



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Ciencias de la Salud - Odontología**

**Evaluación del sistema de pulido con instrumentos de alta y baja velocidad para determinar qué tipo de fresa otorga un mejor pulido y causa menor agresión al espesor del esmalte dental al momento de retirar la resina residual del bracket después del tratamiento ortodóntico**

**Carolina Brito Nasimba**

**Diego Carrillo, Dr., Director de Tesis**

Tesis de Grado presentada como requisito para la obtención del título de

Odontóloga

Quito, diciembre 2014

**Universidad San Francisco de Quito  
Colegio de Ciencias de la Salud – Odontología**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**Evaluación del sistema de pulido con instrumentos de alta y baja  
velocidad para determinar qué tipo de fresa otorga un mejor  
pulido y causa menor agresión al espesor del esmalte dental al  
momento de retirar la resina residual del bracket después del  
tratamiento ortodóntico**

**Carolina Brito Nasimba**

Diego Carrillo, Dr.  
Director de Tesis

.....

Cristina Oliveira, Dra.  
Miembro del Comité de Tesis

.....

Eduardo Acevedo, Dr.  
Miembro del Comité de Tesis

.....

Ana Beatriz Álvarez, Dra.  
Miembro del Comité de Tesis

.....

Fernando Sandoval V., Dr.  
Decano del Colegio de  
Odontología

.....

Quito, diciembre 2014

© 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: Vanessa Carolina Brito Nasimba

C. I: 1003147889

Fecha: Quito, diciembre 2014

## **AGRADECIMIENTO:**

“Se alcanza el éxito convirtiendo cada paso en una meta y cada meta en un paso” –Cortez-

Agradezco a Dios por bendecirme a diario, por no dejarme sola y porque siempre me ha dado la fuerza y valentía para continuar. A mis padres Álvaro y Verónica y a mis hermanos Javi, Mishu y Pancho por ser mi mayor soporte, mi motivo y mi inspiración para seguir adelante. Quiero agradecer a mis profesores quienes impartieron sus conocimientos y fueron mis amigos a lo largo de estos cinco años, gracias por toda su ayuda en especial a mis tutores Dr. Diego Carrillo y Dra. Johanna Monar. Agradezco a mis amigas y compañeros por ayudarme siempre y compartir momentos únicos con experiencias inolvidables y a todos quienes trabajan en la clínica odontológica de la USFQ gracias por brindarme su apoyo incondicional y ser parte de mí día a día a lo largo de este camino. Además, quiero agradecer a dos personas muy importantes y especiales para mí Paito y Jaimito gracias por estar conmigo en todo momento, gracias por su apoyo, preocupación, ayuda y por sus palabras de aliento sé que sienten la misma alegría que en este día estoy sintiendo.

**DEDICATORIA:**

A mis padres y hermanos quienes son mi razón de ser, mi mayor soporte y mi apoyo constante. Les dedico este logro ya que depositaron su confianza en mí y me motivaron a diario para seguir adelante. A mis amigos quienes me brindaron su cariño y ayuda incondicional a lo largo de estos cinco años y me dieron esa fuerza que siempre me mantuvo firme para continuar; y a todos quienes han sido parte de este proceso.

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio es evaluar in vitro mediante microscopia electrónica de barrido el espesor del esmalte después de realizar el pulido de la resina residual al momento de retirar los brackets y así determinar qué tipo de fresa causa menos daño a la superficie del esmalte.

Se analizaron 67 premolares superiores e inferiores de humanos que hayan sido extraídos por motivos ortodónticos y se comparó cinco tipos de fresas como son: fresa de diamante de grano fino, fresa de diamante de grano grueso, piedra de Arkansas, fresa de carburo tungsteno y fresa de fibra de vidrio, las mismas que fueron utilizadas con instrumentos de baja y alta velocidad al momento de realizar el protocolo de pulido para eliminación de la resina residual después del tratamiento de ortodoncia. Una vez que se obtuvo las muestras, el método de análisis fue realizado mediante cortes en el microscopio electrónico de barrido para evaluar el espesor del esmalte. Mediante las microfotografías del esmalte obtenidas se observó el tipo de desgaste que causa cada fresa en la superficie del esmalte y también se apreció que las fresas empleadas en instrumentos de alta velocidad causaron mayor agresión en comparación a las fresas empleadas en instrumentos de baja velocidad. Se llegó a la conclusión que la fresa de diamante grano grueso es la que mayor desgaste causó y la fresa que menor desgaste causó fue la fresa de fibra de vidrio con la cual se obtuvo un pulido más conservador.

### **PALABRAS CLAVE:**

Microscopia electrónica, pulido, esmalte, desgaste, fresas.

## ABSTRACT

The aim of the present study is to evaluate the thickness of the tooth enamel by means of the scanning electron microscopy after polishing the residual resin when the braces are removed and then determining what type of bur causes less damage to the enamel's surface.

67 superior and inferior human premolars that had been extracted by orthodontic means were analyzed and the five types of burs that were compared are as follows: fine-grained diamond bur, thick-grained diamond bur, Arkansas stone, tungsten carbide bur, and fiberglass bur. These burs were used with high and low velocity instruments at the moment the polishing protocol was implemented to eliminate residual resin after the orthodontic treatment. Once the samples were obtained, the method of analysis was performed through the scanning electron microscope in incisions in the teeth to evaluate the thickness of the enamel. By means of microphotography of the enamel obtained, the type of wear that each bur causes on the surface of the enamel was observed. It was also perceived that the burs used in instruments of high velocity caused more damage in comparison to the burs used in instruments of low velocity. In conclusion, the thick-grained diamond bur is the one that caused the most wear and the bur that caused the least damage is the fiberglass one, with which a better preserved polish was acquired.

**KEY WORDS:** Electron microscopy, polish, enamel, wear, burs.



## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN:.....	7
ABSTRACT: .....	8
ÍNDICE DE TABLAS: .....	12
INDICE DE FIGURAS: .....	13
1.INTRODUCCIÓN: .....	14
2.JUSTIFICACIÓN: .....	16
3.OBJETIVOS: .....	16
4.HIPÓTESIS:.....	18
5.MARCO TEÓRICO:.....	18
CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL ESMALTE	
1.1 HISTOLOGÍA:.....	18
1.2 PROPIEDADES FÍSICAS:.....	19
1. ESPESOR:.....	19
2. DUREZA:.....	19
3. COLORACIÓN:.....	20
4. ELASTICIDAD, TRANSLUCIDEZ Y PERMEABILIDAD:.....	20
1.3 PROPIEDADES QUÍMICAS:.....	21
1.2 ESTRUCTURA DEL ESMALTE: .....	21

## CAPÍTULO 2: ADHESIÓN DIRECTA DE BRACKETS EN ORTODONCIA

### 2.1 BRACKETS, TIPO DE BRACKETS Y SELECCIÓN DE LAS BASES DE LOS

BRACKETS: ..... 23

2.2 SELECCIÓN DEL ADHESIVO: ..... 25

2.2-1 CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN ADHESIVO: ..... 26

2.2-2 TIPOS DE ADHESIVOS: ..... 27

## CAPITULO 3: ACONDICIONAMIENTO PARA LA CEMENTACIÓN DE BRACKETS

3.1 PREPARACIÓN INICIAL DEL ESMALTE: ..... 28

3.2 AISLAMIENTO DEL CAMPO: ..... 29

3.3 ACONDICIONAMIENTO ÁCIDO: ..... 29

3.4 APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ÁCIDA SOBRE EL ESMALTE: ..... 30

3.5 REMOCIÓN DE LA SOLUCIÓN ÁCIDA Y SECADO: ..... 32

3.6 ADHESIÓN DEL BRACKET: ..... 32

3.7 DECEMENTACIÓN DE LOS BRACKETS: ..... 34

3.8 RECUPERACIÓN DEL ESMALTE: ..... 36

## CAPITULO 4: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO CON DIFERENTES

TIPOS DE FRESA

4.1 PULIDO: DEFINICIÓN: .....	37
4.2 FRESAS Y TIPO DE FRESAS: .....	40
6.MATERIALES Y MÉTODOS	
TIPO DE ESTUDIO: .....	44
MUESTRA:.....	44
Criterios de inclusión: .....	44
Criterios de Exclusión: .....	45
7. MATERIALES: .....	45
8. PROCEDIMIENTO: .....	46
9.RESULTADOS: .....	48
ANÁLISIS CUALITATIVO: .....	48
ANÁLISIS ESTADISTICO:.....	77
10. <u>DISCUSIÓN</u> : .....	91
11.CONCLUSIONES: .....	94
12. RECOMENDACIONES: .....	95
13. BIBLIOGRAFÍA: .....	97
ANEXOS	
ANEXO 1:.....	101
Carta de Aceptación Comité de Bioética.....	101

## Anexo 2

Carta de no aplicación de consentimiento informado con sello del Comité de Bioética

USFQ..... 103

### ÍNDICE DE TABLAS:

Table 1 Tipos de fresas.....	46
Table 2 Espesor del esmalte del grupo A.....	77
Table 3 Espesor del esmalte del grupo B.....	77
Table 4 Espesor del esmalte del grupo C.....	77
Table 5 Espesor del esmalte del grupo D.....	78
Table 6 Espesor del esmalte del grupo E.....	78
Table 7 Espesor del esmalte del grupo F.....	78
Table 8 Espesor del esmalte del grupo G.....	79
Table 9. Espesor del esmalte del grupo H.....	79
Table 10 Espesor del esmalte del grupo I.....	79
Table 11 Comparación de varianzas de los grupos experimentales.....	82
Table 12 Análisis de varianza.....	83
Table 13 Test de Bonferroni.....	87
Table 14 Orden de fresas según el desgaste.....	88
Table 15 Comparación de los tipos de fresa según el desgaste.....	91

**INDICE DE FIGURAS:**

Figure 1 Varianza de los grupos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	0
Figure 2 Desviaciones estándar de los grupos .....		81
Figure 3 Mediana de los grupos experimentales .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	3
Figure 4 Mediana de los grupos de alta velocidad .....		84
Figure 5 Mediana de los grupos de baja velocidad .....		85

## 1. INTRODUCCIÓN:

La ortodoncia es una especialidad dentro de la odontología que se encarga del estudio del crecimiento de las estructuras cráneo-faciales y del tratamiento de las posibles desviaciones o anomalías que pueden suscitarse durante el mismo. Además, la ortodoncia también abarca el estudio de la armonía y relación existente entre las arcadas dentales, los músculos y las bases óseas; al igual que la posición de los dientes, las maloclusiones y los diferentes factores que pueden intervenir para lograr una mejor función del sistema estomatognático y a su vez mejorar la estética del paciente (Salvador, 2011).

Existen varios tipos de tratamientos de ortodoncia como son: ortodoncia preventiva, interceptiva y correctiva. La primera se realiza cuando el tratamiento tiene como objetivo prevenir la maloclusión y se puede hacer mediante la colocación de mantenedores de espacio. La ortodoncia interceptiva, se relaciona más con la corrección y eliminación de los malos hábitos como por ejemplo el uso de una rejilla lingual que impida el mal hábito de interposición lingual. Y la ortodoncia correctiva, está dirigida a modificar la maloclusión que se ha presentado por algún tiempo (Lugo y Toyo, 2011).

En esta disciplina, cuando el paciente llega a la consulta, se ejecuta el diagnóstico utilizando varios exámenes complementarios como son: la radiografía panorámica y lateral del cráneo, los modelos de estudio, tomografía axial computarizada (TAC), etc.; se analiza el caso de cada paciente y se realiza un plan de tratamiento. Cuando se ha determinado que el paciente va a utilizar brackets como un tipo de tratamiento con aparatología fija; en primer lugar, se realiza la cementación de los mismos, y en este proceso, es importante preparar los dientes para que el bracket se pueda adherir de la mejor manera. Por tal razón, la mayoría de ortodoncistas siempre realizan una profilaxis antes de cementar los brackets para eliminar la placa bacteriana. Después se prosigue con el protocolo de cementación que consiste en realizar el grabado ácido del diente, lavar y secar, colocar el adhesivo y la

resina en el bracket y fotopolimerizar. Es de suma importancia la alineación que presente el bracket en el diente ya que de eso va a depender el movimiento del mismo. A continuación, se colocan los arcos y módulos de acuerdo a las necesidades de cada paciente y se realizan controles cada cierto tiempo para activar o inactivar fuerzas que están relacionadas con el movimiento dentario (Ustrell y Duran, 2002).

En odontología, es importante tener claro la definición de adhesión y de técnica adhesiva. La palabra adhesión se define como la unión entre dos sustancias distintas, mientras que la técnica adhesiva es el método mediante el cual se logra una unión adhesiva entre el esmalte y los materiales de resina empleando el uso de sistemas adhesivos. El esmalte es un tejido altamente mineralizado, es decir, que tiene un gran porcentaje de materia inorgánica y un menor porcentaje de matriz orgánica. Para iniciar el proceso de adhesión del esmalte es importante realizar el grabado ácido, debido a que esto nos ayuda a crear microporosidades y zonas retentivas y de esta manera tener una adhesión correcta de la resina en el esmalte (Flury, 2012).

Una vez finalizado el tratamiento de ortodoncia y luego del proceso de decementación, es importante realizar el pulido de la estructura dental para eliminar la resina residual. El pulido es el procedimiento que se realiza para eliminar irregularidades, dejar lisa y dar brillo a una superficie. Se lo realiza con instrumentos abrasivos que desgastan la superficie mediante un mecanismo de fricción. Para lograr un buen pulido, se debe tener en cuenta la concentración, el tamaño y el tipo de partículas abrasivas que influyen en la eficacia de corte y en la rugosidad relativa de las superficies abrasionadas. Este procedimiento tiene algunos beneficios que favorecen a una buena salud oral ya que las superficies pulidas impiden la acumulación de placa bacteriana y a la vez ayuda a tener superficies funcionales y estéticas (Anusavice, 2004).

De igual manera, es importante conocer que al realizar un pulido excesivo que desgasta demasiado la superficie del esmalte, el paciente puede empezar a sentir molestias como la sensibilidad dentaria. Esto ocurre debido a que el esmalte es una capa de tejido duro mineralizado que protege al diente contra los diferentes estímulos del medio externo y si se lo elimina demasiado, la dentina se torna más susceptible al ataque ácido generado por las bacterias y esto favorece a que el paciente sea más propenso a la formación de caries (Gómez De Ferráris, 2002).

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Este trabajo de investigación es importante porque ayuda a conocer de mejor manera que instrumentos son los más adecuados al momento de realizar el pulido de la resina adherida al esmalte. Además, el saber que fresa causa menos agresión a la superficie del esmalte es útil porque permite a los profesionales realizar un procedimiento más conservador al evitar desgastes excesivos, ayuda a ejecutar un mejor protocolo de pulido y de esa manera proporcionar una mejor atención al paciente porque se logra devolver la función y garantizar una buena estética.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 GENERAL:**

Evaluar in vitro mediante Microscopia Electrónica de barrido JEOL (JSM-5310) el espesor del esmalte después de realizar el pulido de la resina residual al momento de retirar los brackets para determinar qué tipo de fresa de baja y alta velocidad causa menos daño a la superficie del esmalte.



### 3.2 ESPECÍFICOS:

- ✓ Analizar-Investigar mediante Microscopia Electrónica de barrido JEOL (JSM-5310): el desgaste que causan las fresas de diamante grano grueso en el esmalte del diente durante el pulido de la resina residual después de retirar los brackets utilizando instrumentos de baja y alta velocidad.
  
- ✓ Analizar-Investigar mediante Microscopia Electrónica de barrido JEOL (JSM-5310): el desgaste que causan las fresas de diamante grano fino en el esmalte del diente durante el pulido de la resina residual después de retirar los brackets utilizando instrumentos de baja y alta velocidad.
  
- ✓ Analizar-Investigar mediante Microscopia Electrónica de barrido JEOL (JSM-5310): el desgaste que causan la piedra de Arkansas en el esmalte del diente durante el pulido de la resina residual después de retirar los brackets utilizando instrumentos de baja y alta velocidad.
  
- ✓ Analizar-Investigar mediante Microscopia Electrónica de barrido JEOL (JSM-5310): el desgaste que causan las fresas de carburo tungsteno en el esmalte del diente durante el pulido de la resina residual después de retirar los brackets utilizando instrumentos de baja y alta velocidad.

- ✓ Analizar-Investigar mediante Microscopia Electrónica de barrido JEOL (JSM-5310): el desgaste que causan las fresas de fibra de vidrio en el esmalte del diente durante el pulido de la resina residual después de retirar los brackets utilizando instrumentos de baja y alta velocidad.

#### **4. HIPÓTESIS**

Las fresas de carburo tungsteno son las más indicadas para la remoción de la resina residual al terminar el tratamiento de ortodoncia después de observar la superficie del esmalte con un microscopio electrónico de barrido, esta fresa es la que menos raya al esmalte y al medir el espesor del mismo es la que menos desgaste causa.

#### **5. MARCO TEÓRICO**

##### **CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL ESMALTE**

###### **1.1-1. HISTOLOGÍA**

El esmalte es un tejido derivado del ectodermo, que reviste a la dentina y a la corona de los dientes. El esmalte se forma por síntesis y secreción mineral y enzimática de los ameloblastos, que promueven un medio acuoso y de esa manera se forman los cristales de hidroxiapatita. Los ameloblastos son las células que recubren al diente, y los mismos desaparecen una vez que el diente erupciona, esta es la razón por la cual el esmalte no se repara (Gómez De Ferráris, 2002).

## **1.1-2 PROPIEDADES FÍSICAS**

### **1. ESPESOR**

El espesor del esmalte es la distancia entre su superficie libre y el límite amelodentinario. El esmalte dental presenta un espesor variable dependiendo del diente y de la parte del diente que se esté refiriendo. De ahí que, a nivel de las cúspides de los molares y premolares el espesor del esmalte es de aproximadamente 2.5-3 mm; en los bordes incisales de los incisivos el espesor es de 2mm y en los caninos es de 2.5mm; a nivel de los surcos el espesor es de 1mm y en la zona cervical el espesor disminuye ya que es de 0.5mm. El espesor del esmalte de la cara vestibular de los dientes es variable y puede ser entre 5 y 150 micrómetros (Abramovich, 1999).

### **2. DUREZA**

La dureza se define como la resistencia superficial de una sustancia a ser rayada o a sufrir deformaciones. El esmalte dental tiene un alto contenido de sales minerales y cristales de calcio, razón por la cual es considerado el tejido calcificado más duro del cuerpo humano. Uno de los minerales más abundantes que forman el esmalte es la hidroxiapatita. Se dice que la dureza del esmalte decrece desde la superficie libre hacia el límite amelodentinario (Abramovich, 1999). Existen varios métodos para especificar la dureza del esmalte, entre ellos: KnoopHardnessNumber (KHN), es un examen que se realiza para determinar la dureza de algunos materiales. Este método consiste en que la superficie pulida del material del cual se está midiendo la dureza, es presionada con un diamante piramidal ejerciendo una fuerza determinada y la fisura resultante se mide con la ayuda del microscopio. Se dice que los valores para el esmalte son de 200 a 500 KHN. Además, otro método utilizado es la escala de Mohs, que es una escala que va del uno al diez y determina la dureza de ciertos

minerales. El valor determinado para la dureza del esmalte según esta escala es 6.5 (Rivera, 2012).

### **3. COLORACIÓN**

El esmalte carece de color propio. La coloración de la superficie del diente puede variar dependiendo del grosor del esmalte; debido a que si es un esmalte delgado, bien calcificado y translúcido; el diente tiene un color más amarillo ya que se refleja un poco más el color de la dentina. Mientras que si se trata de un esmalte grueso, menos calcificado y opaco, el diente se torna de un color más grisáceo, ya que el color de la dentina se refleja con menor intensidad. Estas variaciones que se presentan se pueden asociar con la homogeneidad y el grado de calcificación del esmalte. Por el contrario, se puede observar la coloración azulada que presentan los bordes incisales debido a que en estos no hay una capa de dentina por debajo. Sin embargo, existen zonas geográficas donde el contenido del flúor en el agua sobrepasa a 1 ppm y en estos casos el esmalte puede presentar una tonalidad pardo oscuro; a esta alteración se la conoce como fluorosis (Abramovich, 1999).

### **4. ELASTICIDAD, TRANSLUCIDEZ Y PERMEABILIDAD**

La elasticidad del esmalte está relacionada con la cantidad de agua y sustancia orgánica que el mismo contiene. El esmalte tiene un módulo de elasticidad muy bajo, razón por la cual es rígido y quebradizo. La translucidez del esmalte depende de su grado de mineralización; cuanto más mineralizado, más translúcido. La permeabilidad del esmalte es escasa, se considera que actúa como una membrana semipermeable que permite el flujo de agua y de algunos iones (Abramovich, 1999).

### **1.1-3 PROPIEDADES QUÍMICAS**

La composición química del esmalte es: 92-96% de materia inorgánica como hidroxiapatita y aniones de sodio, magnesio, carbonatos, hierro, flúor y magnato; 1-2% de materia orgánica como proteínas especialmente glicoproteínas solubles, aminoácidos como la prolina y 3-4% de agua (Gómez De Ferráris, 2002).

### **1.2 ESTRUCTURA DEL ESMALTE**

El esmalte está compuesto por prismas, vaina de los prismas y sustancia interprismática. Los prismas, son estructuras hexagonales alargadas también conocidos como bastones del esmalte; presentan una apariencia cristalina clara y permiten el paso de luz. Los prismas tienen una dirección de adentro hacia afuera, de la unión amelo-dentinaria para la superficie dentaria con una orientación específica para cada porción de la corona. Desde la dentina estos se sitúan de forma perpendicular. La longitud de los prismas es mayor al grosor del esmalte; su diámetro es de 4 micras, sin embargo este aumenta desde la unión amelo-dentinaria hacia la superficie en una proporción de 1:2. El número de prismas existentes varía dependiendo de cada diente, de ahí que se puede tener 5 millones en los incisivos inferiores o 12 millones en los molares superiores.

Otros componentes del esmalte son: la vaina del prisma que es una fina capa periférica que envuelve a los prismas del esmalte que son menos calcificadas y les otorgan una resistencia al ácido. Y la sustancia interprismática, que es la sustancia que se encuentra entre los prismas debido a que estos no están cementados entre sí. (Avery, 2007).

En el esmalte encontramos unas líneas oscuras, paralelas, de varios grosores que se denominan estrías de Retzius. En sentido longitudinal, estas envuelven la punta de la dentina y luego continúan en un trayecto oblicuo hacia la unión amelo-dentinaria; son hipomineralizadas y constituyen el resultado del crecimiento aposicional del esmalte. Se

disponen de forma alternada indicando fajas oscuras de hipermineralización que representan pausas del proceso de mineralización. Cuando se da la superposición de una capa de esmalte más nueva sobre otra más vieja, suelen formarse unos surcos planos a nivel de la parte cervical de la corona conocidos como líneas de embricación de Pickerill (Avery, 2007).

Las periquimatas son ondulaciones paralelas a las estrías de Retzius y forman parte del esmalte. Otro componente son los penachos del esmalte, los cuales se ramifican a nivel del límite amelo-dentinario; también los husos del esmalte están presentes a nivel de las cúspides y bordes incisales. Además, encontramos las laminillas que son fisuras o hundimientos en el esmalte, paralelos al eje longitudinal de la corona, formadas por sustancia orgánica y contenido mineral. Se dice que las laminillas se forman por la fuerza de tensión entre los ameloblastos durante la producción de esmalte. A las laminillas se les divide en tres tipos: Tipo A que son laminillas compuestas por segmentos de prismas hipocalcificados. Tipo B que son laminillas constituidas por ameloblastos degenerados y alcanzan el esmalte pudiendo extenderse hasta la dentina y las de Tipo C que son laminillas donde las fisuras son llenadas de material orgánico proveniente de la saliva, microorganismos y restos alimenticios; estas laminillas alcanzan el esmalte pudiendo extenderse a la dentina y a la pulpa. De igual manera, es importante tener en cuenta la unión amelo-dentinaria que está formada por los ameloblastos y la membrana basal de la papila dentaria, ya que esta contribuye a la unión firme entre el esmalte y la dentina (Avery, 2007).

