diferencia no significativa. En base a esto se manifestó que el grupo 3 es el de mejores resultados.

10. DISCUSIÓN

El ortodoncista contemporáneo continúa con la búsqueda de adhesivos ideales que permitan generar fuerzas de adhesión lo suficientemente enérgicas para soportar las cargas masticatorias y mecánicas; teniendo en cuenta que estos materiales no deben poner en peligro la integridad de la estructura dentaria al momento de retirarlos. (Marques, A; Junqueira, T; Smith, P; Rebello, M; Melo, M; Akaki, E; Oliveira, D, 2013).

Al hablar de adhesión sobre el esmalte dental debemos considerar aquella película adquirida denominada placa dentobacteriana, la misma que es una membrana delgada formada por proteínas sobre la que se depositan bacterias y forman una biopelícula. (Barret, 1917). Estudios recientes sustentan que la eliminación de estas sustancias orgánicas por medio de la desproteización del esmalte, como un procedimiento previo al acondicionamiento ácido, aumentan la resistencia porque predomina el patrón de grabado tipo I y II. (Justus, R; Cubero, T; Ondarza, R; Morales, F, 2010) .

Investigaciones actuales revelan que este tipo de patrón de grabado ácido es más favorable para una mayor adhesión porque presenta áreas retentivas de mayor tamaño y profundidad. (Espinosa, R; Valencia, R; Rabelero, M; Ceja, I, 2014)

De esta manera el tema de la desproteización del esmalte en la actualidad es un tema de total interés que ha generado diversos estudios con el propósito de obtener elementos coadyuvantes, que permitan generar una adhesión duradera y resistente entre la interfase esmalte dental – adhesivo. Es así que analizaremos los estudios de desproteización del esmalte relacionado con las soluciones de hipoclorito de sodio y clorhexidina para poder comparar con los datos obtenidos del presente estudio.

Espinosa y colaboradores en el 2008 realizaron un estudio en 10 primeros y segundos molares permanentes inferiores, en el que incluyeron el hipoclorito de sodio al 5,25% como solución antiséptica previo a la desmineralización del esmalte aplicados durante 30 y 60 segundos, teniendo un grupo control concluyeron que la desproteización del esmalte con hipoclorito de sodio al 5,25% durante 1 minuto previo al acondicionamiento ácido aumentan la superficie de grabado y mejoran la calidad de los patrones. Además menciona que el hipoclorito de sodio permite eliminar una mayor cantidad de sustancia orgánica del esmalte y de la película bacteriana, generando un mejor acondicionamiento ácido. (Espinosa, R; Valencia, R; Uribe, M; Ceja, I; Saadia, M, 2008)

Junqueira y colaboradores en el 2012 realizaron un estudio con 100 premolares extraídos por motivos ortodóncicos, para comprobar la eficacia del hipoclorito en la desproteización del esmalte y conseguir una mejor adhesión. Utilizaron como adhesivo ionomeros convencionales e ionomeros modificados con resina llegando a la conclusión de que aumentó la resistencia pero esta no fue estadísticamente significativa al compararla con los grupos no tratados. (Junqueira, T; Correa, W; Melo, M; Quiroga, B; Motohoiro, O; Oliveira, D, 2012)

Ahuja y colaboradores en el 2010, Harleen y colaboradores en el 2011 realizaron estudios para determinar las características del esmalte y la resistencia al cizallamiento, utilizando como tratamiento previo al acondicionamiento ácido, la solución de hipoclorito de sodio al 5,25%; y concluyeron que el ácido ortofosfórico sigue siendo el material de elección como pretratamiento eficaz y que no existe un aumento significativo a la resistencia de cizallamiento. (Ahuja, B; Yeluri, R; Baliga, M; Munshi, AK, 2010) (Harleen, N; Ramakrishna, Y; Munshi, AK, 2011).

Dentro de los estudios relacionados con la clorhexidina podemos exponer el estudio realizado por Catalbas y colaboradores en el 2009, en donde utilizaron 44 premolares extraídos divididos en 4 grupos de estudio, en el que probaron la clorhexidina en diferentes presentaciones y concentraciones como enjuague bucal al 0.2%, gel al 1% y solución al 2%. Los autores concluyeron que en relación a la ocupación de la clorhexidina en enjuague bucal no presenta diferencia significativa en la fuerza de cizallamiento con el grupo control. Las otras dos presentaciones afectan significativamente la resistencia a la fuerza de cizallamiento. (Catalbas, B; Ercan, E; Erdemir, A; Erhan, I; Orcun, Y, 2009)