## **CAPÍTULO 2: ADHESIÓN DIRECTA DE BRACKETS EN ORTODONCIA**

Con los avances tecnológicos y la implementación de nuevos materiales en el campo de la odontología se han ido mejorando las técnicas utilizadas para obtener una buena adhesión

del bracket al esmalte dental. Buonocore en 1955 propuso su método de acondicionamiento conocido como “ataque ácido”, en el cual se utilizaba ácido fosfórico con la finalidad de incrementar la retención de materiales resinosos al esmalte del diente. Cuando surgió esta técnica de grabado ácido, se decía que se inició la era de la “odontología adhesiva”, ya que se implementaron algunas modificaciones en cuanto a la concentración y los tiempos de aplicación del ácido en el esmalte. Posterior a esto, las investigaciones continuaron y Sadler en 1958 realizó la primera publicación sobre la utilización de brackets colados en la superficie dentaria. Y Newman en 1964, realizó el colado de brackets de policarbonato con resina epóxica con lo cual consiguió mejorar el aspecto estético del paciente y disminuir el tiempo de trabajo (Aguilera, 2001).

Si se quiere lograr una buena adhesión, es necesario tener en cuenta los siguientes principios que garantizarán una adhesión correcta. Entre estos están: la limpieza de las superficies de adhesión, suministro de una buena humectación, aseguramiento de una adaptación íntima, aprovechamiento de la fuerza de adhesión y contar con una adecuada polimerización (Ravindra, 2011).

## **2.1 BRACKETS, TIPO DE BRACKETS Y SELECCIÓN DE LAS BASES DE LOS BRACKETS**

Los brackets utilizados en la aparatología ortodóncica fija están compuestos de una base que se adapta a la superficie dental, una ranura (slot) en la superficie externa sobre la cual se adapta el arco y algunas aletas que permiten que el arco sea sostenido de forma segura dentro de la ranura. La dimensión de la ranura del bracket puede variar según el sistema de aparatología que se utilice, pero generalmente el tamaño de las ranuras va de 0.018 a 0.022 pulgadas (Gill, 2013).

En ortodoncia para la adhesión de los brackets, existen tres tipos de ataches, que son: ataches con base plástica, ataches con base metálica y ataches con base cerámica. Los primeros son fabricados de policarbonato y se recomiendan por razones estéticas. Sin embargo, este tipo de brackets presentan ciertas desventajas como: poca resistencia para resistir la distorsión y la fractura, desgastes en la ranura del alambre, absorben agua, se decoloran y necesitan resinas de unión compatibles. Por estas razones, se aconseja utilizar este tipo de brackets para tratamientos de corta duración y en pacientes adultos. También existen los brackets con base metálica, los cuales tienen un mecanismo de adhesión basado en la retención mecánica. Las ventajas que presentan son: al usar mallas metálicas pequeñas se evita la irritación gingival, además, poseen mayor resistencia a la fractura, menor acumulación de placa bacteriana y bajo riesgo de daño a la superficie del esmalte durante el decementado (Melsen, 2013). Otro tipo de brackets son los brackets cerámicos, los cuales son elaborados con óxido de aluminio monocristalino o policristalino. Este tipo de brackets se unen al esmalte por dos mecanismos diferentes como son: retención mecánica mediante indentaciones y socavados en la base y por unión química mediante un agente acoplador de silano. Para este tipo de brackets son útiles los adhesivos químico y fotopolimerizables. Algunos inconvenientes que presentan este tipo de brackets son: no son muy duraderos, son frágiles, inducen el desgaste del esmalte de los dientes antagonistas, son más difíciles de decementar, su superficie es más rugosa y porosa, por lo que tienden acumular más placa bacteriana y pigmentar el esmalte (Graber, 2013).

La selección de las bases de los brackets es de suma importancia para la adhesión en ortodoncia debido a que las retenciones que existen en las bases de los brackets deben permitir una unión adecuada con los materiales que se van a utilizar; para que puedan ocupar todos los espacios de la base y de esta manera no se presenten fallas que disminuyan la resistencia de las fuerzas (Interlandi, 2002).



Keiser en 1976 al estudiar la unión esmalte-resina-bracket, nota que la adhesión resina-esmalte es más fuerte que la unión resina-bracket, razón por la cual, al momento que se despega un bracket es porque hubo una falla a nivel de la unión resina-bracket. En un principio los brackets que se utilizaban para el colado directo eran los de policarbonato, que se unían mediante una adhesión química con el adhesivo; después fueron sustituidos por los de acero inoxidable que tenían láminas de acero perforadas para que la resina penetre en los orificios y de esa forma lograr una retención mecánica. En 1973, Ritief propuso unas bases que otorgan mayor retención a través de una malla de acero inoxidable fabricada con alambres finos y redondos soldados con una lámina del mismo metal. Esta malla permite lograr una retención mecánica para el adhesivo y la lámina evita que el mismo fluya sobre el bracket. Por tal razón, llegaron a la conclusión de que el mejor tipo de base sería la que presenta microesferas de diferentes tamaños, que permite una mayor fluidez de la resina, sin dejar espacios vacíos cuando es comprimida contra el esmalte al momento de la adhesión (Interlandi, 2002).

## **2.2 SELECCIÓN DEL ADHESIVO**

Los adhesivos más utilizados para la cementación de brackets son las resinas compuestas. Sin embargo, todavía no se ha establecido un adhesivo ideal. En el mercado encontramos diferentes tipos de adhesivos disponibles para la cementación de brackets como son: resinas compuestas, las cuales contienen partículas de vidrio y monómero de dimetacrilato; cementos de ionómero de vidrio, en presentación polvo- líquido, donde el polvo es un vidrio de aluminofluorosilicato de calcio y el líquido es una solución de copolímero de ácido poliacrílico en agua. Y los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina, estos son una combinación entre los cementos de ionómero de vidrio y las resinas compuestas. Oliveira (2004), en un estudio que realizó comparó el uso de cementos de

ionómero de vidrio modificados con resina con los cementos de ionómero de vidrio convencionales, y observó que los primeros presentaban un menor índice de decementado; además, también dijo que no se recomienda cementar brackets con cementos de ionómero de vidrio para tratamientos prolongados ya que este material presenta una baja resistencia a las fuerzas de cizallamiento. Sin embargo, atribuyó algunas ventajas que presentan este tipo de cemento como son: adhesión en un campo húmedo, técnica sin grabado, liberación de iones de flúor en el esmalte y absorción del fluoruro de las cremas dentales. Como desventaja se dice que este material presenta una fuerza de enlace débil. Por el contrario, los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina, son materiales que contrarrestan los problemas de sensibilidad generados por la la humedad de los composites y la baja resistencia mecánica que presentaban los cementos anteriormente mencionados; además los brackets cementados con este material causan menor desmineralización del esmalte y también tienen una buena fuerza de adhesión (Melsen, 2013).

### **2.2-1 CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN ADHESIVO**

Un buen adhesivo debe tener una liberación de flúor constante; las resinas compuestas que tienen flúor en su composición tienen un buen efecto anticariógeno, con lo cual se evita la aparición de manchas blancas en el margen de la base de los brackets. Además, es de suma importancia que estos materiales presenten partículas de diferentes tamaños, ya que esto les permite el escurrimiento y de esa forma se llenan todos espacios tanto de la porosidad producida por el acondicionamiento del esmalte como el de las bases de los brackets. Otra propiedad que debe presentar un buen adhesivo es que sea viscoso ya que esto permite la localización exacta del bracket sobre la superficie del esmalte sin que el mismo se deslice. Y también es importante que permita un tiempo prolongado de polimerización (Aguilera, 2001).

## **2.2-2 TIPOS DE ADHESIVOS**

Hay dos tipos de adhesivos que se utilizan en ortodoncia que son: las resinas acrílicas y las resinas de diacrilato. Las primeras, se basan en acrílicos de autocurado y están constituidas por un monómero metilmetacrilato y un polvo ultrafino. Por el contrario, las resinas de diacrilato están formadas por la resina acrílica epoxi modificada bis-GMA. Estos dos tipos de resina son polímeros pero se diferencian debido a que las resinas acrílicas forman únicamente polímeros lineales; mientras que las resinas de diacrilato pueden ser polimerizadas mediante uniones cruzadas en una red tridimensional. La formación de estas uniones cruzadas favorecen ya que aumentan la resistencia de estas resinas, disminuyen la absorción de agua y la contracción de polimerización (Graber, 2013).

Existen los adhesivos no mixtos y los adhesivos fotopolimerizables. Los primeros, son un sistema pasta- pasta que fraguan cuando se mezclan y bajo luz. Para su uso, se debe aplicar un componente del adhesivo en la base del bracket y el otro componente se aplica sobre el diente grabado. Una vez que el bracket está alineado correctamente, el clínico presiona el mismo firmemente y se produce la polimerización en 30 a 60 segundos. El otro tipo de adhesivo son los adhesivos fotopolimerizables, los cuales permiten un tiempo de trabajo más amplio. Las resinas fotopolimerizables utilizadas con los brackets metálicos tienen iniciadores de luz y un catalizador químico. La profundidad máxima de polimerización de estas resinas depende de la composición del composite, de la fuente de luz y del tiempo de exposición. Este tipo de adhesivos pueden utilizarse cuando se busca una polimerización rápida, como en el caso de recementado de un bracket o cuando el profesional necesita más tiempo para la alineación de los brackets en dientes que presentan giroversiones. Actualmente, se han innovado estos materiales, desarrollando adhesivos activados por luz que cambian de color y ayudan a identificar los excesos que deben ser removidos durante el proceso de cementado (Graber, 2013).

## **CAPITULO 3: ACONDICIONAMIENTO PARA LA CEMENTACIÓN DE BRACKETS**

### **1.1 PREPARACIÓN INICIAL DEL ESMALTE**

La superficie del esmalte suele estar húmeda y cubierta por placa bacteriana, con una energía superficial baja, lo cual es negativo para la adhesión. Por esta razón, el ortodoncista debe realizar el acondicionamiento ácido para conseguir una superficie que sea apta para la adhesión (Varela, 2005).

En 1969, en la Universidad de Tokyo, Miura describió su método para la remoción de placa bacteriana y lo denominó pulido de la superficie del diente, para esto, utilizó alcohol etílico al 70% con la finalidad de limpiar los dientes, después continuó el pulido con un cepillo de cerdas y pasta profiláctica durante 15 segundos con un instrumento de baja velocidad. En 1984, Nuti, propuso otro método que consistía en utilizar un enjuague con bicarbonato de sodio, con aire y agua. Sin embargo, este método involucra muchos cuidados, por ejemplo, el enjuague no debe tener contacto con la encía porque se produce un sangrado, el mismo que causará interferencia al momento del acondicionamiento ácido. Al mismo tiempo, en otros estudios que se realizaron, se intentó utilizar copas de caucho y pinceles con piedra pómez diluida en agua para remover la placa bacteriana y como otra opción también utilizaron blanco de España con agua. En los resultados que se obtuvieron al observar en el microscopio electrónico de barrido, se llegó a la conclusión de que el mejor método a utilizar era el blanco de España con agua, el cual se colocaba en el diente con un cepillo en un instrumento de baja velocidad por un tiempo de 10 segundos. Y no se recomendó la utilización de piedra pómez y agua ni copas de caucho, debido a que las primeras eran muy abrasivas y las segundas pulían demasiado el esmalte. Tampoco se aconsejó el empleo de pastas ya que estas contienen aceites, los cuales actúan como un aislante para el acondicionamiento ácido (Interlandi, 2002).

## **1.2 AISLAMIENTO DEL CAMPO**

Una vez que se eliminó la placa bacteriana, es necesario realizar el aislamiento del campo operatorio, esto se lo hace con torundas de algodón, un abridor de boca y un eyector de saliva para evitar la humedad. Una vez que el campo se encuentra seco y aislado, se procede a realizar el acondicionamiento ácido de la superficie del esmalte (Varela, 2005).

## **1.3 ACONDICIONAMIENTO ÁCIDO**

Los objetivos que se quieren alcanzar cuando se realiza el acondicionamiento de la superficie del esmalte con una solución ácida son: el aumento de energía de superficie; en la cual, según Newman y Bowen dicen que con esto se logra una alteración en la superficie dentaria a través de un agente activo que beneficia a la humedad y a la vez se aumenta la energía de superficie, esto favorece a la adhesión, ya que la superficie del diente es hidrofóbica y con baja energía de superficie pero al aplicar una solución ácida sobre la misma, esta se torna hidrofílica y con alta energía. Esto contribuye a que las resinas se escurran con mayor facilidad en la superficie dentaria (Varela, 2005).

Otro objetivo es lograr un aumento del área de superficie que estará en contacto con la resina, se dice que las soluciones ácidas generan unas microdepresiones en el esmalte ya que van descalcificando el centro de los prismas, y con esto se crea una superficie extensa para la adhesión y los espacios necesarios para que la resina pueda escurrir y polimerizar. Además, es importante la retención mecánica que se crea con el acondicionamiento ácido, ya que en el esmalte existen alrededor de 30000 a 40000 prismas por milímetro cuadrado y después del acondicionamiento se crea un número similar de depresiones irregulares en el esmalte, y en estas va a ingresar la resina con la cual se va a lograr esta retención (Guzmán, 2013).

A lo largo de la historia, se han utilizado diferentes materiales para realizar el acondicionamiento ácido, algunos ejemplos son: Ácido Fosfórico al 40% (1965), ácido fosfórico al 50% (1965), ácido EDTA (1967), ácido clorhídrico (1968), ácido fórmico al 10% (1971), ácido cítrico al 50% (1971), ácido fosfórico al 65% (1983), entre otros. En la actualidad, al momento de realizar el acondicionamiento ácido se utiliza ácido fosfórico al 35% o al 37% y se aplica en la superficie del esmalte durante 30 segundos obteniendo buenos resultados para la adhesión (Interlandi, 2002).

El ácido que se va a utilizar para realizar el acondicionamiento ácido puede presentarse en forma líquida o en gel, y es importante que este provoque una descalcificación selectiva, actúe en un corto espacio de tiempo y no provoque una gran destrucción. La coloración que este material presenta ayuda a tener una mejor visualización del área en la cual se desea realizar el acondicionamiento ácido (Guzmán, 2013).

### **1.3-1 APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ÁCIDA SOBRE EL ESMALTE**

Cuando se va a iniciar con el proceso del acondicionamiento ácido, se recomienda comenzar por la región anterior, de canino a canino, basándose en el orden en el cual se fue aplicando el gel, es decir, si se inició la aplicación por el lado derecho, al momento de retirar el ácido, se lo deberá hacer por el mismo lado ya que para ese entonces habrá transcurrido el lapso de tiempo de los 30 segundos de la solución ácida y es necesario lavar. Lo mismo se debe realizar para el sector posterior (Interlandi, 2002).

Referente al tiempo de aplicación del ácido sobre el esmalte, diferentes estudios han determinado que el tiempo ideal de la aplicación es de 20-30 segundos. Esto depende del tipo de esmalte que presente el paciente, de ahí que, si se trata de un esmalte grueso, menos calcificado, opaco y de color blanco grisáceo, el tiempo de aplicación puede ser de

20 segundos; por el contrario, si tenemos un esmalte delgado, bien calcificado, de color blanco amarillento, el tiempo de aplicación del ácido será de 30 segundos (Guzmán, 2013).

El ácido produce una mayor descalcificación a nivel de la cabeza, parte central y periférica del prisma, ya que estas zonas poseen mayor concentración de sustancias inorgánicas y va produciendo unas microdepresiones. Sin embargo, a nivel de la vaina de los prismas y la sustancia interprismática el ácido no genera la misma acción ya que esta estructura tiende a ser ácido resistente, lo que le hace menos calcificada y por ende contiene más sustancia orgánica (Interlandi, 2002).

En la superficie del esmalte encontramos prismas de forma hexagonal, esto dificulta al momento de realizar el acondicionamiento ácido porque estos prismas están envueltos por una matriz amorfa que los torna más ácido resistente. De igual manera, cuando los prismas cambian de dirección conforme se acercan a la superficie se crean grandes áreas del esmalte con un acondicionamiento irregular. Otro factor que vuelve difícil el acondicionamiento ácido es cuando se trabaja en dientes deciduos, ya que la superficie externa del esmalte es aprismática y el ácido actúa de forma no selectiva. Además, el acondicionamiento también se torna complicado, cuando en el esmalte se ha colocado flúor ya que su grado de disolución es menor y se requiere un mayor tiempo de aplicación de la solución ácida. Otros factores que también influyen en el proceso de acondicionamiento es la presencia de sustancias orgánicas o glicoproteínas salivares en el esmalte o la utilización de copas de caucho o pastas de piedra pómez, ya que tornan más heterogéneo el esmalte (Interlandi, 2002).

### **1.3-2 REMOCIÓN DE LA SOLUCIÓN ÁCIDA Y SECADO**

Al finalizar el acondicionamiento ácido, las coronas de los dientes deben ser lavadas con abundante agua para remover la solución ácida; para retirar el agua de la boca se lo debe hacer con un succionador de saliva. Posterior a esto, se realiza el secado de todas las coronas para evitar la humedad antes de realizar la adhesión (Guzmán, 2013).

Es importante tener en consideración algunos factores que nos pueden ayudar a tener condiciones óptimas para que se produzca una buena adhesión, por ejemplo: el aire comprimido para secar no debe estar caliente, debe estar a una temperatura normal. La jeringa de aire no puede estar posicionada hacia cervical porque se genera un resecamiento de la encía y como consecuencia de esto se libera un fluido gingival que al tener contacto con el esmalte se crea una barrera para el acondicionamiento ácido, por esta razón la jeringa triple debe estar posicionada a 45 grados en relación a la superficie dentaria. Además, también se sugiere que exista un filtro de aire para impedir que lleguen al esmalte partículas de aceite (Interlandi, 2002).

### **1.4 ADHESIÓN DEL BRACKET**

El proceso de cementación del bracket consta de una secuencia de pasos como son: transferencia, colocación, ajuste y remoción del exceso. La transferencia se realiza cuando el profesional con la ayuda de una pinza toma el bracket y aplica el adhesivo mezclado en la parte posterior del mismo y lo coloca en el diente. Posterior a esto, se utiliza una cureta de colocación para posicionar el bracket en sentido mesiodistal e incisogingival para dar la angulación correcta y exacta respecto al eje axial del diente. También es importante la colocación vertical y horizontal de los brackets y para esto se pueden utilizar dispositivos o guías de altura. A continuación, se realiza el ajuste que permite lograr una buena resistencia a la unión; este paso también ayuda a que se elimine poco material al momento



de la decementación, a que exista una buena penetración del adhesivo en la parte posterior del bracket y a un menor deslizamiento cuando el material en exceso se extruya. Todo lo anteriormente mencionado beneficia a un buen asentamiento del bracket permitiendo conseguir una fuerza de unión adecuada. Como último paso, se realiza la remoción de los excesos, esto se debe hacerlo antes que el adhesivo haya fraguado y es muy importante ya que de esa manera se evita la irritación gingival y el acumulo de placa bacteriana alrededor de la base del bracket. De esta forma, el profesional no causará daños periodontales ni descalcificaciones que afecten la estética y salud oral de su paciente (Graber, 2013).

Al realizar una adhesión directa autopolimerizable, el bracket se une al diente después del acondicionamiento ácido mediante la aplicación de la mezcla de la resina líquida con el catalizador sobre la superficie del esmalte. Los adhesivos que se utilizan tienen una pasta universal y una pasta catalizadora, y posterior a esto se aplica la resina en pasta, la misma que al tener contacto con la resina líquida colocada anteriormente, permite que se produzca una unión química que fija el bracket. Es importante que el especialista conozca las características del material que está manejando para que se evite problemas en el uso; además también se debe considerar la cantidad adecuada de resina que se va a colocar en la base del bracket para evitar excesos alrededor de la misma, porque de esta manera se impide la acumulación de restos alimenticios que a largo plazo suelen generar descalcificaciones del esmalte o de igual manera al realizar el pulido de los excesos de resina, el material se vuelve más poroso (Siguencia, 2014).

Al utilizar sistemas de adhesión directa de fotopolimerización, la unión del bracket con el diente se realiza mediante un agente de unión (primer) sobre el esmalte, después se coloca la resina en pasta sobre la base del bracket se coloca el bracket y se fotopolimeriza (Siguencia, 2014).

### **1.5 DECEMENTACIÓN DE LOS BRACKETS**

El proceso de decementación consiste en retirar los aditamentos adheridos a la superficie del diente, para ello, se puede utilizar un cortador de ligadura o pinzas de Weingart y para retirar el adhesivo se puede utilizar un escarificador, fresas de carburo tungsteno y discos de pulido. Lo que se quiere lograr al realizar la decementación es restaurar la superficie dental acercándose a su condición antes de iniciar el tratamiento, es decir, sin causar ningún daño o alteración como: fracturas de esmalte, grietas, líneas de fisura, descalcificaciones o pérdida del esmalte. Por esta razón, se sugiere que la manera más segura de retirar los brackets de acero es distorsionar la base del bracket para romper el enlace. Otro método que también puede emplearse es el descementado electrotérmico, el cual protege al esmalte y el calor se encarga de ablandar el adhesivo y de esta manera facilita el retiro del bracket. Para los brackets cerámicos, el ortodoncista puede utilizar la energía láser ya que esta reduce la fuerza de enlace de este tipo de bracket. Sin embargo, la desventaja de aplicar este método es que se pueden generarse lesiones pulpares (Melsen, 2013).

El objetivo de la decementación es remover el bracket y todo el material adhesivo que está presente en la superficie del diente. Sin embargo, se ha observado que durante este proceso se puede causar daños irreversibles en la superficie del esmalte, razón por la cual es importante realizar una técnica correcta y tener la precaución de no dejar una superficie muy irregular para evitar la acumulación de placa bacteriana, pigmentaciones o desmineralización del esmalte. Se han utilizado varios instrumentos para la decementación como: alicates, fresas, discos soflex, dispositivos ultrasónicos, entre otros. Pero el instrumento con el que mejor resultados se han obtenido son las fresas de carburo tungsteno. Sin embargo, algunos profesionales también utilizan las fresas de diamante para retirar la resina residual (Ahrari, 2013).

Durante mucho tiempo se ha discutido sobre que materiales utilizar en la remoción de los brackets, de ahí que, Bennet (1984) recomienda el uso de una pinza “HOW” para la remoción doblando las aletas mesiales y distales del bracket y para retirar la resina se recomienda el uso de fresas de carburo tungsteno de 12 láminas y disco de pulido. Gandini (1995) sugiere que la remoción de los brackets se realice con pinzas especiales, fresas de óxido de aluminio y fresas multilaminadas para la resina que se encuentre más próxima al esmalte. Las pinzas metálicas absorben la fuerza de tracción removiendo solamente la base y dejando en contacto la resina con el esmalte. Para la remoción de la resina se aconseja utilizar fresas de carburo tungsteno multilaminadas y de corte invertido en una pieza de mano de baja velocidad evitando el calentamiento de los dientes (Interlandi, 2002).

Actualmente, se ha implementado la tecnología láser para remover la resina residual. Se aconseja que se utilice un láser de erbio, ya que este tipo de láser funciona mejor para este propósito. Se realizó un estudio con una muestra de 40 premolares maxilares extraídos por motivos ortodónticos que no presenten pigmentaciones, caries o grietas; y fueron divididos en 4 grupos experimentales; una vez que fueron desinfectados y colocados en moldes de acrílico, se colocó una capa de barniz en todos los dientes y después se realizó el procedimiento de adhesión; posterior a esto, se procedió al decementado de los brackets y se utilizaron diferentes instrumentos para eliminar el adhesivo remanente. Para el primer grupo experimental, se utilizó fresas de carburo tungsteno de 12 hojas empleadas en baja velocidad; para el segundo grupo se utilizó una fresa de carburo tungsteno en una pieza de mano de alta velocidad y para el tercer grupo la remoción del adhesivo se llevó a cabo con una fresa de pulido de diamante de grano ultrafino con un instrumento de alta velocidad y refrigeración de agua. Y para el cuarto grupo el adhesivo fue retirado con un dispositivo láser Er:YAG con una longitud de onda de 2940 nm bajo enfriamiento con aire y agua. En los resultados, no se observó gran

diferencia en el análisis de los dientes en los que se utilizó la fresa de carburo tungsteno a baja velocidad y la fresa de carburo tungsteno en un instrumento de alta velocidad. Por el contrario, si hubo una gran diferencia al analizar los grupos en los cuales el adhesivo remanente fue removido con una fresa de diamante grano ultrafino y en los que fue removido con láser Er:YAG. Se concluyó que utilizar una fresa de carburo tungsteno es el método más seguro para causar menos daño en la superficie del esmalte; mientras que al utilizar una fresa de diamante o el dispositivo láser, puede causar una pérdida significativa e irreversible aumentando la irregularidad de la superficie del esmalte (Ahrari, 2013).