Frey y colaboradores en el 2012 realizaron un estudio con clorhexidina en una muestra de 90 dientes bovinos en el que se valoró diferentes protocolos de administración de clorhexidina y las concentraciones de clorhexidina previas al cementado de brackets; en donde concluyeron: que la presencia de barniz de clorhexidina antes de la cementación afecta adversamente la adhesión. Además mencionaron que la concentración de clorhexidina pretratamiento no afecta la resistencia al cizallamiento. (Frey, Yetkiner, Stawarczyk, Attin, & Attin, 2012)

En lo referente al acondicionamiento ácido Flores y colaboradores en el 2009, realizaron un análisis del grabado dental con microscopio metalográfico en 25 dientes humanos con ácido ortofosfórico a diferentes concentraciones y variando los tiempos de exposición y concluyeron: que concentraciones entre 35% y 50% y tiempo de exposición entre 15 y 45 segundos son los rangos donde se encuentran las condiciones clínicas favorables de la superficie dental para recibir el adhesivo. (Flores, C; Martínez, J; Palma, M; Yañez, J, 2009)

En base al análisis de los estudios realizados y los resultados obtenidos en este estudio, podemos afirmar que los agentes antisépticos presentan un alto grado de eficacia para la desproteinización de la superficie del esmalte lo que permite un mejor y mayor grabado ácido, generando un predominio de patrones tipo I y II, siendo estos los más adecuados para la adhesión y mayor penetración de resina en la superficie del esmalte.

11. CONCLUSIONES

- Mediante el análisis de Bonferroni se pudo concluir que el cementado de brackets con una desmineralización con ácido ortofosfórico al 37% durante 45 segundos, es el de peores resultados.
- El pretratamiento con clorhexidina al 0.12% como agente antimicrobiano y una desmineralización con ácido ortofosfórico al 37% durante 45 segundos, es el que presentó una mayor penetración de resina en el esmalte dental.
- La clorhexidina al 0.12% es el agente antiséptico más efectivo en comparación con el hipoclorito de sodio al 5%.
- El tiempo de acondicionamiento ácido, que presentó una mejor adhesión por una mayor penetración de resina en el esmalte, es el de 30 segundos.
- Al comparar los grupos pretratados con hipoclorito de sodio al 5% como agente antiséptico, el que mejor penetración de resina en el esmalte obtuvo es el que se desmineralizó durante 45 segundos con ácido ortofosfórico al 37%.
- Al comparar los grupos pretratados con clorhexidina al 0.12% como agente antiséptico, el que mejor penetración de resina en el esmalte obtuvo es el que se desmineralizó durante 45 segundos con ácido ortofosfórico al 37%.

12. RECOMENDACIONES

- Se recomienda normarse como protocolo de cementación de brackets la utilización de clorhexidina al 0,12% como pretratamiento del esmalte durante 1 minuto y posteriormente un acondicionamiento ácido de 45 segundos.
- Se recomienda no realizar una desmineralización ácida de 45 segundos, si no existe pretratamiento porque disminuye el grabado del esmalte y la penetración de resina en el esmalte dental.
- Se recomienda realizar estudios con la posibilidad de incluir medios de contraste que permitan una visualización más clara y no genere errores de interpretación.
- Se recomienda realizar estudios con las soluciones antimicrobianas, hipoclorito de sodio y clorhexidina en diferentes concentraciones, para determinar comparaciones con estudios similares.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abramovich, A. (1999). *Histología y embriología dental 2da. edición*. Argentina: Médica panamericana.
- Ahuja, B; Yeluri, R; Baliga, M; Munshi, AK. (2010). Enamel deproteinization before acid etching - a scanning electron microscopic observation. *Clinical Pediatric dentistry*, 35(2), 169 - 172.
- Amano, Y; Díaz, L. (2012). *Introducción a la microscopía electrónica: Principios y Aplicaciones 2da edición*. Guayaquil: Instituto nacional de higiene y medicina tropical.
- Anusavice, K. (2004). *Phillips ciencia de los materiales dentales*. Barcelona: Elsevier.
- Astorga, C; Bader, M; Baeza, R; Ehrmantraut, M; Ribera, C; Vergara, J. (2004). *Texto de biomateriales odontológicos 1ra edición*. Chile: Facultad de odontología universidad de Chile.
- Avery, J; Chiego, D. (2007). *Principios de histología y embriología bucal con orientación clínica 3ra edición*. España: Mosby Elsevier.
- Barret, M. (1917). *The Dakin carrel antiseptic solution*. Dent Cosmos.
- Caballero, AM; Bincos, CA; Fernandez, JA; Rivera, JR; Tanaka, EM. (2011). Comparación de la fuerza de adhesión y el tipo de falla entre dos cementos de resina para ortodoncia. *Univ Odontol*, 31 - 39.
- Canut, J. (2000). *Ortodoncia clínica y terapéutica 2da edición*. Masson.
- Catalbas, B; Ercan, E; Erdemir, A; Erhan, I; Orcun, Y. (2009). Effects of different chlorhexidine formulations on shear bond strengths of orthodontic brackets. *the Angle Orthodontist*, 79(2).
- Davis, W. (1988). "Esmalte". *En Histología y embriología bucal*. México: Interamericana McGraw - Hill.
- Eisenmann, D. (1986). "Estructura del esmalte". *En histología oral, desarrollo estructura y función 2da. edición*. Madrid: Médica panamericana.
- Espinosa, R; Valencia, R; Rabelero, M; Ceja, I. (2014). Resistencia al desprendimiento de la resina al esmalte desproteinizado y grabado; estudio de microtensión. *Operatoria dental y biomateriales*, 1 - 6.
- Espinosa, R; Valencia, R; Uribe, M; Ceja, I; Saadia, M. (2008). Enamel deproteinization and its effect on acid etching: an in vitro study. *Clinical Pediatric Dentistry*, 33(1), 13 - 19.

- Flores, C; Martínez, J; Palma, M; Yañez, J. (2009). Análisis del grabado dental utilizando el microscopio metalográfico y el software analysis. *Información tecnológica*, 20(2), 13 - 18.
- Frey, C., Yetkiner, E., Stawarczyk, B., Attin, T., & Attin, R. (2012). Effects of different chlorhexidine pretreatments on adhesion of metal brackets in vitro. *Head and Face Medicine*, 8(36), 1 - 5.
- Gómez de Ferraris, M; Campos, A. (2009). *Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental 3ra edición*. México: Médica Panamericana.
- Hargreaves, K; Cohen, S. (2011). *Vías de la pulpa 10ma edición*. España: Elsevier.
- Harleen, N; Ramakrishna, Y; Munshi, AK. (2011). Enamel deproteinization before acid etching and its effect on the shear bond strength - an in vitro study. *Clinical Pediatric Dentistry*, 36(1), 19 - 24.
- Junqueira, T; Correa, W; Melo, M; Quiroga, B; Motohoiro, O; Oliveira, D. (2012). Effects of enamel deproteinization on bracket bonding with conventional and resin modified glass ionomer cements. *European journal of Orthodontics Advance*, 1 - 5.
- Justus, R; Cubero, T; Ondarza, R; Morales, F. (2010). A new technique with sodium hypochlorite to increase bracket shear bond strength of fluoride-releasing resin-modified glass ionomer cements: comparing shear bond strength of two adhesive systems with enamel surface deproteinization before etching. *Seminars in Orthodontics*, 16(1), 66 - 75.
- Macchi, R. (2013). *Materiales dentales 4ta edición*. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Marques, A; Junqueira, T; Smith, P; Rebello, M; Melo, M; Akaki, E; Oliveira, D. (2013). Consequences of enamel preparation with sodium hypochlorite, polyacrylic and phosphoric acids for the bonding of brackets with resin modified glass ionomer cements. *Materials Research*, 6(6).
- McCabe, J. (1998). *Adhesión: materiales de aplicación dental*. Barcelona: Salvat.
- Nanda, R; Kapila, S. (2011). *Terapias actuales en ortodoncia*. Amolca.
- Proffit, W. (1986). *Contemporary orthodontics 1ra edición*. St Lois: Mosby.
- Roberson, T; Heymann, H; Swift, E. (2007). *Arte y ciencia de la odontología conservadora 5ta edición*. España: Elsevier.
- Silverstone, LM; Saxton, CA; Dogon, IL. (1975). Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Research*, 373 - 387.

Soares, I; Goldberg, F. (2012). *Endodoncia técnica y fundamentos 2da edición*. Buenos Aires: Médica panamericana.

Staley, R; Reske, N. (2012). *Fundamentos en ortodoncia - diagnóstico y tratamiento*. Amolca.

Toledano, M; Osorio, R; Sánchez, F; Osorio, E. (2009). *Arte y ciencia de los materiales odontológicos*. Barcelona: Avances médico dentales.

Tripathi, K. (2011). *Farmacología en odontología: fundamentos*. Buenos Aires: Médica panamericana.