## **1.6 RECUPERACIÓN DEL ESMALTE**

En 1941 autores como Wolf y Mannerberg (1960) afirmaron que el esmalte si se recupera, ya que los defectos causados por el acondicionamiento ácido, remoción de brackets, resina residual y pulido desaparecen por calcificación de material proveniente de la saliva. Según Lenz & Muhlemann (1963) los espacios obtenidos entre los prismas fueron ocupados por una película orgánica lisa proveniente de la saliva que se adhiere al esmalte. De igual manera Johansson (1965) dijo que el esmalte se remineraliza y que la opacidad que generalmente se produce por el acondicionamiento disminuye después de una semana de exposición al medio bucal (Siguencia, 2014).

Al retirar la aparatología ortodóntica, la desmineralización del esmalte se detiene debido a que existe un mejoramiento del flujo salivar, lo que beneficia al depósito de minerales en el esmalte. De igual manera, la remineralización del esmalte se da por la presencia del flúor, razón por la cual se recomienda a los pacientes utilizar enjuagues que contengan flúor. Si es que el paciente presenta manchas blancas de desmineralización se puede mejorar con técnicas de abrasión y pulido (Jena, 2006).

## **CAPITULO 4: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO CON DIFERENTES**

### **TIPOS DE FRESA**

Durante el proceso de decementación del bracket se pueden producir ciertas grietas a nivel del esmalte. Por tal motivo, se debe considerar que el retiro agresivo de la resina remanente o los restos de adhesivo resistentes pueden tornar áspera a la superficie del esmalte. Además, es importante tener en cuenta el grado de refrigeración durante el pulido, debido a que si se produce un sobrecalentamiento, esto puede causar destrucción de los odontoblastos, coagulación del protoplasma, lesiones vasculares y necrosis pulpar en los dientes (Mank, 2011).

Existe una variación importante en la superficie del esmalte al momento de ser pulida con diferentes métodos. En un estudio realizado por Mank (2011), en el cual se evaluó la importancia de la refrigeración al momento del pulido para evitar lesiones pulpares asociadas a sobrecalentamiento y los diferentes materiales empleados durante el pulido como son: fresas de carburo, discos y gomas de pulido; se observó que las fresas de carburo y los discos de pulido, no causaban un efecto relevante en cuanto al incremento de la temperatura intrapulpar ya sea con o sin refrigeración. Por el contrario, esto no sucede al momento de utilizar las gomas de pulido debido a que si el operador opta por este método, la refrigeración con agua es de suma importancia para evitar lesiones pulpares (Mank, 2011).

### **1.7 PULIDO: DEFINICIÓN**

El pulido consiste en desgastar una superficie con abrasivos finos hasta dejarla brillante sin que se observen rayas en la superficie. Se obtienen superficies lisas y brillantes cuando se utilizan partículas pequeñas; sin embargo, la velocidad del pulido para conseguir el brillo depende de la dureza y el tamaño de las partículas de abrasivo y del método de abrasión.

Velocidades más altas ayudan a remover más rápido el material de la superficie al igual que presiones más elevadas. De igual manera, la concentración, el tamaño y el tipo de partículas abrasivas influyen en la eficacia de corte y en la rugosidad relativa de las superficies abrasionadas. La calidad del pulido superficial se tipifica midiendo la rugosidad superficial con un microscopio óptico o un microscopio electrónico de barrido (Anusavice, 2004).

El término pulido se define como el procedimiento que se realiza para la eliminación de irregularidades con el fin de obtener una superficie lo más suave posible. También, se dice que es un proceso mediante el cual se le proporciona brillo o lustre a una superficie. El pulido por su modo de acción es multidireccional. Uno de los objetivos principales del pulido es lograr una superficie lisa, debido a que una superficie rugosa favorece a que se dé una proliferación bacteriana, la misma que puede traer varios problemas como: caries, inflamación gingival y tinción superficial. Además, algunos beneficios que se obtiene con el pulido son: salud oral, función y estética. Salud oral debido a que las superficies lisas tienen menos zonas de retención y se puede lograr una mejor higiene evitando la acumulación de placa bacteriana. Una buena función ya que con el pulido se elimina toda interferencia y a la vez se consigue una estética adecuada porque al pulir una superficie queda lisa y brillante (Anusavice, 2004).

Los materiales para realizar el pulido son abrasivos, los cuales tienen partículas de gran dureza y tamaño variable. Estos instrumentos por fricción provocan varias características de desgaste, generando superficies irregulares con grandes surcos cuando se trata con partículas grandes; o superficies regulares, tersas y brillantes si tenemos partículas pequeñas. Para otorgar un buen pulido a la superficie se deben utilizar partículas abrasivas de menor dureza y de tamaños pequeños. Es importante tener en cuenta que una superficie se considera pulida cuando se la observa lisa y brillante. Existen varias

diferencias entre los materiales que se utilizan para el pulido. Por ejemplo, las fresas de carburo tungsteno de alta velocidad tienen muchas hojas uniformes que siguen un patrón de corte unidireccional. Al utilizar fresas de carburo tungsteno de 16 hojas, se obtiene un acabado más liso en comparación a una fresa de carburo tungsteno de 8 hojas. Sin embargo, estas últimas ayudan a una eliminación más rápida del material. Lo mismo ocurre cuando se emplea fresas de diamante de grano grueso, son más rápidas para eliminar el material pero dejan una superficie más rugosa (López, 2002).

Los abrasivos son materiales que desgastan por fricción superficies ásperas. Se deben considerar ciertos factores que son importantes para la abrasividad, entre estos: la dureza debido a que es importante que la sustancia abrasiva sea más fuerte que la superficie que se va a desgastar. Otra característica importante de los abrasivos es la resistencia al impacto porque los abrasivos deben ser resistentes a la fricción para que no se desgasten fácilmente. Además, deben tener una forma irregular y también el tamaño de las partículas del abrasivo es importante ya que a mayor tamaño existe un mayor desgaste. Existen varios tipos de abrasivos como son: finos, medios y gruesos (Cova, 2010).

En odontología se usan diferentes tipos de abrasivos, entre estos tenemos: los abrasivos naturales y los abrasivos fabricados. Dentro del grupo de los abrasivos naturales están: la piedra de arkanzas, la tiza, el diamante, la piedra pómez, el cuarzo, la arena, el silicato de zirconio, entre otros. El otro grupo de abrasivos son los abrasivos fabricados, que al contrario del grupo anterior, estos son materiales sintéticos. Por ejemplo: el carburo de silicona, el óxido de aluminio, el diamante sintético y el óxido de estaño (Anusavice, 2004).

Otro tipo de abrasivos son los abrasivos aglutinados que están formados por partículas abrasivas incorporadas mediante un agente de unión para formar materiales de afilado como ruedas, puntas o discos. Estas partículas se pueden unir mediante varios

métodos como son: sinterización, unión vítrea, unión resinoide y unión elástica. Los primeros, son los abrasivos más resistentes porque sus partículas se funden juntas. Los abrasivos con matriz vítrea se funden con frío y se queman para fundir el aglutinante. Y los abrasivos resinosos se presan con calor, lo que hace que tengan una porosidad muy baja. Es importante que el aglutinante mantenga las partículas abrasivas en el instrumento al momento de cortar o pulir una superficie. También existen abrasivos no aglutinados, en este grupo están las pastas de pulir que se utilizan al momento de realizar el pulido final. Estas pastas se aplican con la ayuda de una goma o copa de caucho. El abrasivo no aglutinado que más se utiliza es el óxido de aluminio (Anusavice, 2004).

La abrasión es un procedimiento de desgaste que se realiza para remover un material por el roce constante de dos superficies utilizando partículas duras. Existen dos tipos de abrasión que son: abrasión de dos cuerpos y abrasión de tres cuerpos. El primero consiste en que las partículas del abrasivo están adheridas al instrumento abrasivo y no se utilizan otros medios; mientras que el segundo tipo, es decir, la abrasión de tres cuerpos se da al utilizar abrasivos no aglutinados en la sustancia abrasiva como por ejemplo: la piedra pómez que se coloca en una copa de caucho y luego esta es llevada a la superficie del diente (Anusavice, 2004).

### **1.8 FRESAS Y TIPO DE FRESAS**

El doctor Taft en 1858 fue el primero que utilizó un instrumental rotatorio; él creó unas fresas de acero forjado con un diámetro de 1 a 5mm que giraban con los dedos y producían un corte de la estructura dentaria. Posterior a esto, se crearon instrumentos que giren en los dos sentidos para realizar el corte y algunos instrumentos de soporte para las fresas. Fue en 1950 que se incorporaron al mercado las piezas de mano impulsadas por aire y con gran eficiencia de corte (Pérez, 2014).



Las fresas están constituidas por 3 partes: el vástago que es la parte de la fresa que se sujeta a la pieza de mano: contraángulo o turbina. El cuello que es la parte que une la punta activa al vástago. Y la punta activa que es la parte de la fresa que corta o desgasta y está formada por varias hojas. La punta activa de estos instrumentos rotatorios puede ser de forma esférica, cilíndrica, troncocónica, cono invertido o rueda. Las fresas son fabricadas de varios materiales como: acero que es una aleación de hierro y carbono y son fresas que se utilizan para la remoción de dentina cariada o acabado de cavidades; o también otro material puede ser el carburo tungsteno, estas fresas son más resistentes en comparación a las anteriores y se utilizan para la preparación de cavidades o pulido. De igual manera, las fresas que son para acabado tienen distintas formas y tienen mayor número de hojas lisas que las otras fresas comunes (Mondelli, 2009).

Las fresas son instrumentos rotatorios que pueden utilizarse en piezas de mano de alta o baja velocidad. Existen fresas de varios tipos que cumplen diferentes funciones como son: fresas de corte, abrasión, bruñido, acabado o pulido. La función más importante de las fresas es el corte y la abrasión. Sin embargo, se debe tener en cuenta algunas características importantes que deben tener las fresas como: ser resistentes a la corrosión, concéntricas, tener dimensiones adecuadas para un correcto ajuste en la pieza de mano, tener un buen corte y no deben generar calor (Pérez, 2014). En un inicio, se utilizaron fresas de acero y después se introdujeron nuevos materiales como son: fresas de diamante o carburo. Las fresas de diamante pueden ser de polvo de diamante o de granos gruesos, medianos, finos y extrafinos; existen de diferentes formas que van de acuerdo al uso que se requiera. Otro tipo de fresas son las fresas de carburo tungsteno, las cuales pueden ser dentadas o lisas y según la longitud de su parte activa pueden ser largas y cortas. Además, existen unas fresas de diamante y carburo, estas tienen el extremo cortante de carburo y el resto de la punta de diamante (Cova, 2010).

Estos instrumentos rotatorios tienen varias clasificaciones. Según su composición las fresas se clasifican en: fresas de acero, fresas de carburo tungsteno, las cuales tienen aleaciones de cobalto, silicio, carburo, níquel, tungsteno, hierro o titanio y fresas de diamante. Otra clasificación es según la velocidad a la que giran y existen fresas de alta velocidad que giran a 300000- 500000 r.p.m. y fresas de baja velocidad que giran a 200000 r.p.m. También, estos instrumentos rotatorios pueden clasificarse según el método de colocación del abrasivo en la punta activa. De ahí que tenemos: instrumentos abrasivos aglutinados e instrumentos abrasivos de revestimiento. Los primeros están formados por partículas abrasivas pequeñas que se fijan con sustancia aglutinante al vástago. Por ejemplo: las puntas diamantadas, piedras o puntas de óxido de aluminio. Por el contrario, los instrumentos abrasivos de revestimiento están formados por una fina capa de abrasivos cementados en la base flexible, un ejemplo de estos materiales son los discos que se utilizan para la terminación de la preparación cavitaria o la restauración, los cuales tienen diferentes diámetros y diferente granulación como gruesa, media y fina (Mondelli, 2009).

Los fabricantes han seguido la norma ISO 2157 de 1995 para la estandarización de denominación y tamaño de las partes activas de instrumentos rotativos de corte. Además, establecieron un número ISO, el cual define el mayor diámetro de la parte activa del instrumento endecimos de milímetros (Mondelli, 2009). Por esta razón, para la estandarización de las fresas existe la norma ISO 6360 de los instrumentos rotatorios, en la cual se colocan códigos para los diferentes tipos de fresas. Por ejemplo, refiriéndose al material de la parte activa de la fresa existen varios códigos como: 330 para fresas de acero inoxidable, este tipo de fresas se corroen con facilidad y presentan un uso limitado a altas velocidades. El código 500 para fresas de carburo tungsteno, este material es muy duro y se puede utilizar en piezas de mano de alta velocidad, tienen un ángulo de corte negativo. Las fresas de óxido de aluminio tienen los códigos 615, 625, 635; se usan con mayor

frecuencia para trabajos en el laboratorio como pulir acrílicos, resinas y metales. Las fresas de diamante están identificadas con los códigos 806 y 807, estas fresas tienen excelente corte pero generan un alto grado de calor, por lo cual necesitan refrigeración y son muy resistentes al desgaste. De igual manera, existen varios códigos que van de acuerdo al tamaño del grano de las fresas, por ejemplo: el código 494 es para grano súper fino, el 504 es un grano extra fino, el código 514 es un grano fino, el 524 es un grano mediano, el 534 es un grano grueso y el código 545 es un grano extra grueso (Cova, 2010).

También es importante conocer el mecanismo de acción que tienen estos instrumentos de rotación, saber que velocidades se aplican, el torque mediante el cual funcionan, el calor por fricción que generan y la refrigeración que necesitan. Referente a la velocidad de estos instrumentos de rotación se dice que tienen una velocidad axial que sigue el eje longitudinal del instrumento, y también una velocidad periférica al momento de realizar el trabajo mecánico, sea este de corte o desgaste. Otra característica es el torque o momento de torsión, que es la capacidad que tiene el instrumento rotatorio para resistir la presión que se produce al momento del contacto con la superficie que está siendo cortada sin alterar o interrumpir el movimiento. Además, se recomienda no ejercer una presión elevada ya que se puede generar un calor excesivo que podría causar reacciones pulpares indeseables. En las piezas de mano de alta velocidad como son las turbinas el torque es menor, y la fuerza ejercida sobre la fresa debería ser de 60g para lograr un corte efectivo. Referente al calor por fricción, este tiene relación con la presión de corte, la velocidad de rotación, y el tipo, tamaño, calidad y tiempo de uso del instrumento cortante. De ahí que, cuando el instrumento rotatorio gira a más de 4000 rpm, se debe contar con refrigeración adecuada para evitar lesiones pulpares (Mondelli, 2009).

Existe una clasificación para las velocidades de estos instrumentos rotatorios como es: baja velocidad cuando se refiere a menos de 6000 rpm; velocidad media cuando abarca

de 6000 a 100000 rpm y alta velocidad cuando se emplean más de 100000 rpm. Los instrumentos se utilizan en baja velocidad cuando se van a realizar procedimientos de profilaxis, remoción de caries, acabado de la cavidad y pulido. Por el contrario, si se va a realizar preparaciones cavitarias en dientes anteriores, surcos de retención o biseles se puede emplear una velocidad media. Y la velocidad alta se utiliza para la remoción de restauraciones antiguas, preparaciones cavitarias, reducción de cúspides o desgastes axiales en coronas totales (Mondelli, 2009).

## **6. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **TIPO DE ESTUDIO:**

- Se va a realizar un estudio experimental comparativo *in vitro*.
- Se va a comparar cuatro tipos de fresas que se utilizaran con instrumentos de baja y alta velocidad al realizar el pulido de la resina residual al retirar los brackets después de un tratamiento de ortodoncia. Y con la ayuda del microscopio electrónico, se observara cual es el efecto que causa cada tipo de fresa en la estructura del esmalte dental, y así determinar qué tipo de fresa produce un menor desgaste en el espesor del esmalte.

### **MUESTRA:**

Se van a utilizar 67 premolares superiores e inferiores de humanos que hayan sido extraídos por motivos ortodónticos.

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN:**

- Dientes humanos extraídos que estén en buenas condiciones, es decir, que no presenten caries, restauraciones y que anteriormente no hayan estado con brackets ni hayan sido sometidos a blanqueamiento.

**CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:**

- Dientes con caries.
- Dientes con restauraciones.
- Dientes que presenten fisuras, fracturas o cambio de color.
- Dientes con cualquier lesión no cariosa como erosiones, abrasiones o abfracciones.

**MATERIALES:**

- Turbina (NSK)
- Micromotor (Gnatus)
- Lámpara de luz halógena (Woodpecker)
- Brackets metálicos para premolares (Ormco)
- Ácido fosfórico al 37% gel (Scotchbond 3M ESPE)
- Transbond XT adhesive (3M Unitek)
- Resina transbond 3M y advantage
- Aplicadores (Startline)
- Torundas de algodón (Sana)
- Alcohol Antiséptico (Lira)
- Pinza para retirar brackets (Ortho Organizers)
- Fresa de diamante troncocónica de grano medio (Maillefer)
- Fresa de diamante troncocónica de grano fino (Maillefer)
- Fresa troncocónica de carburo tungsteno (Maillefer)
- Piedra de Arkansas (Maillefer)
- Fresas de Fibra de vidrio (TDV)
- Microscopio electrónico de barrido (JEOL JSM 5310)

## 7. PROCEDIMIENTO

En primer lugar, se realiza la desinfección de los dientes con torundas de algodón y alcohol. Una vez que los dientes estén listos se continúa con el proceso de cementación de los brackets. Inicialmente, se graba el esmalte de las caras vestibulares de los premolares con ácido fosfórico al 37% (Scotchbond® Phosphoric Etchant 3M ESPE) durante 15 segundos; después se lava los dientes con agua destilada durante 30 segundos y se seca con aire a presión. Posterior a esto, con un aplicador se coloca una capa de adhesivo del sistema cementante (Transbond® XT, 3M Unitek) el cual se fotopolimeriza durante 20 segundos utilizando una lámpara de luz halógena (Gnatus). Luego se procede a colocar la resina en la base del bracket y con la ayuda de un portabackets se posicionan los brackets en el centro del diente, se ejerce presión, se retiran los excesos de la resina y se fotopolimeriza por 20 segundos. El mismo proceso debe ser aplicado en cada uno de los dientes. Una vez terminada la cementación en cada grupo de dientes, se espera 48 horas y se procede a extraer los brackets con una pinza. Para realizar el pulido de la resina residual se utilizará los cinco diferentes tipos de fresa en las distintas velocidades. Los dientes serán distribuidos de forma aleatoria en los diferentes grupos como se indica en la siguiente tabla.

<b>GRUPO</b>	<b>TIPO DE FRESA</b>	<b>PIEZA DE MANO</b>
Grupo experimental A (7 dientes)	Fresa de diamante grano grueso	Alta Velocidad
Grupo experimental B (7 dientes)	Fresa de diamante grano fino	Alta Velocidad
Grupo experimental C (7 dientes)	Piedra de Arkansas	Alta Velocidad

Grupo experimental D (7 dientes)	Fresa de carburo multilaminadas	Alta Velocidad
Grupo experimental E (7 dientes)	Fresa de diamante grano grueso	Baja velocidad
Grupo experimental F (7 dientes)	Fresa de diamante grano fino	Baja velocidad
Grupo experimental G (7 dientes)	Piedra de Arkansas	Baja velocidad
Grupo experimental H (7 dientes)	Fresa de carburo multilaminadas	Baja velocidad
Grupo experimental I (7 dientes)	Fresas de fibra de vidrio	Baja velocidad

Tabla 1. Descripción de los diferentes tipos de fresas que se va a utilizar en este estudio.

Al terminar el pulido de la resina, se ha obtenido la muestra de cada grupo experimental, ya que los dientes están listos para ser estudiados en el microscopio electrónico de barrido (JEOL JSM 5310) y observar que fresa causa menor agresión al esmalte. Para que los dientes puedan ser observados en el microscopio electrónico de barrido, cada grupo debe ser colocado en un portamuestras, después los dientes tienen que ser recubiertos en oro y posterior a esto pueden ser analizados en el microscopio electrónico.

## 8. RESULTADOS

### ANÁLISIS CUALITATIVO

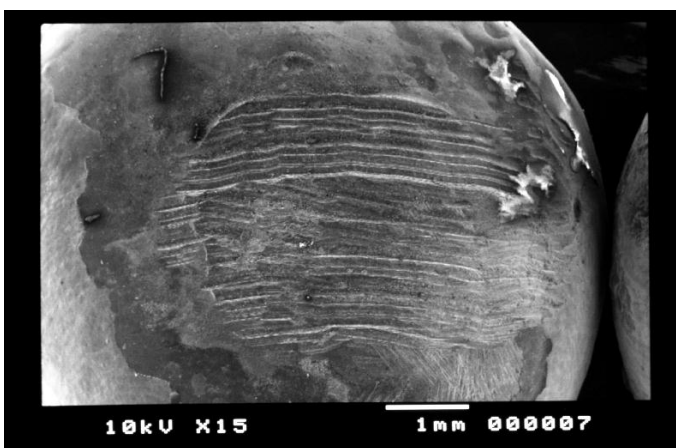
Comparación del análisis de muestras utilizando microscopia electrónica de barrido en el desgaste que causan los diferentes tipos de fresas al momento de realizar el pulido de la resina residual post ortodoncia con instrumentos de baja velocidad y alta velocidad.

**GRUPO 1:** FOTOS CON MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO DE LOS DIENTES PULIDOS CON DIFERENTES TIPOS DE FRESAS EMPLEADAS EN INSTRUMENTOS DE ALTA VELOCIDAD.