Uribe, G. (2010). *Fundamentos de odontología. Ortodoncia: teórica y clínica 2da edición*. Colombia: Corporación para investigaciones biológicas.

14. ANEXOS

14.1 Aprobación del comité de bioética.

Aprobación Protocolo 2015-015PG
Marzo 03, 2015



Comité de Bioética. Universidad San Francisco de
El Comité de Revisión Institucional de la USFQ
The Institutional Review Board of the USFQ

Aprobación MSP, Oficio No. MSP-SDM-10-2013-1019-O, Mayo 9, 2013

Quito, Marzo 03 de 2015

Señor
Pedro Serrano
Investigador Principal
UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO
Ciudad

De mi mejor consideración:

Por medio de la presente, el Comité de Bioética de la Universidad San Francisco de Quito se complace en informarle que su estudio de investigación **“Estudio in vitro con microscopio electrónico de la interface esmalte dental - adhesivo utilizando resina Transbond XT combinados con hipoclorito de sodio y clorhexidina como agentes eliminadores de placa bacteriana previo al protocolo de cementación de brackets”**, ha sido aprobado el día de hoy como un estudio exento por no tratar con sujetos humanos.

El investigador principal de este estudio ha dado contestación a todas las dudas y realizado todas las modificaciones que este Comité ha solicitado en varias revisiones. Los documentos que se aprueban y que sustentan este estudio es la version #1 de febrero 26 de 2015, que incluyen:

- Solicitud de revisión y aprobación de un estudio de investigación, 6 páginas;
- Solicitud de NO consentimiento informado por escrito, 2 páginas;

Esta aprobación tiene una duración de **un año (365 días)** transcurrido el cual se deberá solicitar una extensión si fuere necesario. En toda correspondencia con el Comité de Bioética favor referirse al siguiente código de aprobación: **2015-015PG**. El Comité estará dispuesto a lo largo de la implementación del estudio a responder cualquier inquietud que pudiere surgir tanto de los participantes como de los investigadores.

Favor tomar nota de los siguientes puntos relacionados con las responsabilidades del investigador para este Comité:

1. El Comité no se responsabiliza por los efectos de eventos adversos que pudieran ser consecuencia de su estudio, los cuales son de entera responsabilidad del investigador principal. Sin embargo, es requisito informar a este Comité sobre cualquier novedad, especialmente eventos adversos, dentro de las siguientes 24 horas, explicando las medidas se tomaron para enfrentar y/o manejar el mencionado evento adverso.

Casilla Postal 17-12-841, Quito, Ecuador
comitebioetica@usfq.edu.ec
PBX (593-2) 297-1700 ext 1149



14.2 Aceptación del INSPI



Quito, 06 de Marzo de 2015

Sr. Ing.
Santiago Apunte Castillo
 DIRECTOR EJECUTIVO DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION EN SALUD PÚBLICA
 (INSPI)

De mi consideración:

Reciba atento saludo. Teniendo conocimiento que el Laboratorio de Microscopía Electrónica a través de la Mgs. Linda Díaz Cevallos y del Ph.D. Yasuji Amano, colaboran en Tesis de Educación Superior, a nivel Nacional.

Solicito gentilmente se permita que el Odontólogo Pedro Serrano, egresado del postgrado de Ortodoncia de la Universidad San Francisco de Quito, realice su estudio por medio de la utilización del microscopio electrónico y un medio de contraste., en la Institución que Ud., acertadamente dirige.

El estudio se basará en 60 premolares extraídos por motivos ortodóncicos en los cuales procederemos al cementado de brackets con diferentes protocolos de adhesión (cortados por la mitad en sentido longitudinal total 120 segmentos de dientes) y así determinar cuál de estos métodos por medio del microscopio proporciona la mejor adhesión en la interface esmalte dental resina.

Por la atención que se sirva dar a la presente, le agradezco anticipadamente.

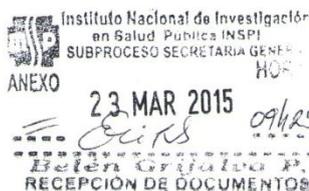
Atentamente,

Dr. Fernando Sandoval
 Decano
 Escuela de Odontología
 Universidad San Francisco de Quito

Dra. María Dolores Villacres
 Directora de Tesis

PEDRO SERRANO

Odont. Pedro José Serrano Correa
 Investigación



Campus USFQ Cumbayá,
 Pampite No. 2 y Diego de Robles
 Telfs.: (593-2) 297-1945 / 46 / 47 / 48
 Fax: (593-2) 289-5479