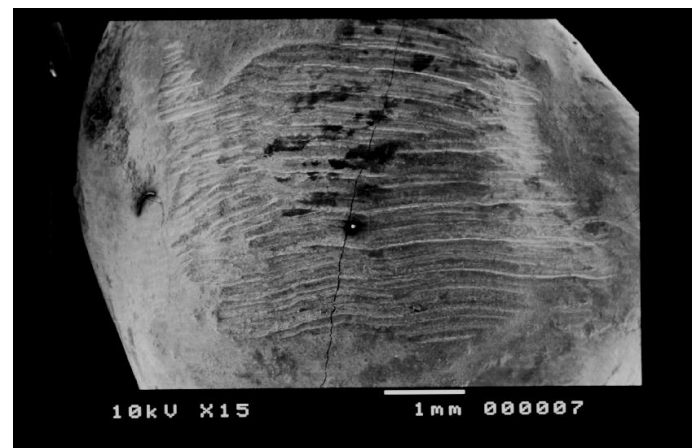
**FOTOS MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO DEL GRUPO A: FRESA DE DIAMANTE GRANO GRUESO EMPLEADA EN INSTRUMENTOS DE ALTA VELOCIDAD**

**MAGNIFICACIÓN 15um**

A1

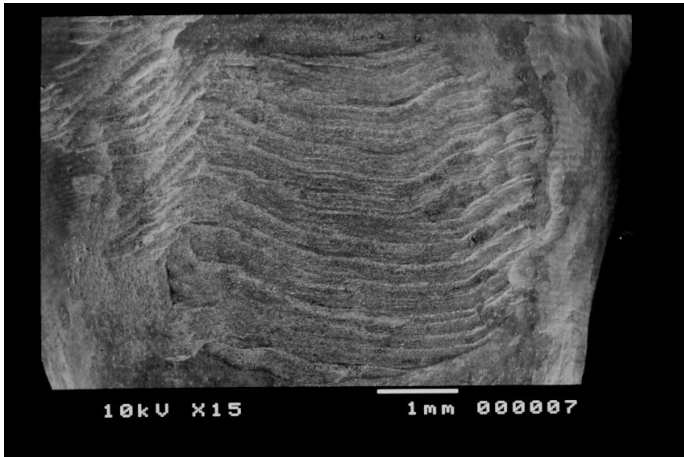


A2

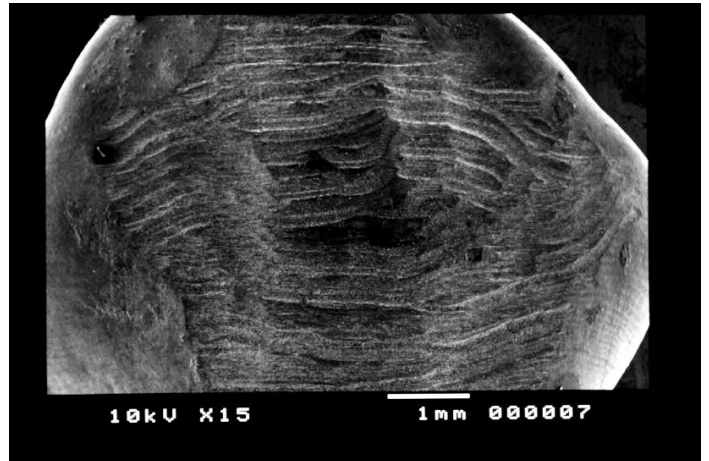




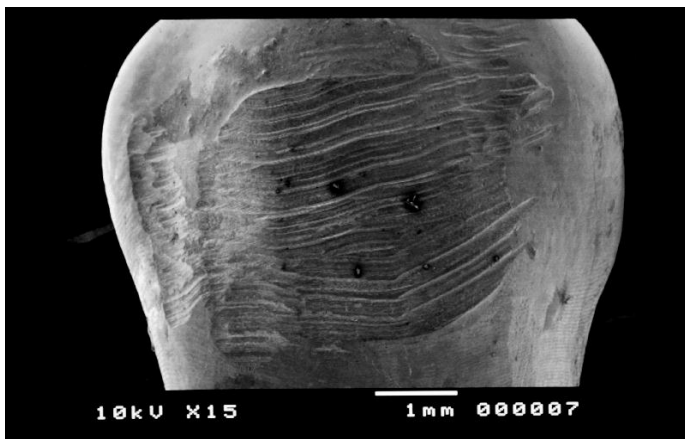
A3



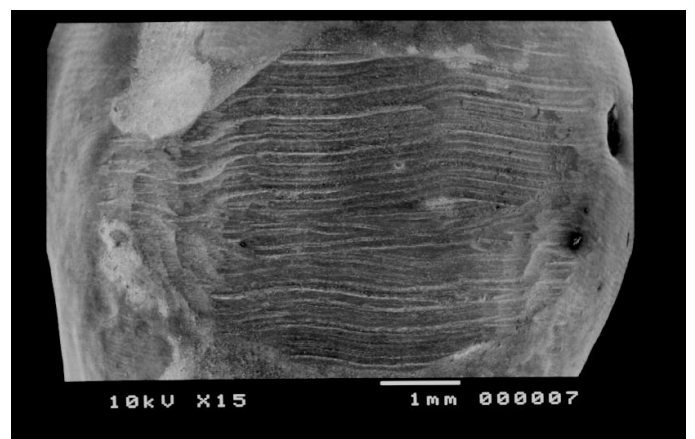
A4



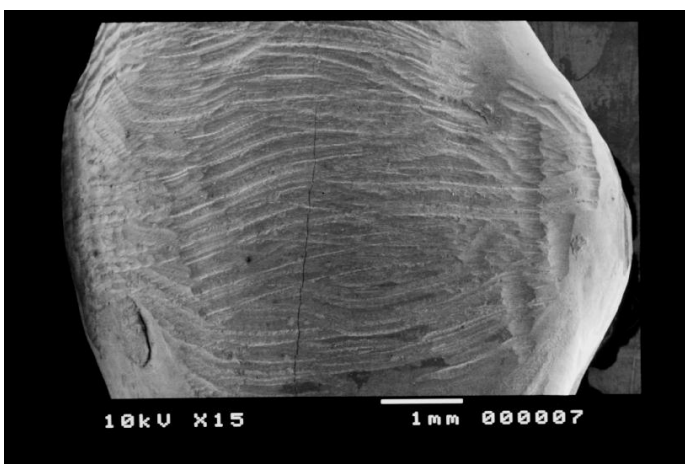
A5



A6



A7



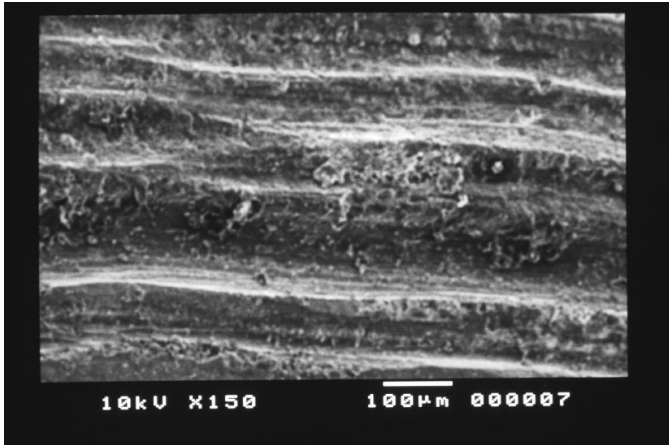
### DESCRIPCIÓN:

Se puede observar que al pulir la superficie del esmalte con una fresa de diamante grano grueso empleada en un instrumento de alta velocidad, la estructura del esmalte es fuertemente alterada debido a que esta fresa causa un desgaste abrasivo agresivo. Se

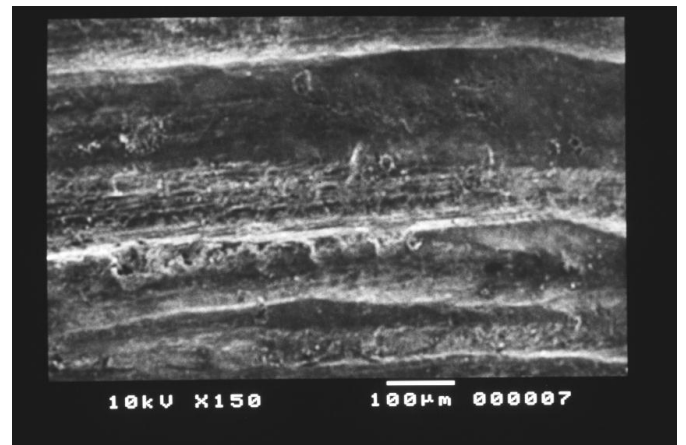
observa una superficie rugosa y esta fresa deja muchos surcos irregulares impidiendo que el esmalte quede liso.

**MAGNIFICACIÓN 150um**

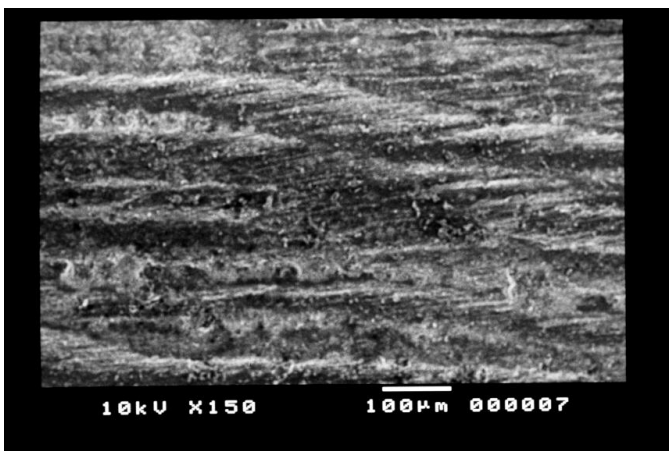
A1



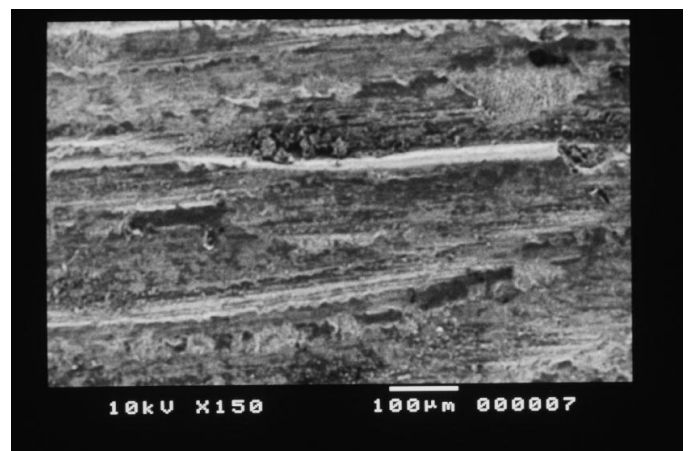
A2



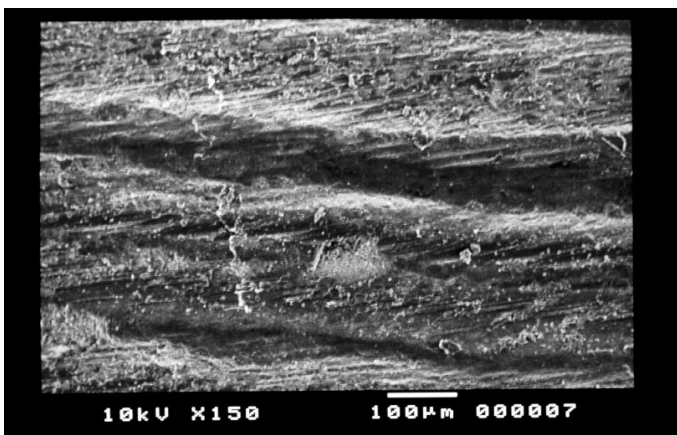
A3



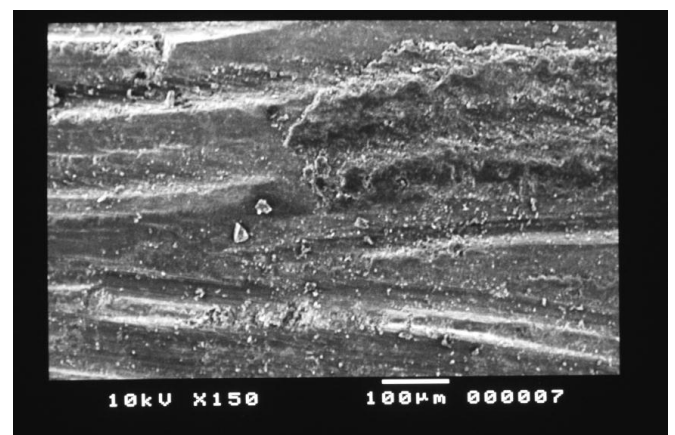
A4



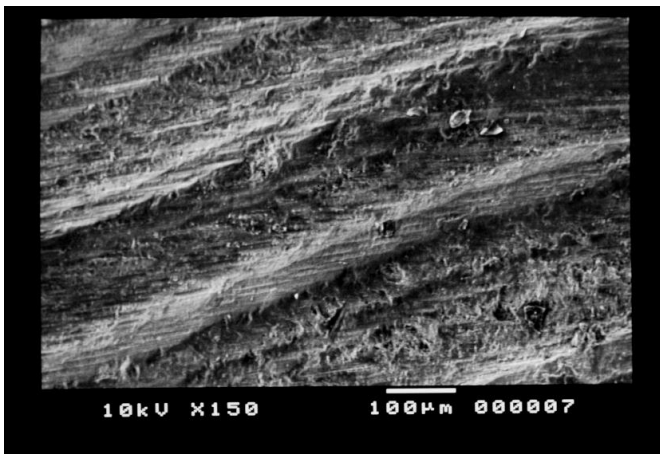
A5



A6



A7



### DESCRIPCIÓN:

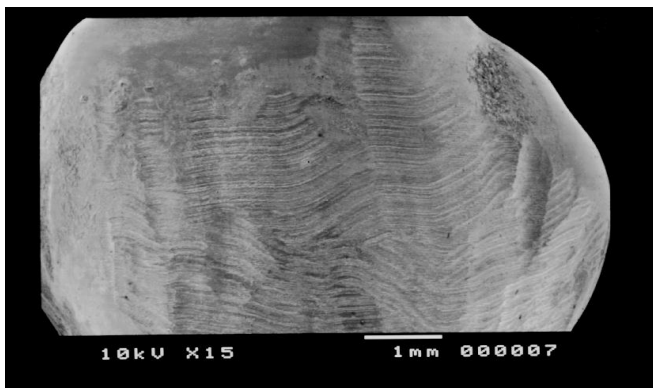
En estas microfotografías se puede ver con mayor detalle la profundidad de los surcos que este tipo de fresa deja en la superficie del esmalte. Se puede observar que la estructura del esmalte es muy irregular, no es uniforme, es muy rugosa y presenta muchas rayas debido al desgaste abrasivo que estas fresas causan.

### FOTOS MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO DEL GRUPO B: FRESA DE DIAMANTE GRANO FINO EMPLEADA EN INSTRUMENTOS DE ALTA

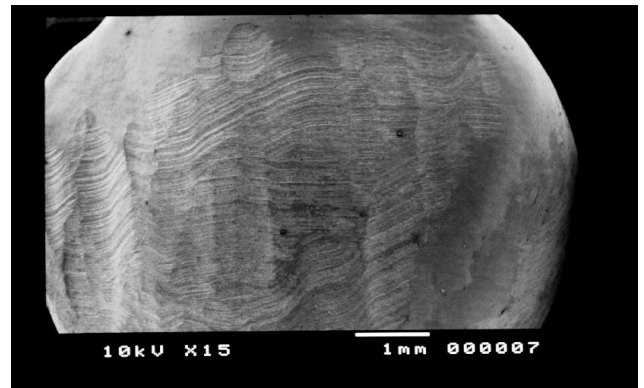
#### VELOCIDAD

#### MAGNIFICACIÓN 15um

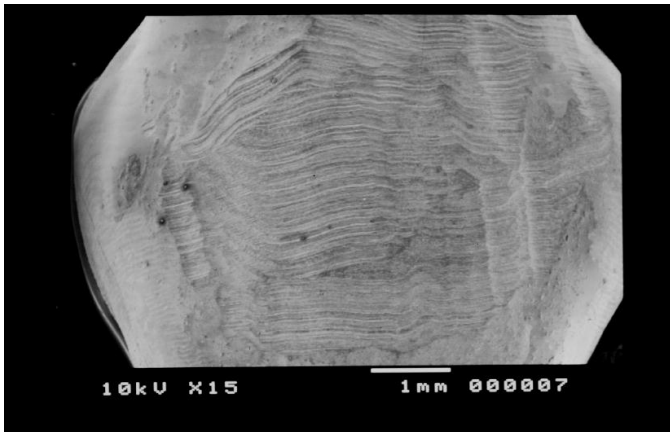
B1



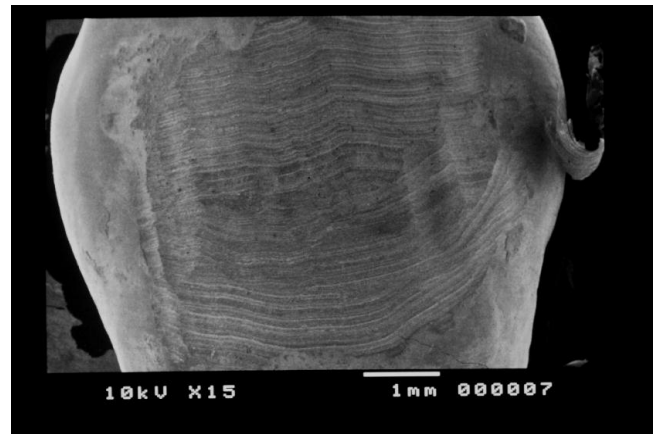
B2



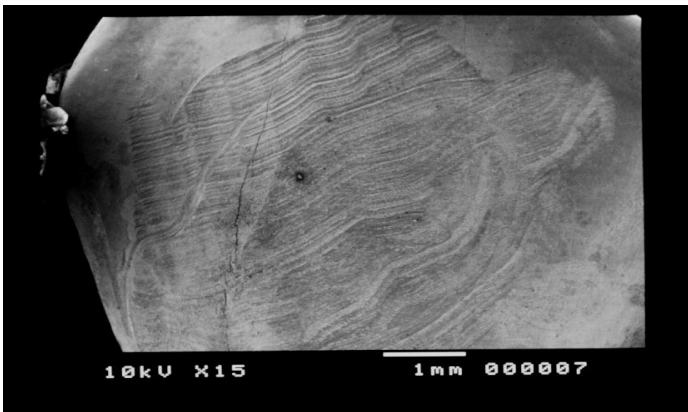
B3



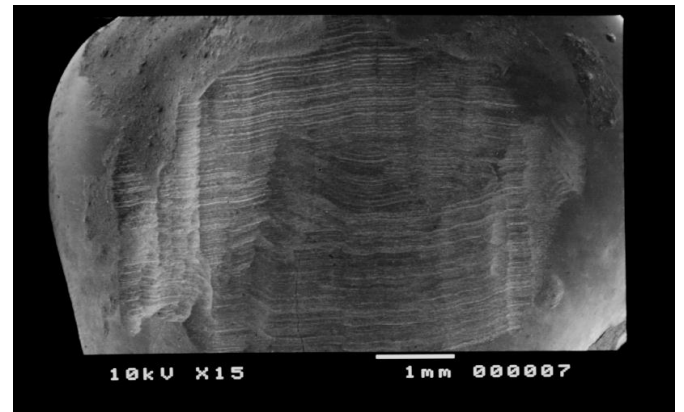
B4



B5



B6



B7



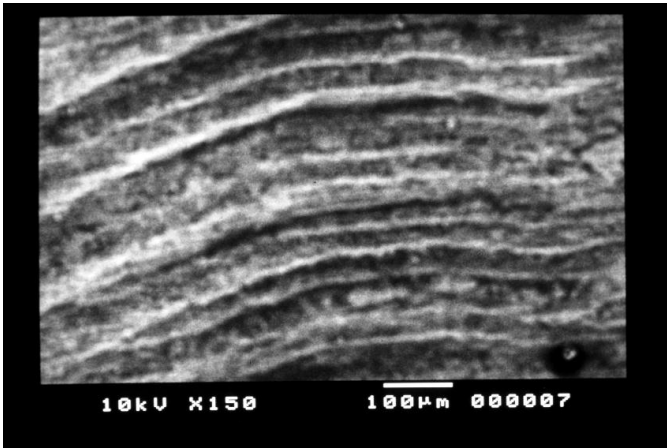
### DESCRIPCIÓN:

Se puede observar que el esmalte dental es irregular debido a la cantidad de surcos que presenta, pese a que los mismos son menos profundos en comparación al grupo anterior,

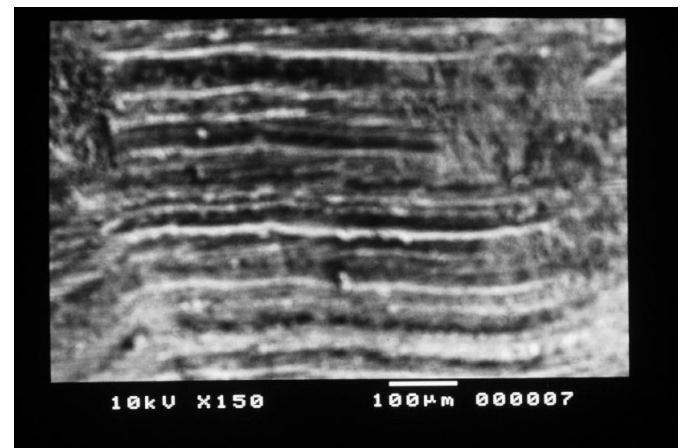
todavía la superficie del esmalte continua siendo muy rayada al ser pulida por este tipo de fresa. Se observa un esmalte irregular, poco uniforme.

**MAGNIFICACIÓN 150um**

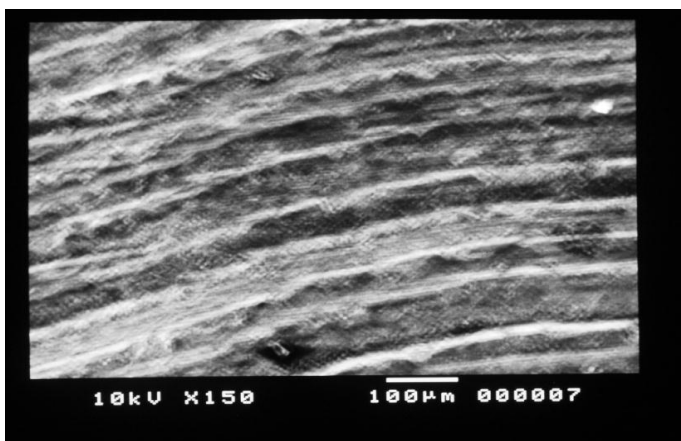
**B1**



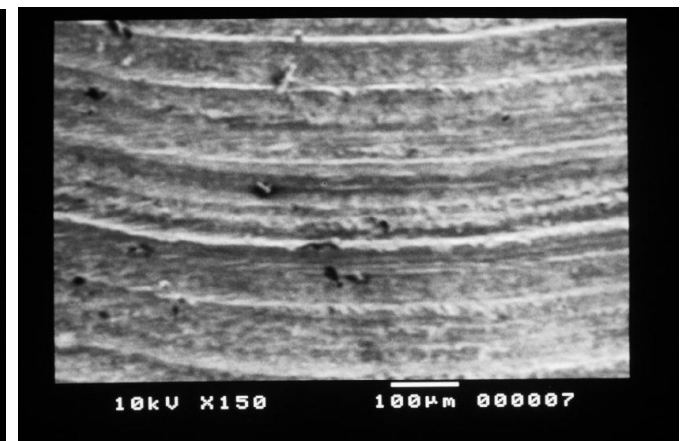
**B2**



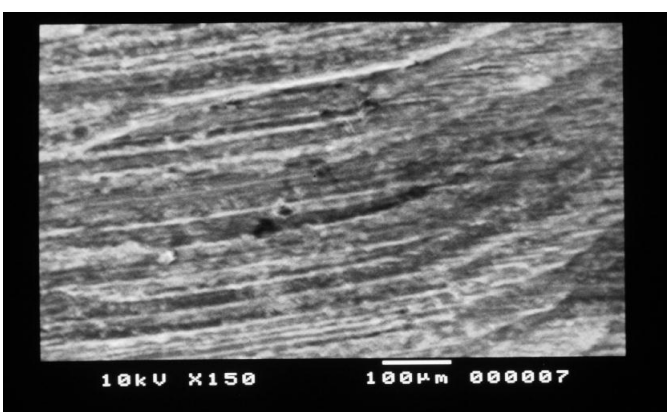
**B3**



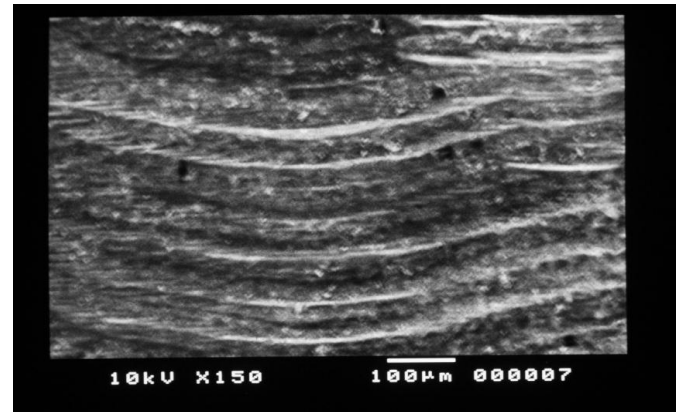
**B4**



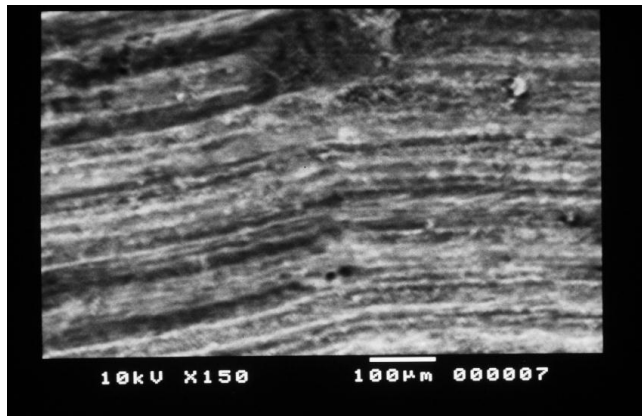
**B5**



**B6**



B7



**DESCRIPCIÓN:**

Se puede observar una superficie del esmalte muy irregular debido a la cantidad de surcos que presenta, un esmalte rugoso a causa del desgaste con fresas de diamante de grano fino. En comparación con el grupo anterior, se puede decir que los surcos son un poco menos profundos pero que todavía el esmalte se aprecia muy rayado.

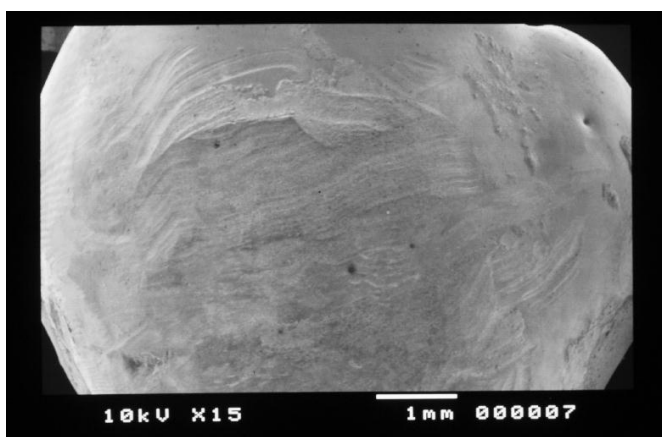
**FOTOS MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO DEL GRUPO C:**

**PIEDRA DE ARKANSAS EMPLEADA EN INSTRUMENTOS DE ALTA**

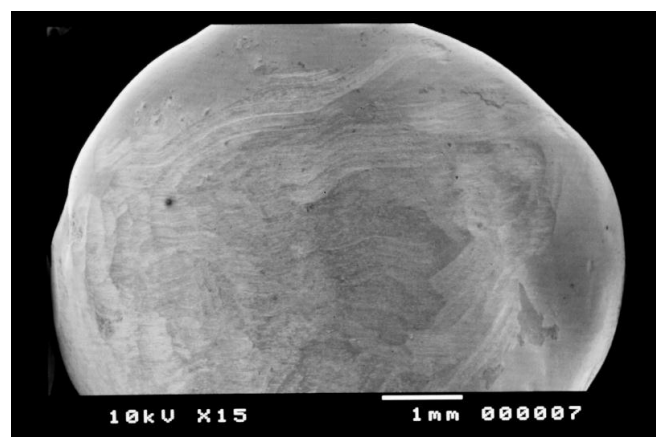
**VELOCIDAD**

**MAGNIFICACIÓN 15um**

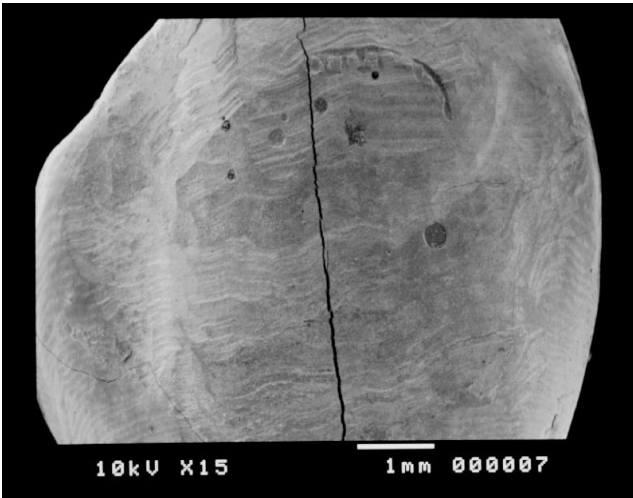
C1



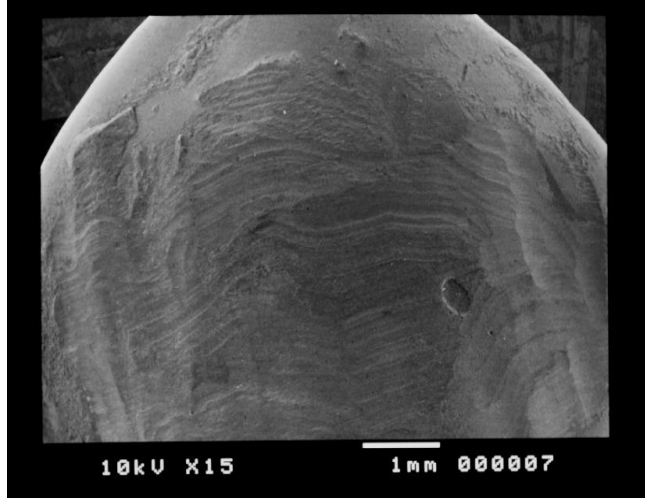
C2



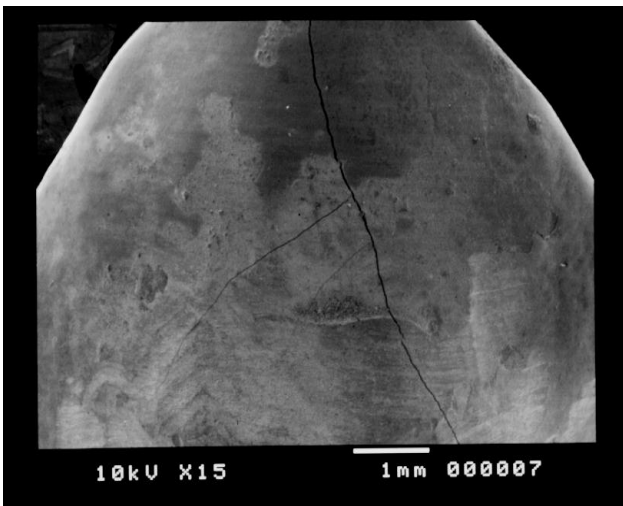
C3



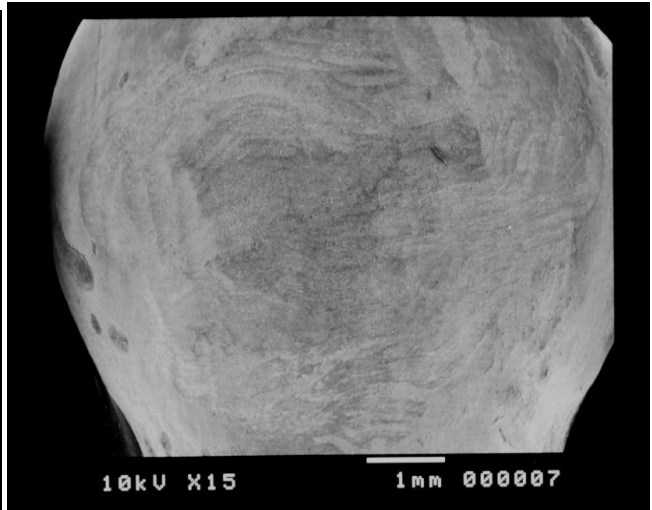
C4



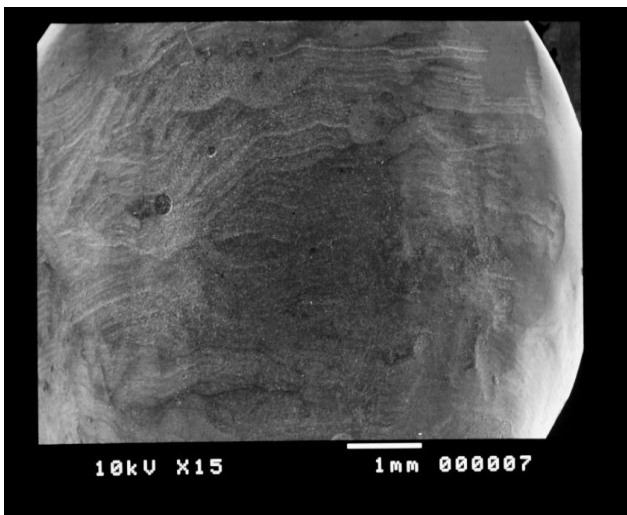
C5



C6



C7

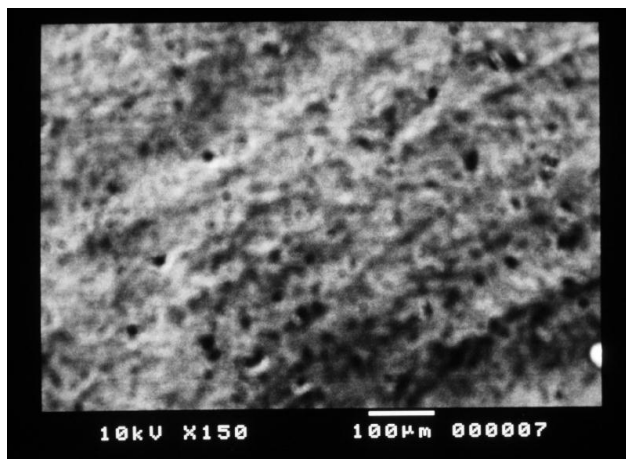


**DESCRIPCIÓN:**

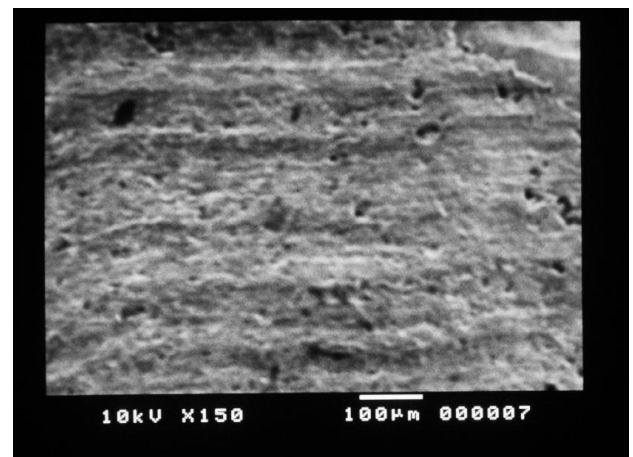
En estas microfotografías se puede observar que al realizar el pulido con una piedra de Arkansas, la superficie del esmalte se torna menos alterada, queda un poco más lisa y uniforme. Sin embargo, todavía se aprecia la presencia de surcos marcados en el esmalte dental.

**MAGNIFICACION 150um**

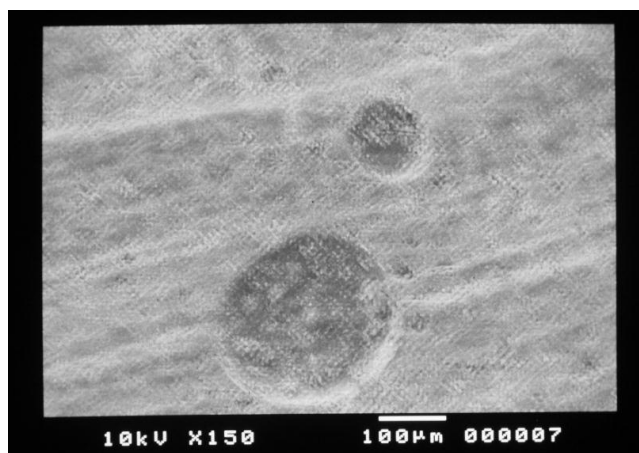
C1



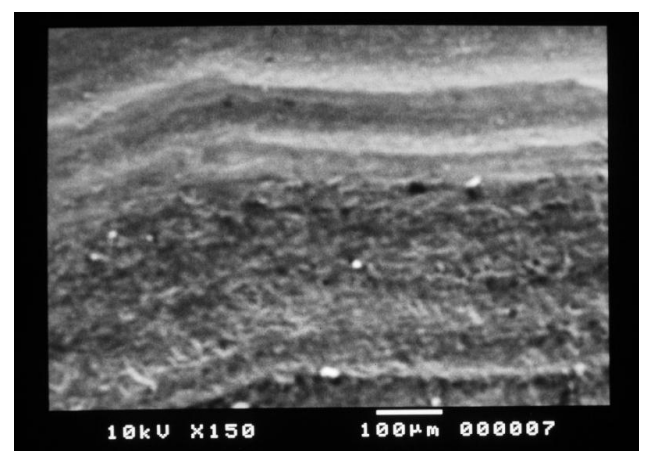
C2



C3

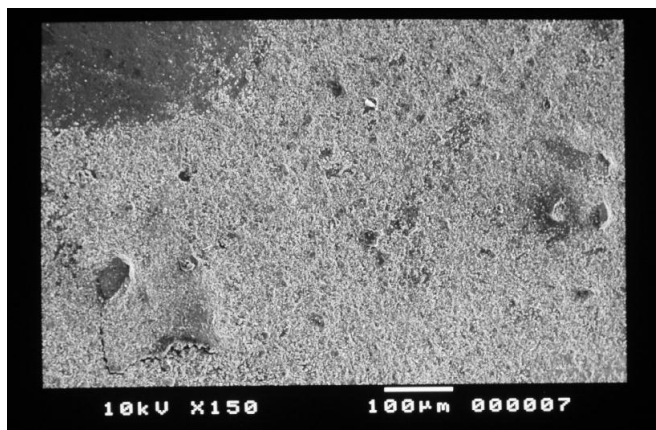


C4

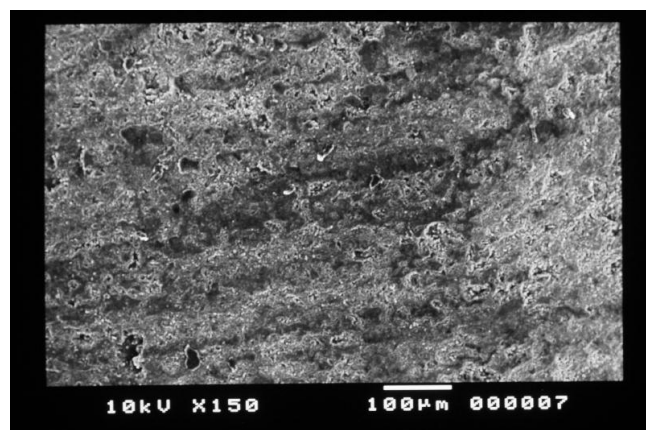




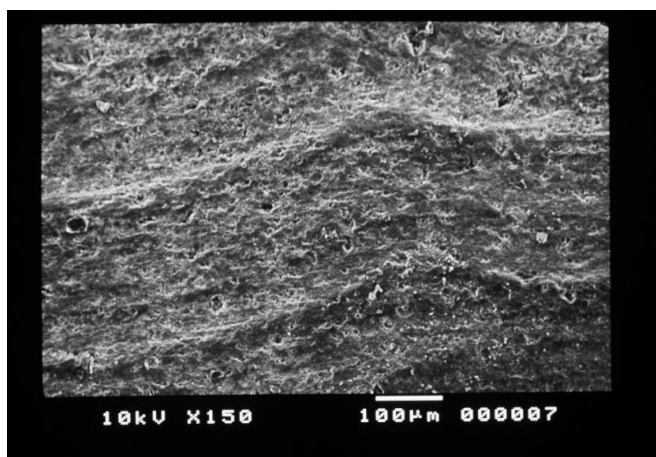
C5



C6



C7



### DESCRIPCIÓN:

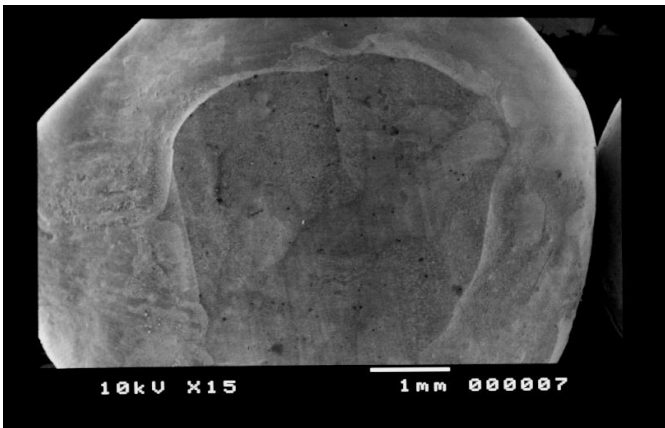
Se observa una estructura un poco más uniforme; además, los surcos que presenta el esmalte dental son menos marcados y profundos en comparación de los grupos anteriores. Sin embargo, todavía se puede apreciar que existen varias rayas en la superficie del esmalte tornándola un poco irregular.

**FOTOS MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO DEL GRUPO D: FRESA  
DE CARBURO TUNGSTENO EMPLEADA EN INSTRUMENTOS DE ALTA**

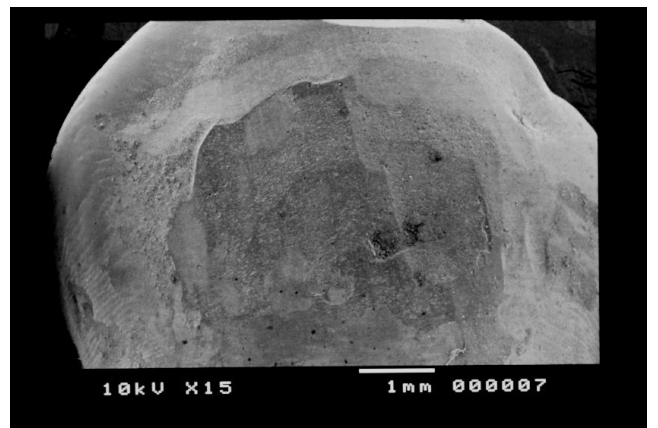
**VELOCIDAD**

**MAGNIFICACIÓN 15um**

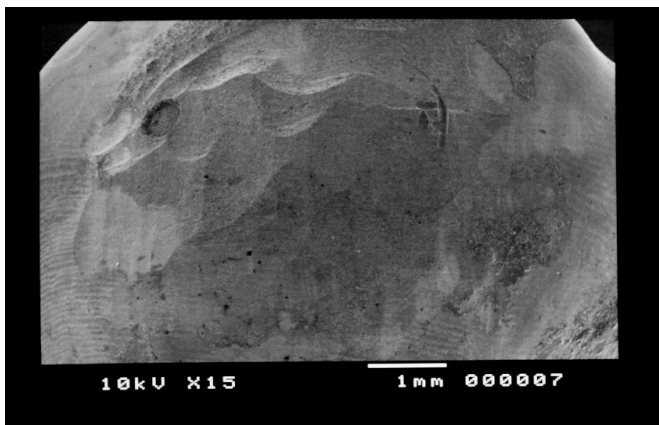
D1



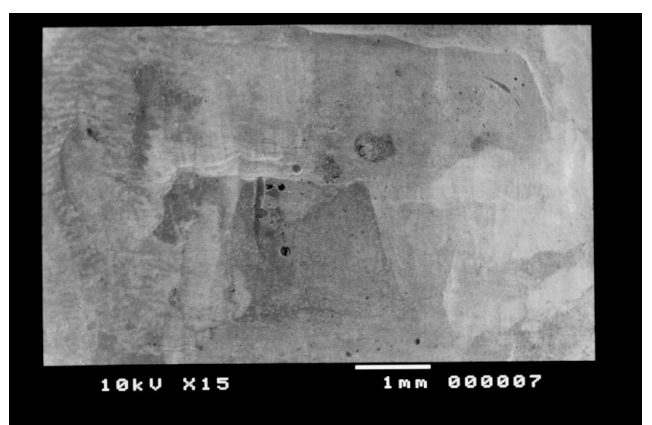
D2



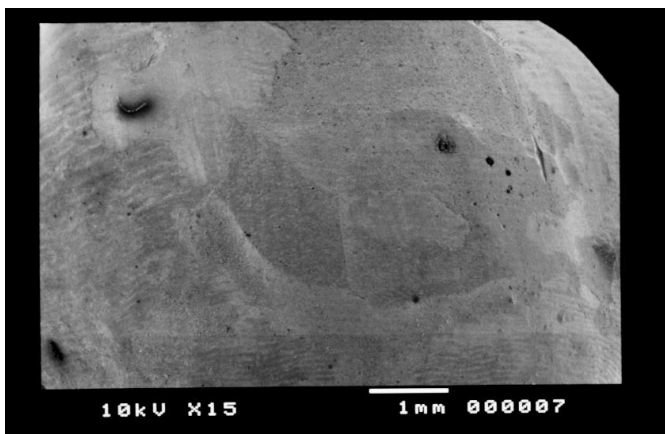
D3



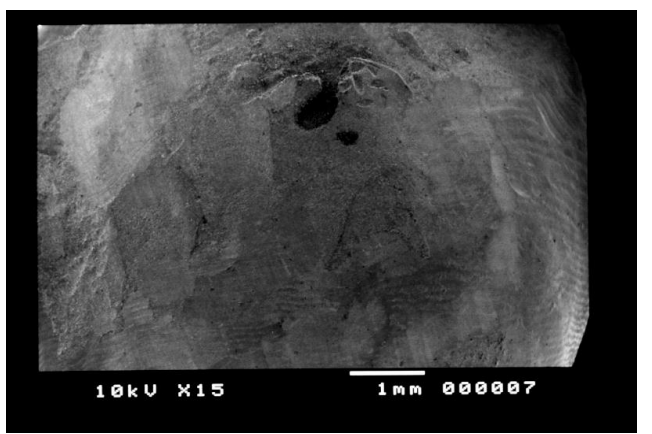
D4



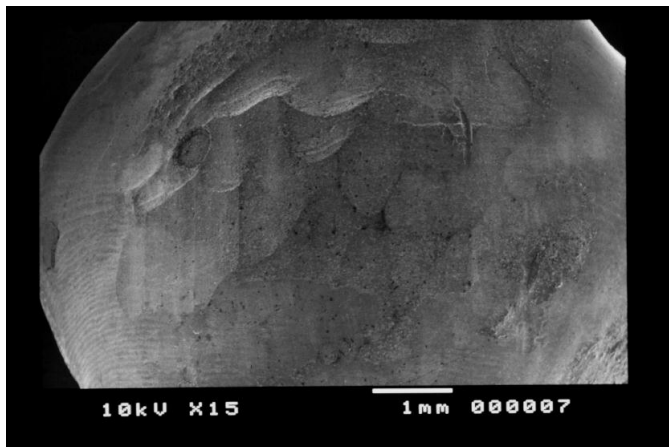
D5



D6



D7

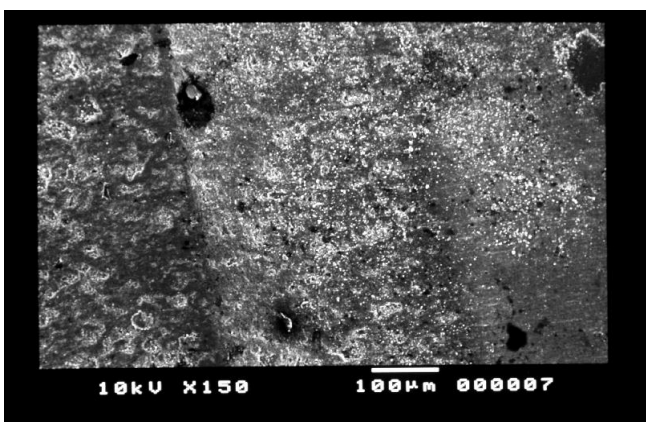


### DESCRIPCIÓN:

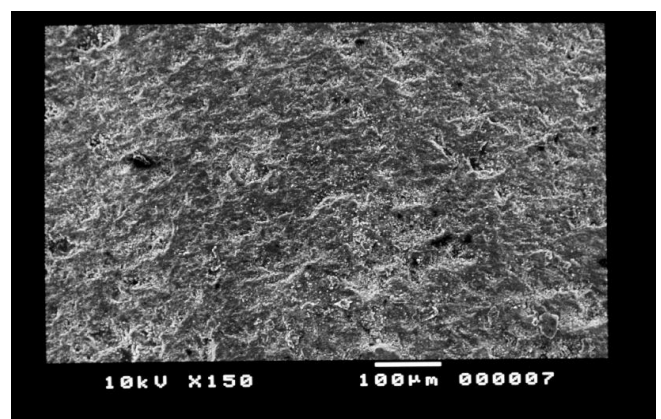
En estas microfotografías se puede apreciar que la estructura del esmalte es menos alterada, un poco más uniforme y lisa. En comparación a los grupos anteriores se puede decir que este tipo de fresas dan un pulido menos agresivo debido a que el esmalte dental no presenta tantos surcos muy marcados y profundos como en los grupos anteriores.

### MAGNIFICACION 150um

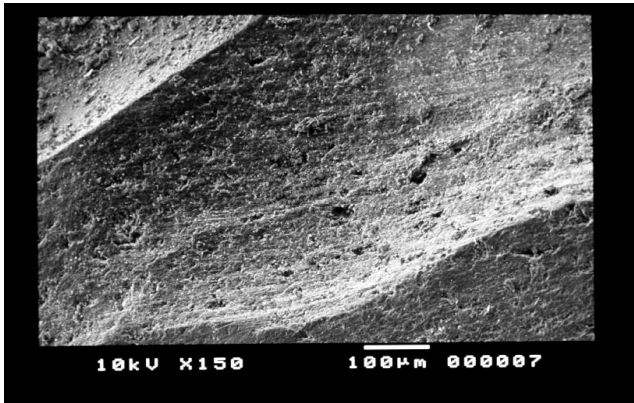
D1



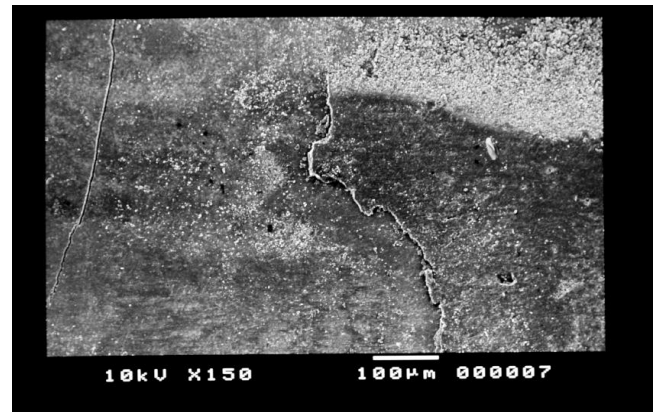
D2



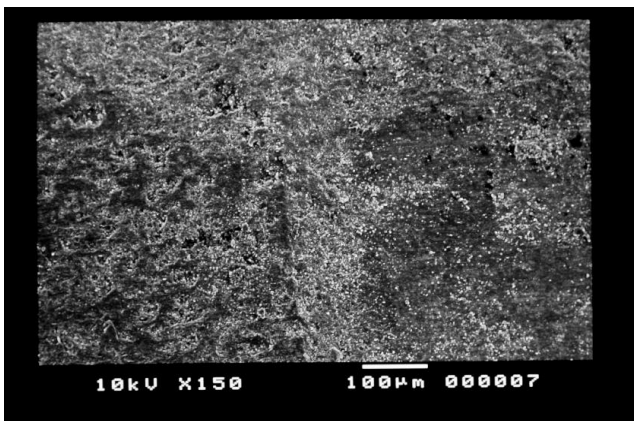
D3



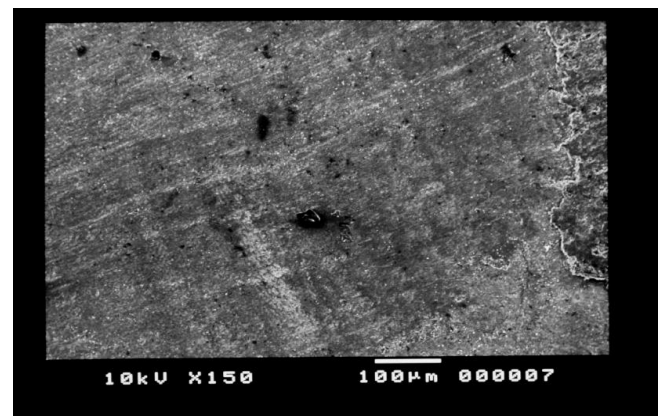
D4



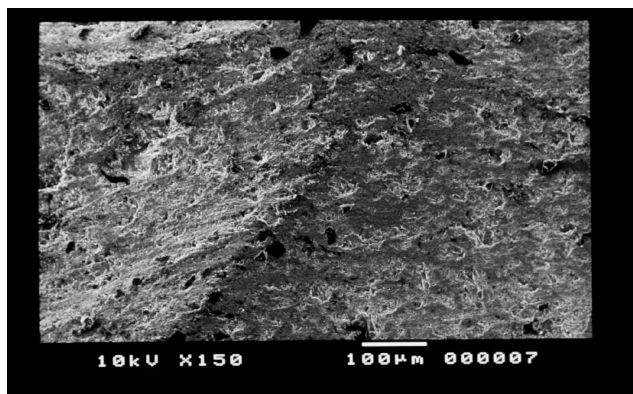
D5



D6



D7



### DESCRIPCIÓN:

A diferencia de los grupos anteriores se puede observar que los surcos en el esmalte dental que causa este tipo de fresa son menos profundos y pronunciados en comparación con los

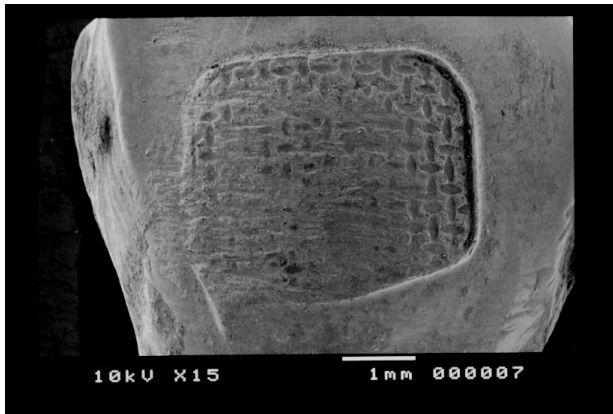
grupos anteriores. Esto permite que el pulido sea un poco más conservador y otorgue una superficie más lisa.

**GRUPO 2:** FOTOS CON MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO DE LOS  
DIENTES PULIDOS CON DIFERENTES TIPOS DE FRESAS EMPLEADAS EN  
INSTRUMENTOS DE BAJA VELOCIDAD.

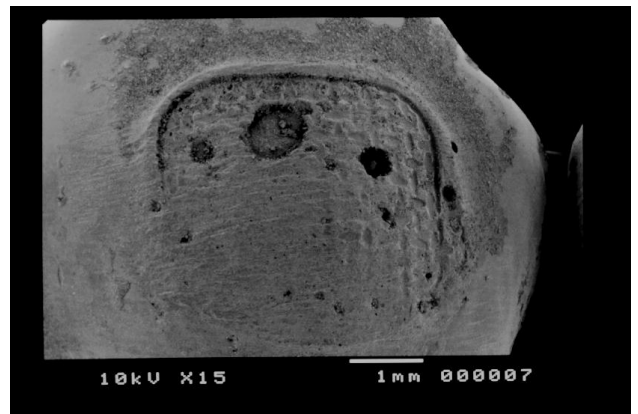
**FOTOS MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO DEL GRUPO E: FRESA  
DE DIAMANTE GRANO GRUESO EMPLEADA EN INSTRUMENTOS DE BAJA  
VELOCIDAD**

**MAGNIFICACIÓN 15um**

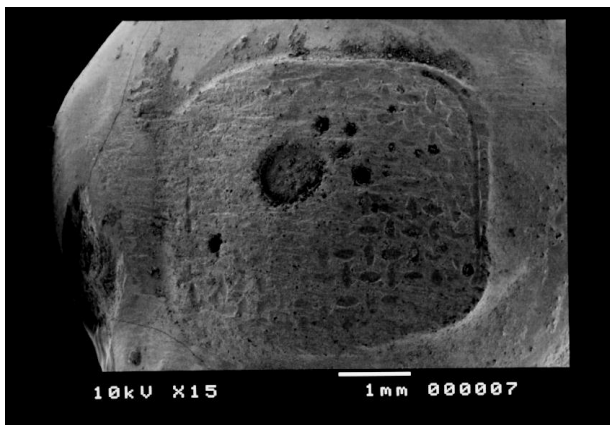
E1



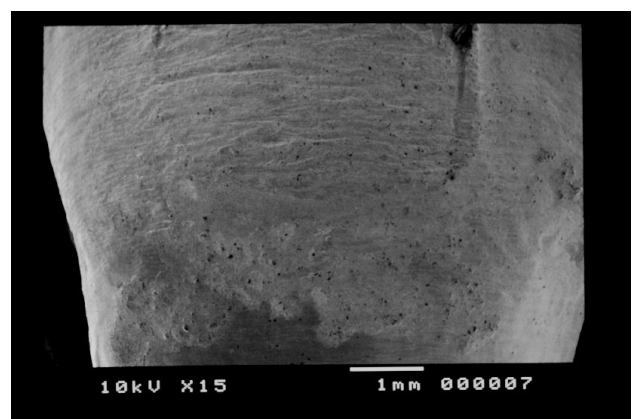
E2



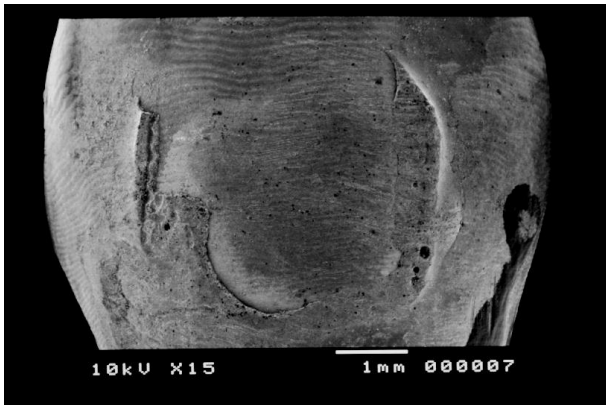
E3



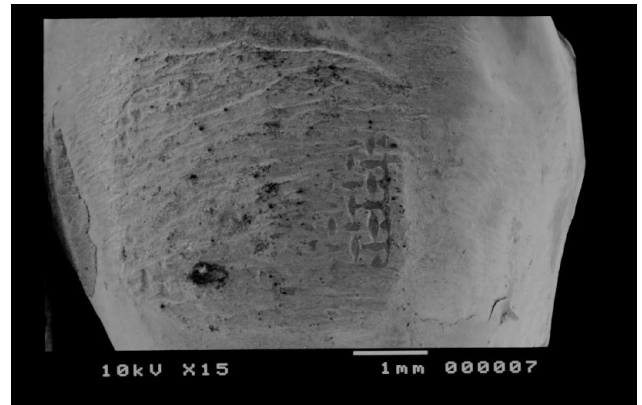
E4



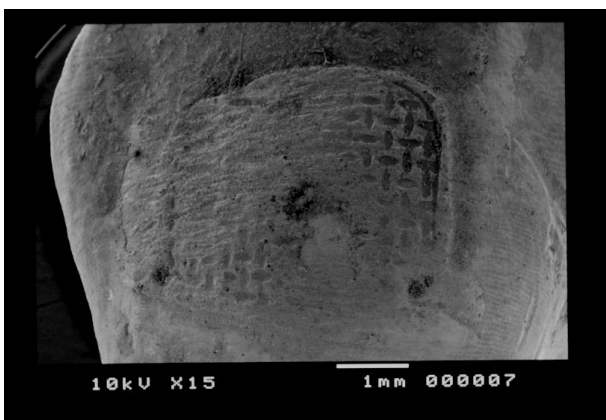
E5



E6



E7

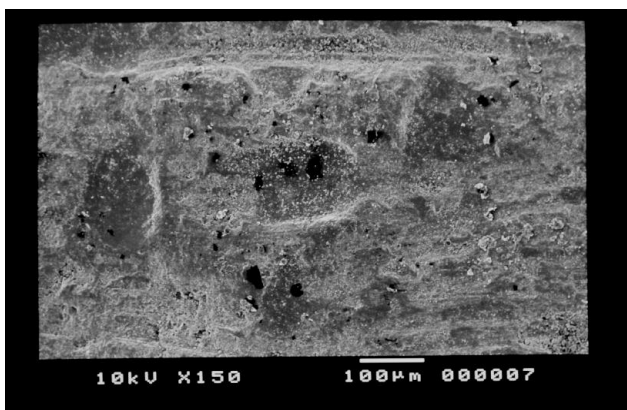


### DESCRIPCIÓN:

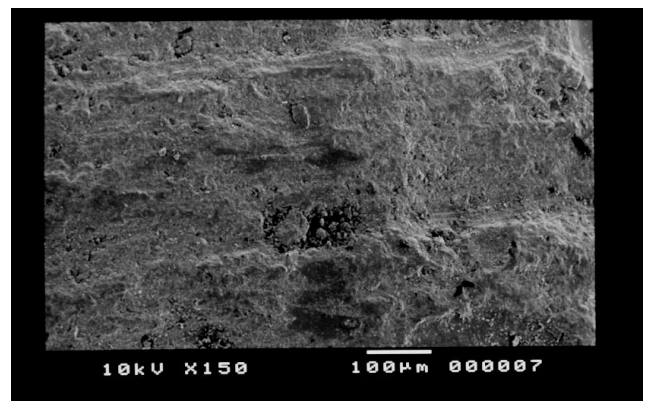
Se puede apreciar que la estructura del esmalte presenta menos surcos profundos y es menos rayada en comparación cuando se utiliza una fresa de diamante grano grueso empleada en instrumentos de alta velocidad.

### MAGNIFICACION 150um

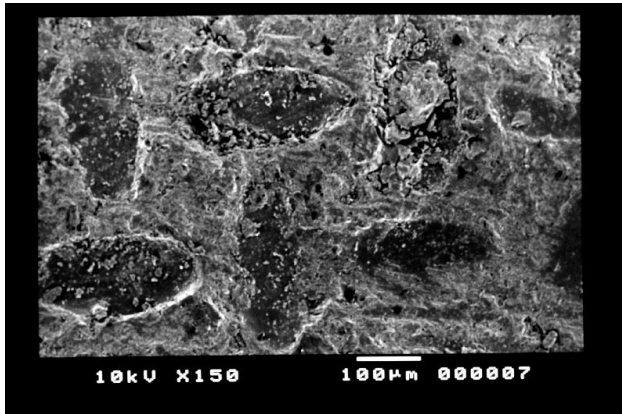
E1



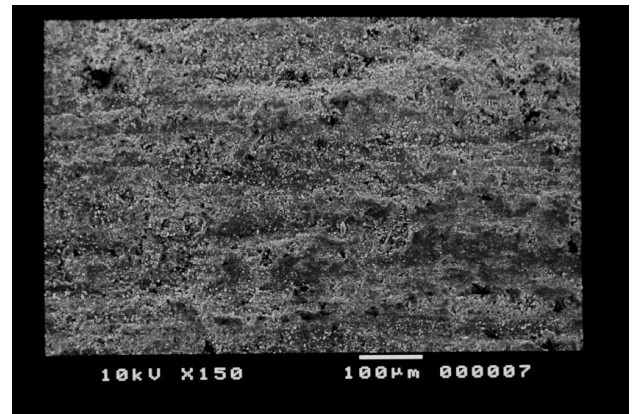
E2



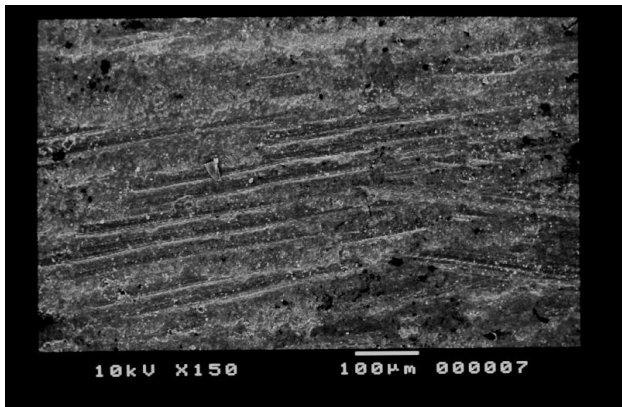
E3



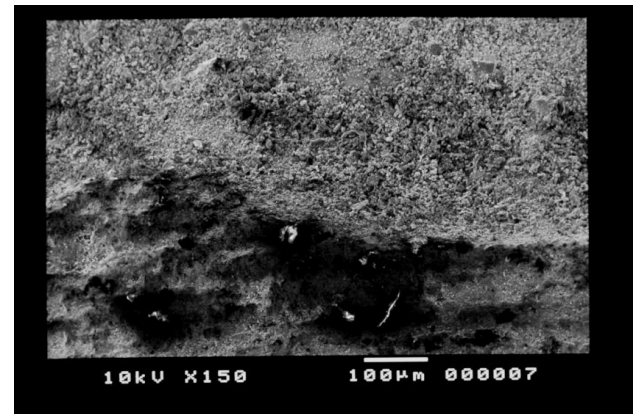
E4



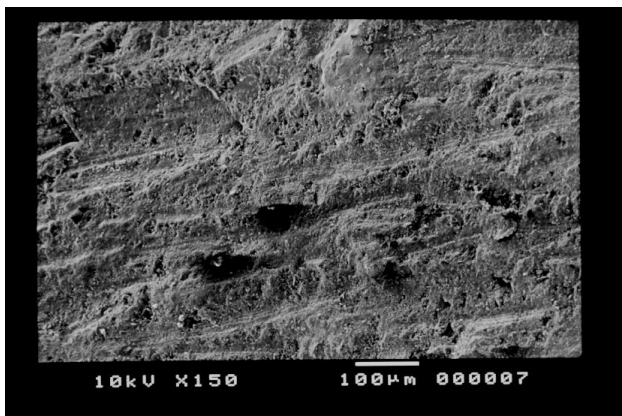
E5



E6



E7



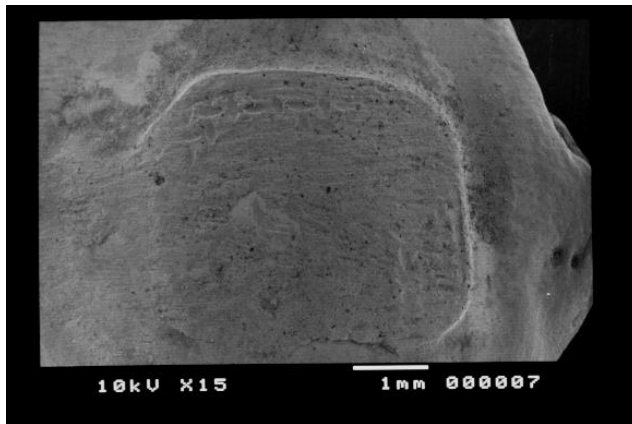
### **DESCRIPCIÓN:**

Se observa que al pulir la superficie del esmalte con una fresa de diamante grano grueso empleada en un instrumento de baja velocidad, se obtiene una superficie poco uniforme, rayada, con presencia de algunos surcos en el esmalte.

**FOTOS MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO DEL GRUPO F: FRESA**  
**DE DIAMANTE GRANO FINO EMPLEADA EN INSTRUMENTOS DE BAJA**  
**VELOCIDAD**

**MAGNIFICACIÓN 15um**

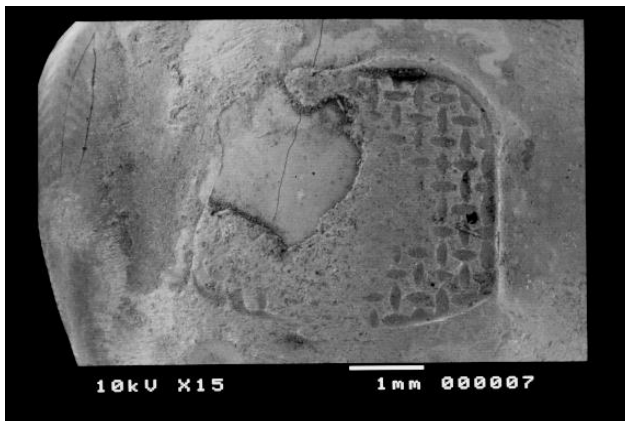
F1



F2



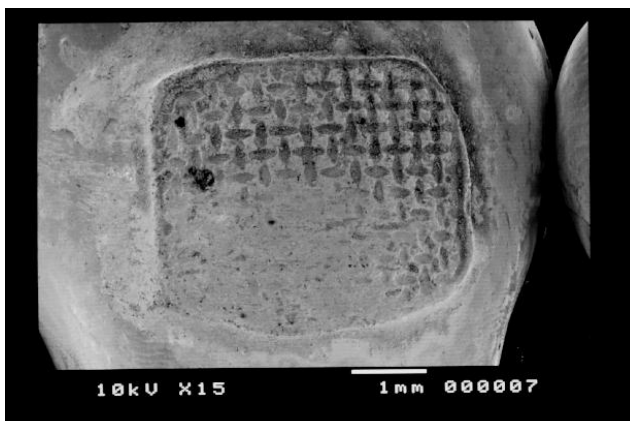
F3



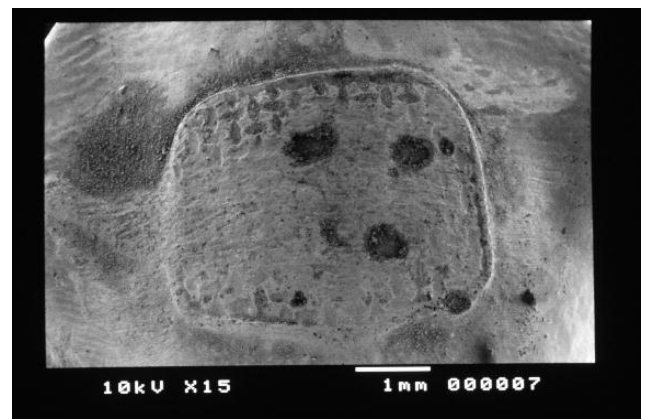
F4



F5

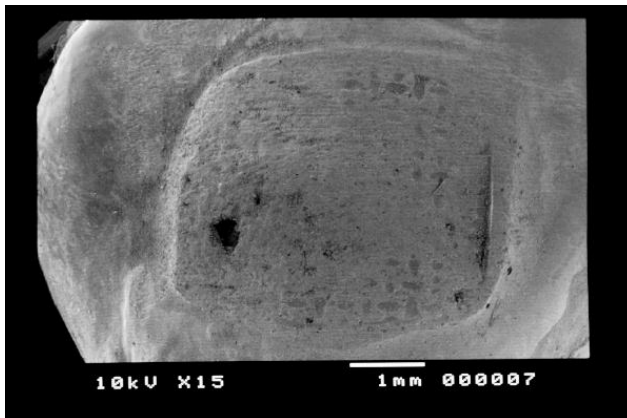


F6





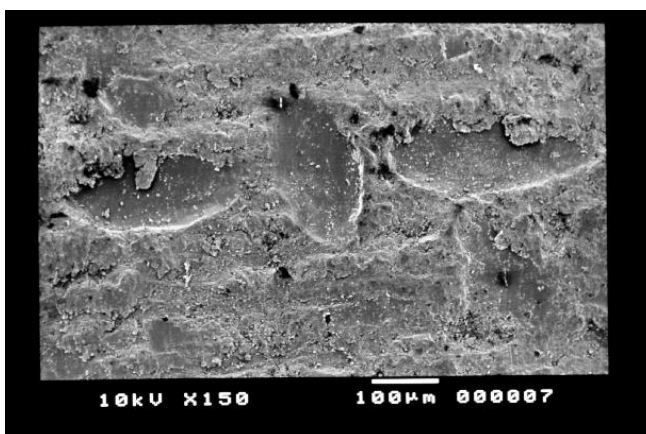
F7

**DESCRIPCIÓN:**

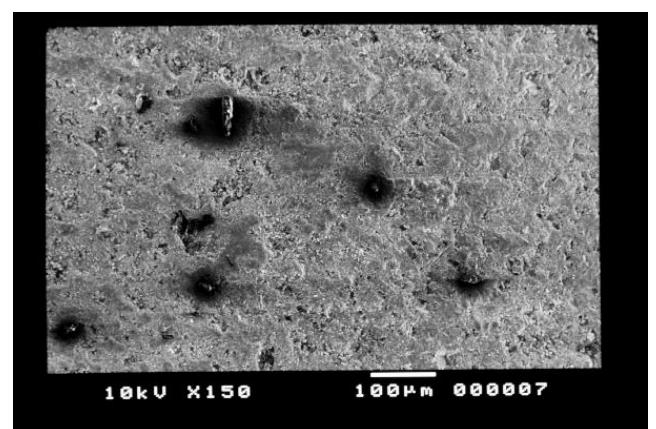
En estas microfotografías se puede observar que el desgaste utilizando un instrumento de baja velocidad es menor en comparación a los grupos en los cuales se utilizó instrumentos de alta velocidad. Además, los surcos presentes en el esmalte son menos profundos y se observa una superficie más lisa.

**MAGNIFICACION 150um**

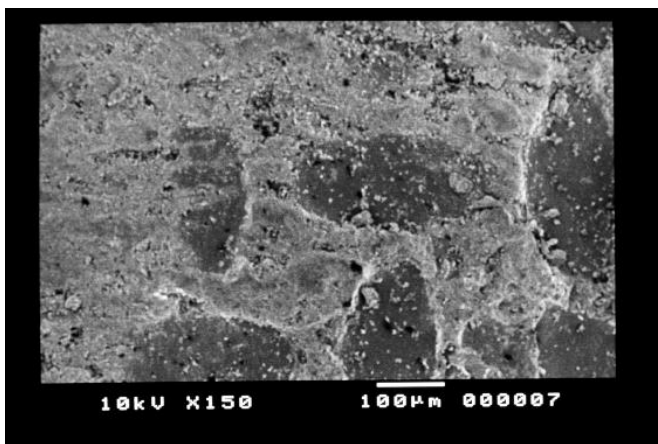
F1



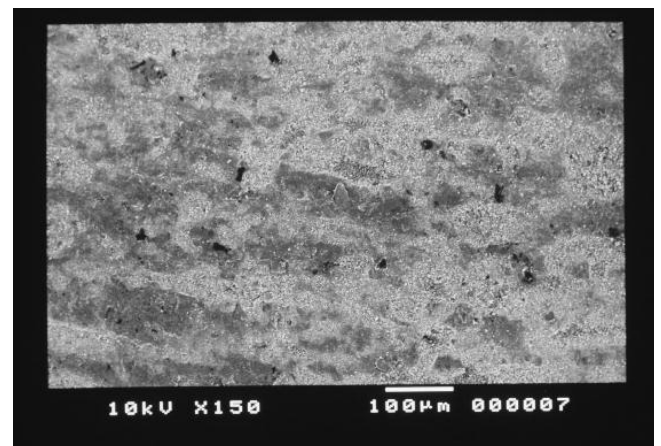
F2



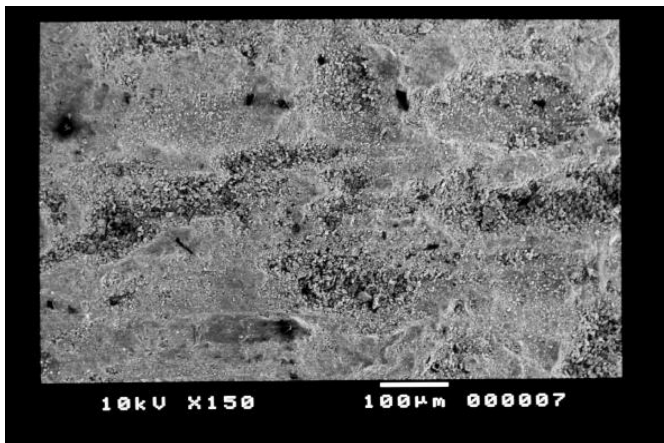
F3



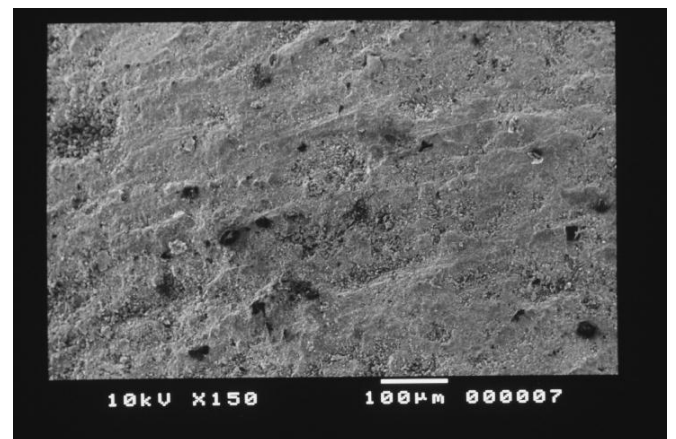
F4



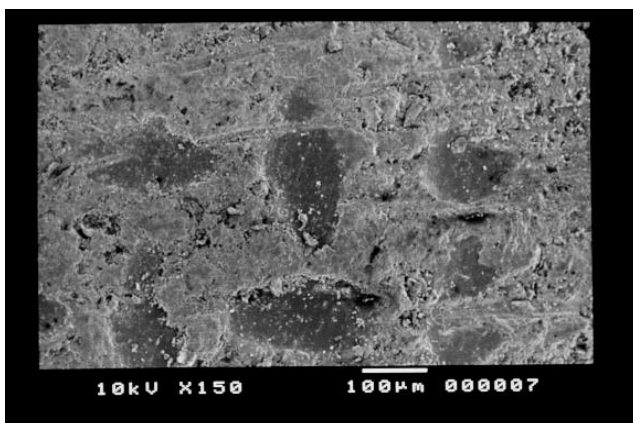
F5



F6



F7



### DESCRIPCIÓN:

Se observa un pulido más conservador, sin presencia de surcos prominentes y profundos.

La superficie del esmalte no está muy rayada y es un poco más uniforme.

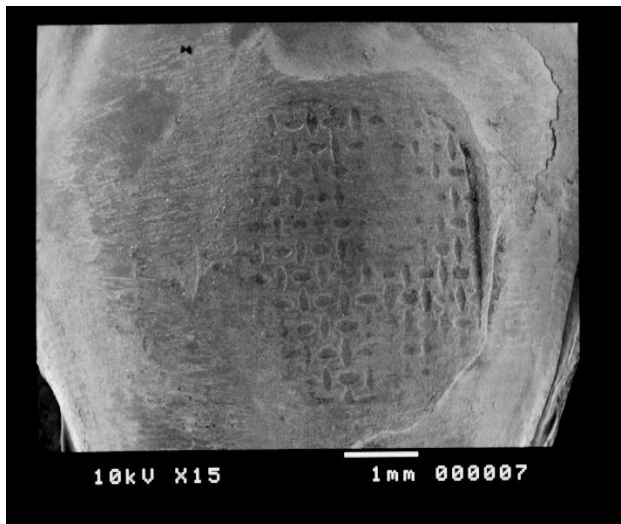
**FOTOS MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO DEL GRUPO G:**

**PIEDRA DE ARKANSAS EMPLEADA EN INSTRUMENTOS DE BAJA**

**VELOCIDAD**

**MAGNIFICACIÓN 15um**

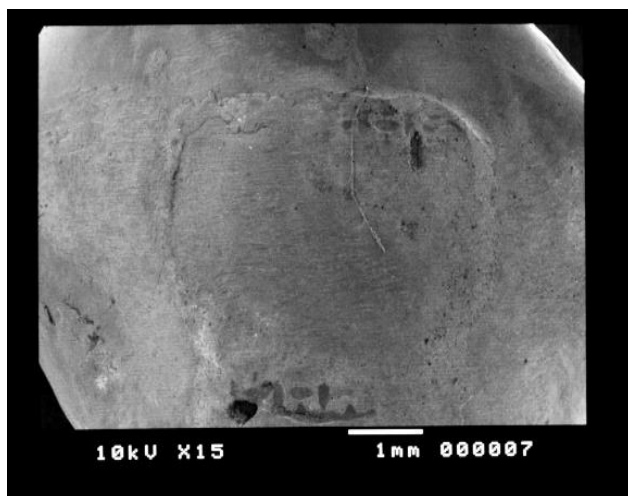
G1



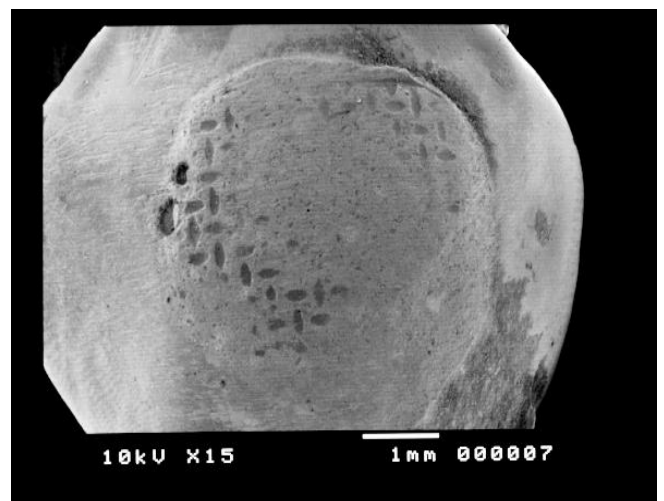
G2



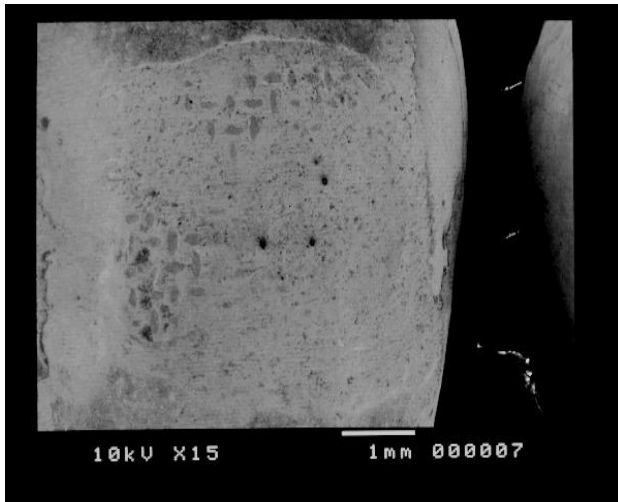
G3



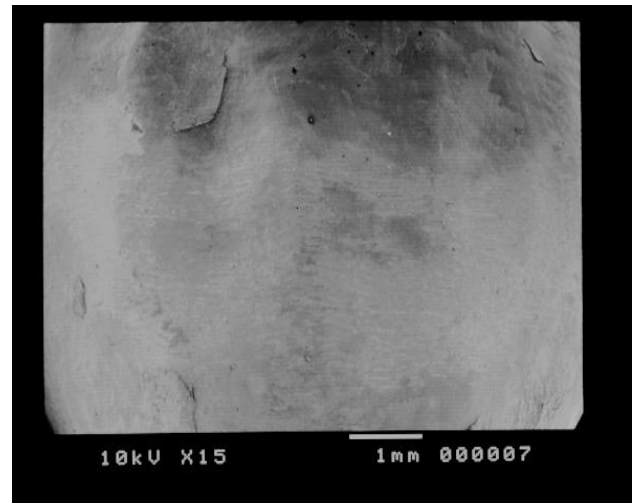
G4



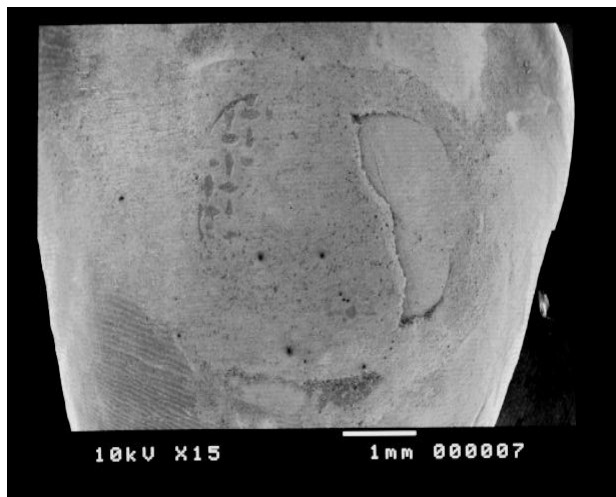
G5



G6



G7

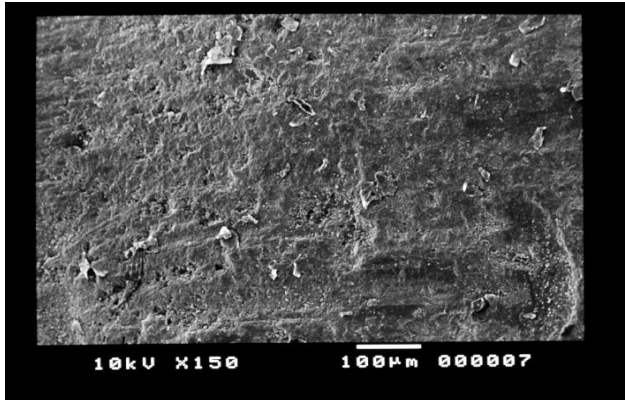


### **DESCRIPCIÓN:**

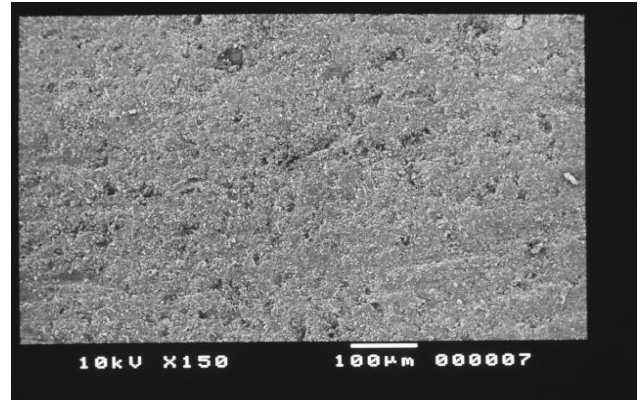
En estas microfotografías se puede observar que el pulido es muy diferente en comparación con grupos anteriores ya que el esmalte dental presenta surcos muy superficiales y se presenta más liso y uniforme.

MAGNIFICACION 150um

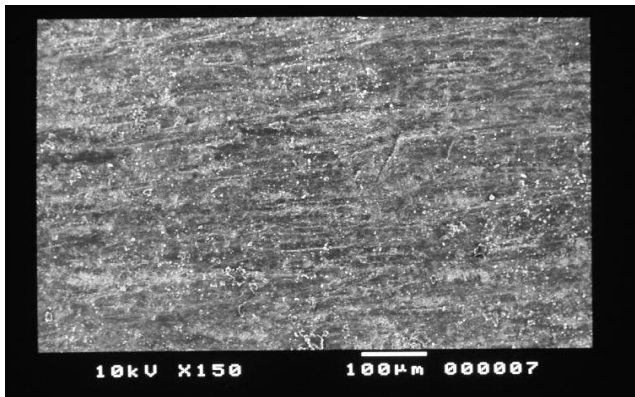
G1



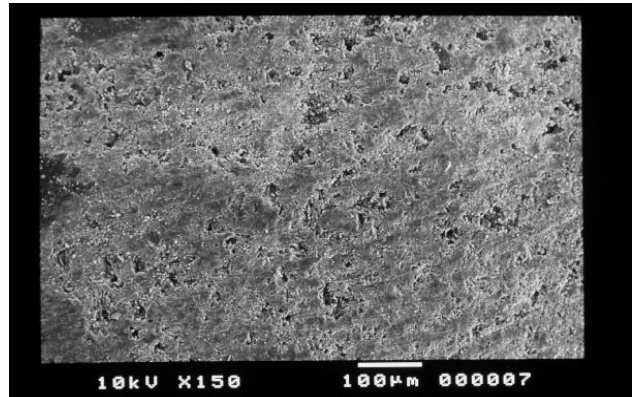
G2



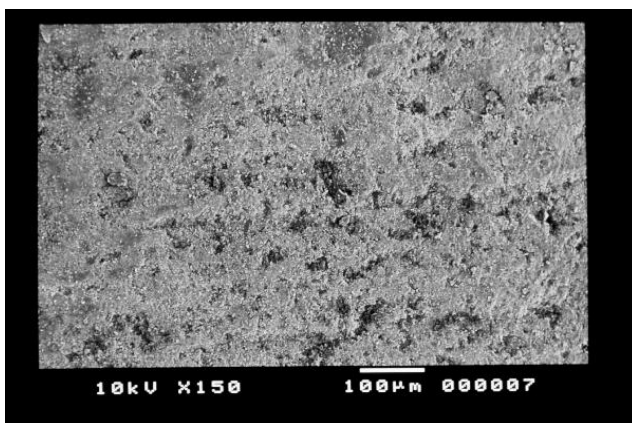
G3



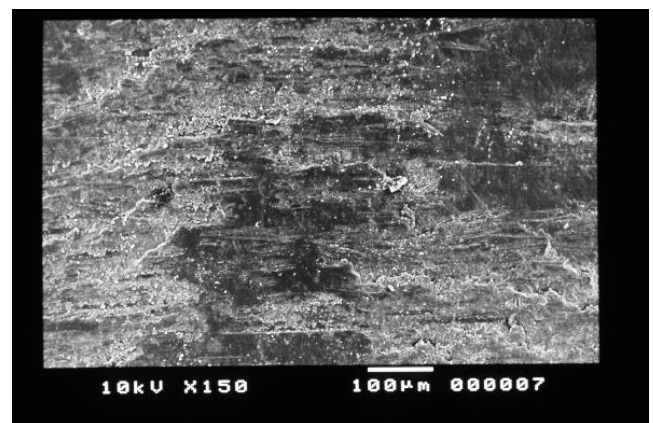
G4



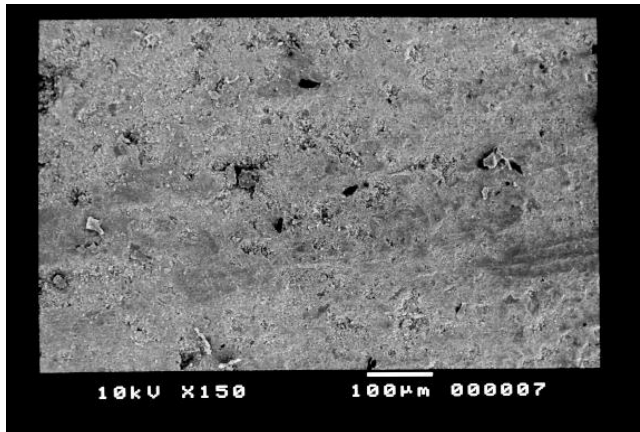
G5



G6



G7



### DESCRIPCIÓN:

En estas microfotografías se observa que tanto la separación como la profundidad de los surcos en el esmalte son diferentes a la de los grupos anteriores, debido a que el pulido es más conservador y no deja una superficie muy rugosa e inestable.

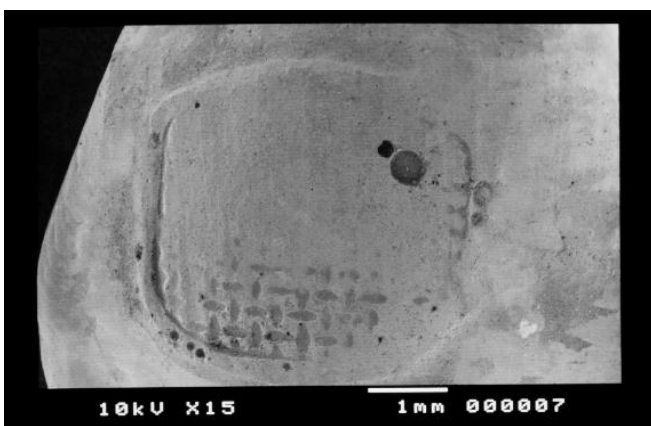
### FOTOS MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO DEL GRUPO H: FRESA

#### DE CARBURO TUNGSTENO EMPLEADA EN INSTRUMENTOS DE BAJA

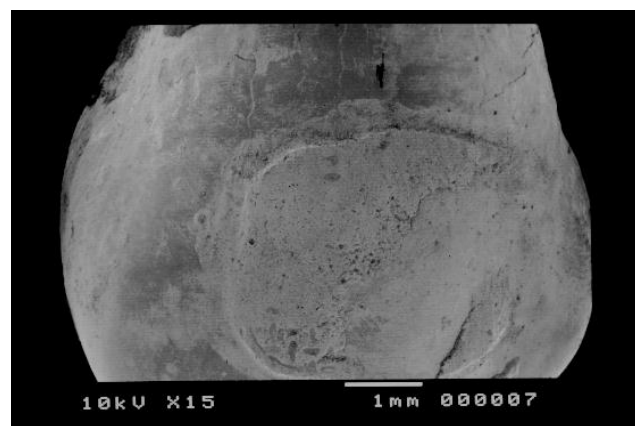
#### VELOCIDAD

#### MAGNIFICACIÓN 15um

H1



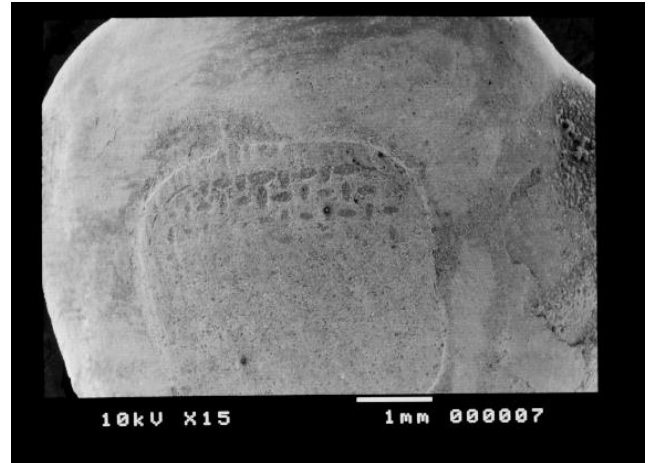
H2



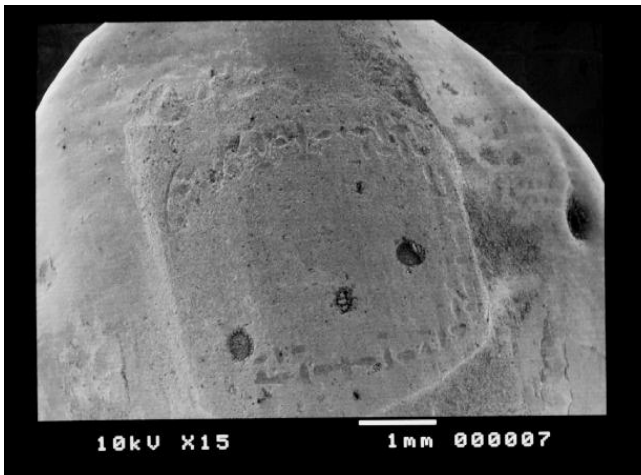
H3



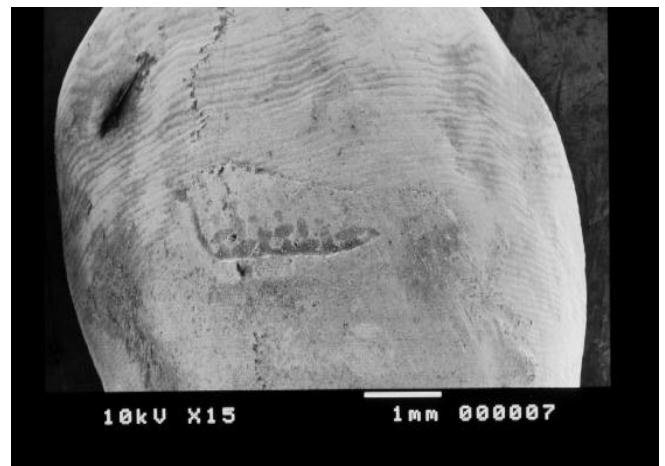
H4



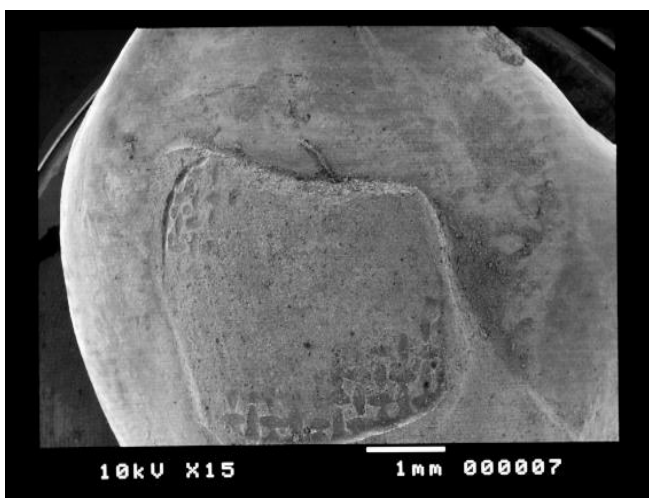
H5



H6



H7

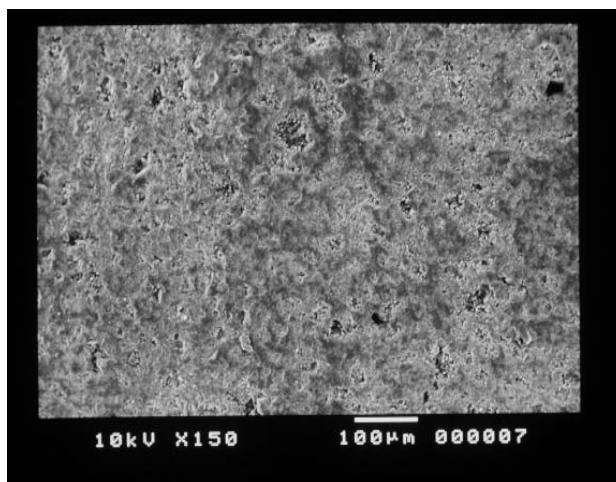


**DESCRIPCIÓN:**

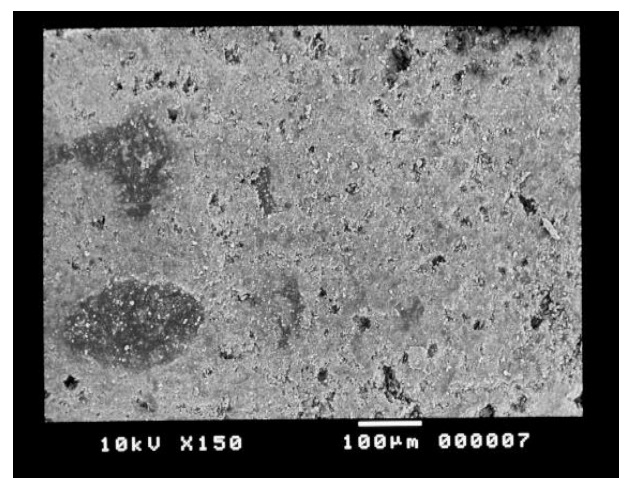
Se puede apreciar que el esmalte dental es más homogéneo, su superficie es lisa debido a que no se observan surcos profundos que rayan el esmalte. En comparación a los grupos anteriores se observa que el desgaste no es tan agresivo.

**MAGNIFICACION 150um**

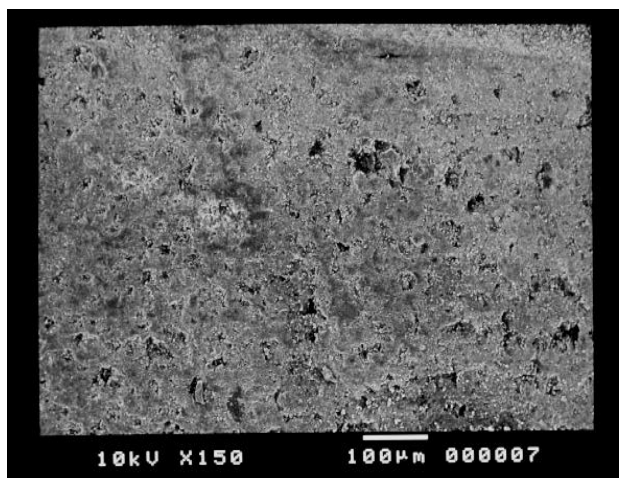
H1



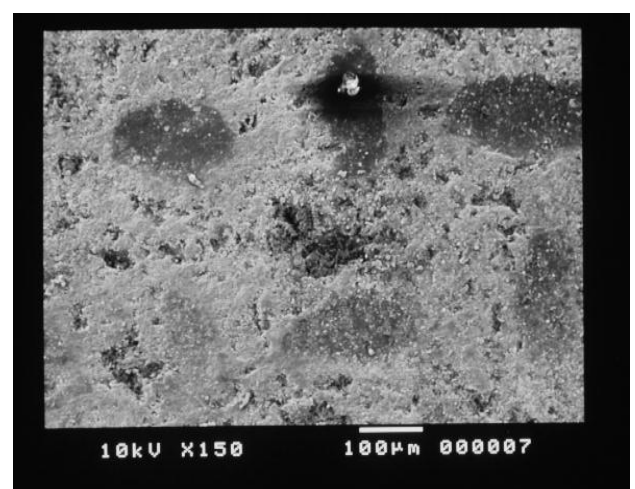
H2



H3

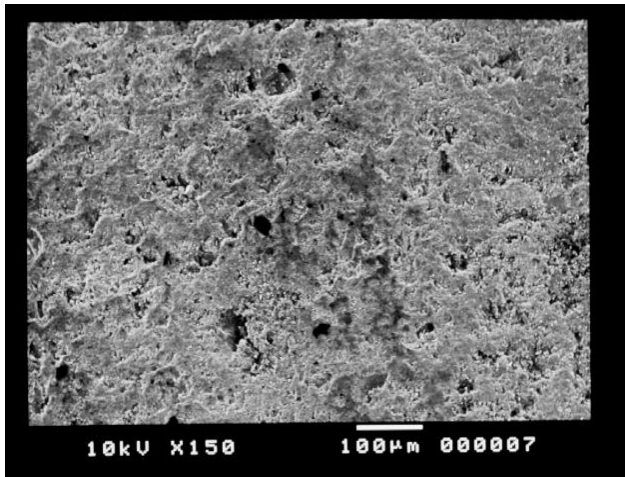


H4

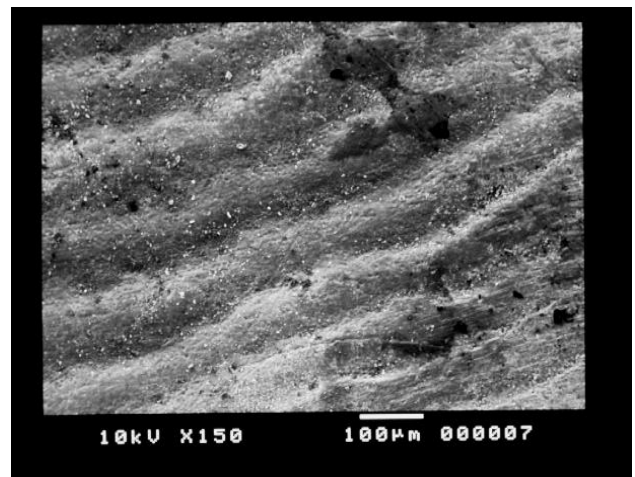




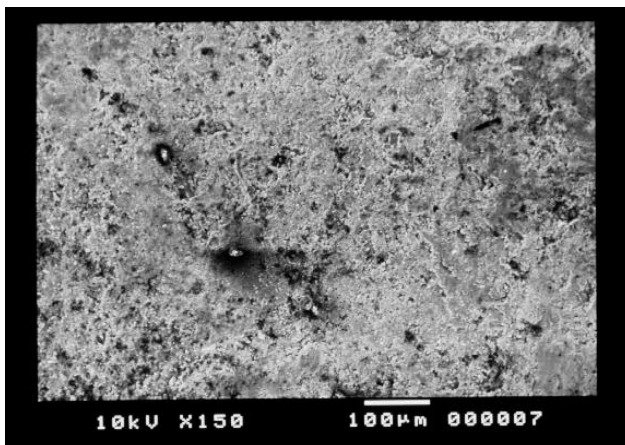
H5



H6



H7



### DESCRIPCIÓN:

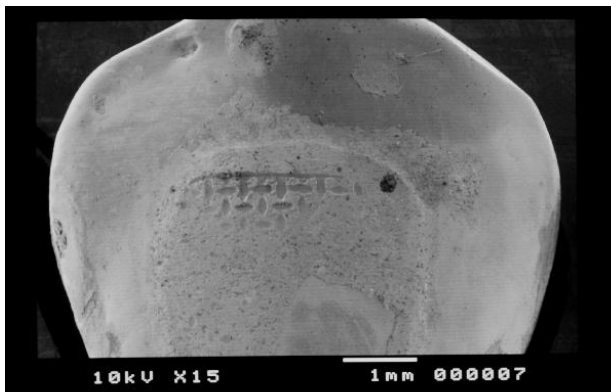
En estas microfotografías se puede observar que los surcos que se presentan en el esmalte son menos profundos y la estructura es más estable y lisa. El desgaste no es tan agresivo ni profundo en comparación a los grupos anteriores sobre todo a los grupos de alta velocidad.

**FOTOS MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO DEL GRUPO I: FRESA**  
**DE FIBRA DE VIDRIO EMPLEADA EN INSTRUMENTOS DE BAJA**

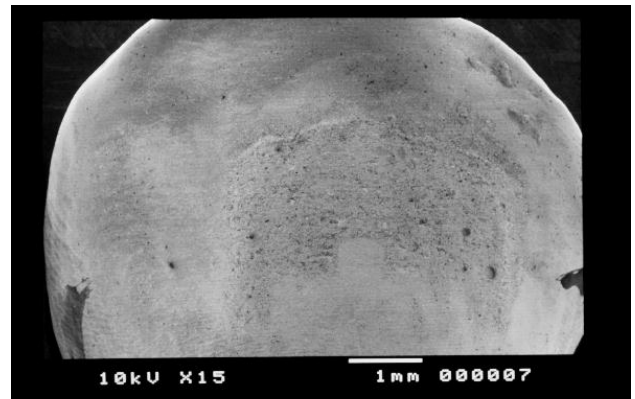
**VELOCIDAD**

**MAGNIFICACION 15um**

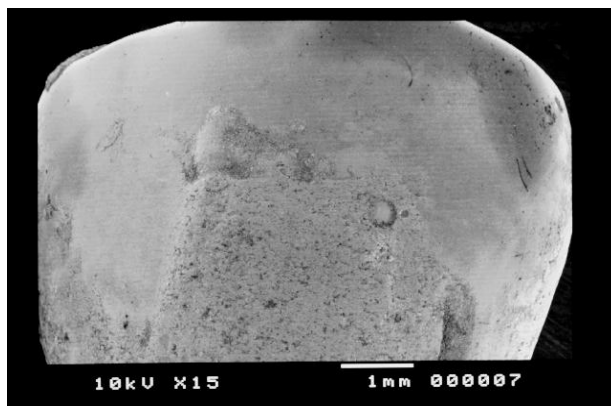
I1



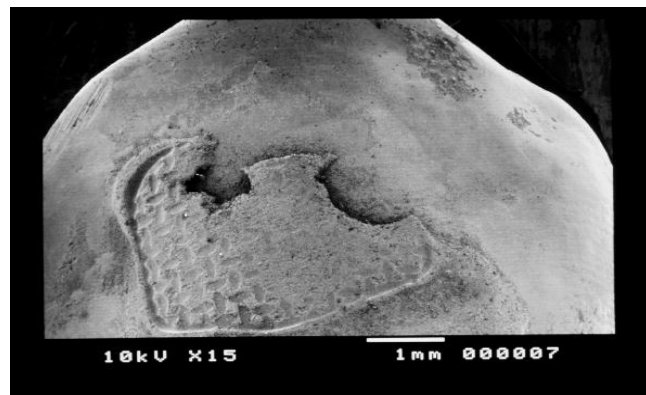
I2



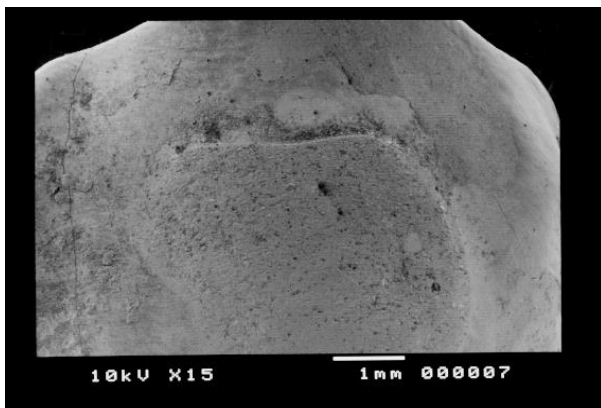
I3



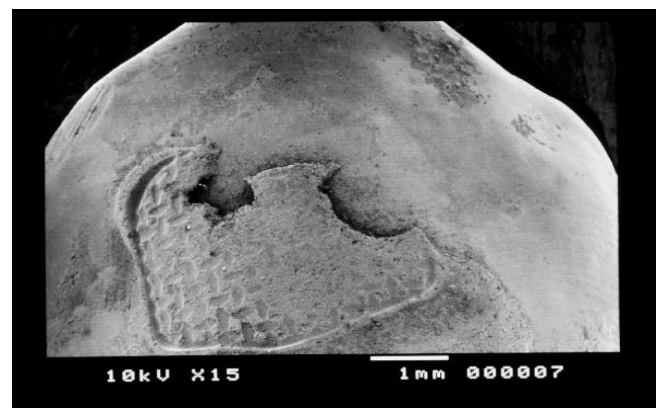
I4



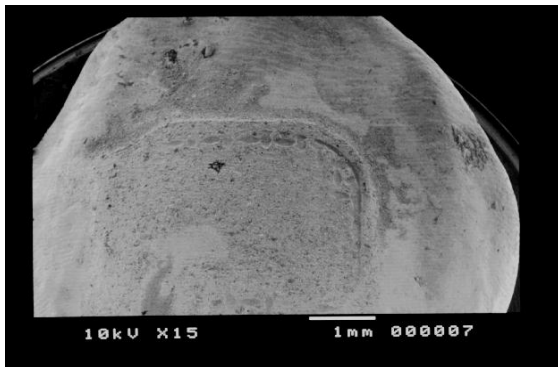
I5



I6



I7

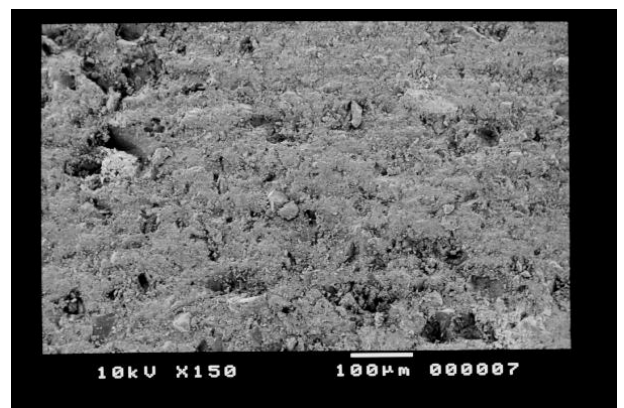
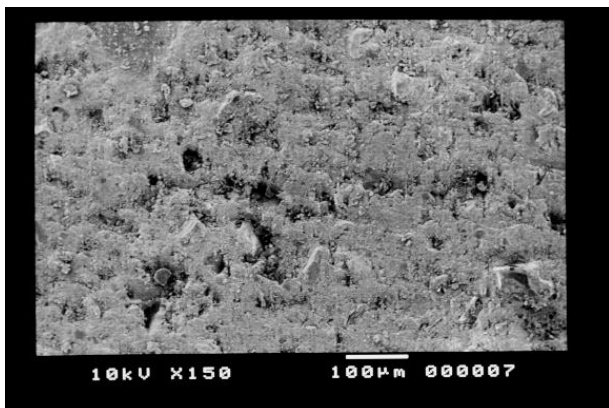


### DESCRIPCIÓN:

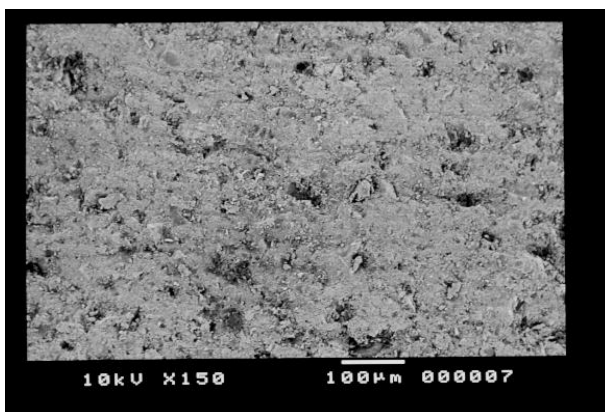
Se puede observar que el esmalte dental presenta una superficie muy homogénea, sin rayas, sin surcos profundos ni prominentes. Además se aprecia que el esmalte es liso y el desgaste no es muy agresivo.

### MAGNIFICACION 150 um

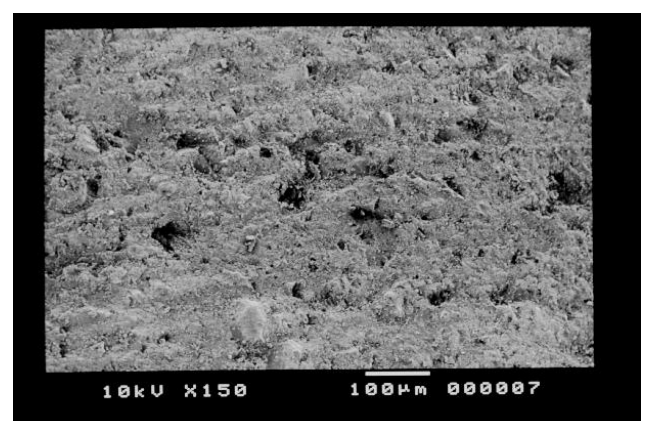
I2



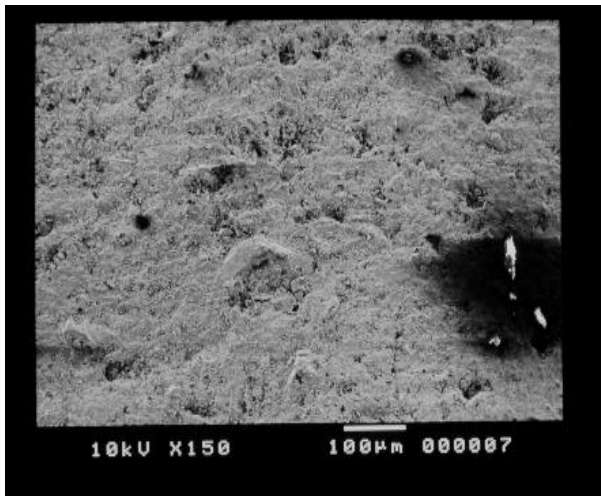
I3



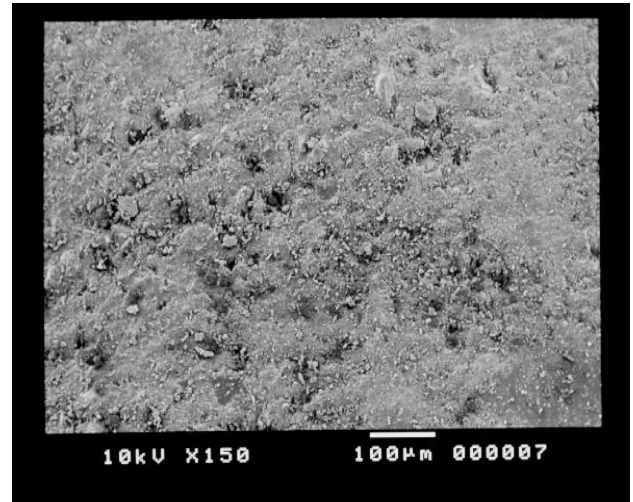
I4



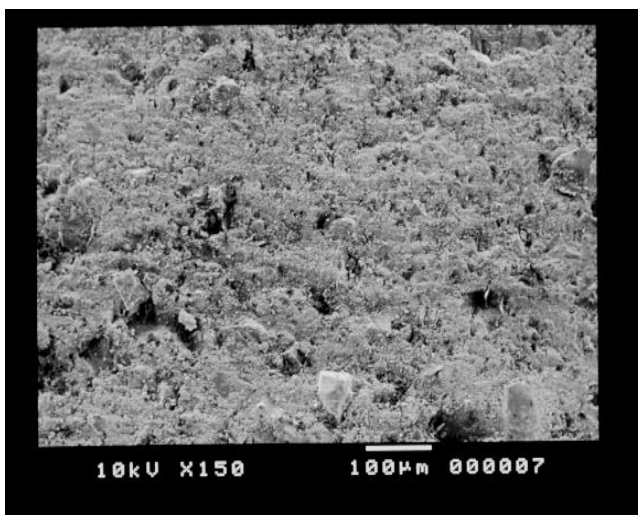
I5



I6



I7I1

**DESCRIPCIÓN:**

El esmalte dental se muestra más homogéneo, más estable y menos rugoso. Además, no presenta surcos profundos y pronunciados. El desgaste causado por este tipo de fresa es muy diferente al de los grupos anteriores.

## RESULTADOS ANALISIS ESTADISTICO

Después de realizar las microfotografías del esmalte de cada grupo experimental, se obtuvieron los siguientes datos:

### ALTA VELOCIDAD

<b>GRUPO A</b>		
<b>DIENTE</b>	<b>um</b>	<b>Nm</b>
<b>A1</b>	160	160000
<b>A2</b>	150	150000
<b>A3</b>	130	130000
<b>A4</b>	240	240000
<b>A5</b>	280	280000
<b>A6</b>	160	160000
<b>A7</b>	200	200000

**TABLA 2.** Mediciones del espesor del esmalte expresado en micras y en nanómetros del grupo de dientes pulidos con una fresa de diamante grano grueso.

<b>GRUPO B</b>		
<b>DIENTE</b>	<b>um</b>	<b>nm</b>
<b>B1</b>	150	150000
<b>B2</b>	110	110000
<b>B3</b>	100	100000
<b>B4</b>	110	110000
<b>B5</b>	110	110000
<b>B6</b>	120	120000
<b>B7</b>	100	100000

**TABLA 3.** Mediciones del espesor del esmalte expresado en micras y en nanómetros del grupo de dientes pulidos con una fresa de diamante grano fino.

<b>GRUPO C</b>		
<b>DIENTE</b>	<b>um</b>	<b>nm</b>
<b>C1</b>	110	110000
<b>C2</b>	100	100000
<b>C3</b>	100	100000
<b>C4</b>	90	90000
<b>C5</b>	70	70000
<b>C6</b>	80	80000
<b>C7</b>	100	100000

**TABLA 4.** Mediciones del espesor del esmalte expresado en micras y en nanómetros del grupo de dientes pulido con una piedra de arkansas.

<b>GRUPO D</b>		
<b>DIENTE</b>	<b>um</b>	<b>nm</b>
<b>D1</b>	40	40000
<b>D2</b>	50	50000
<b>D3</b>	70	70000
<b>D4</b>	50	50000
<b>D5</b>	50	50000
<b>D6</b>	60	60000
<b>D7</b>	50	50000

**TABLA 5.** Mediciones del espesor del esmalte expresado en micras y en nanómetros del grupo de dientes pulidos con una fresa de carburo tungsteno.

**BAJA VELOCIDAD**

<b>GRUPO E</b>		
<b>DIENTE</b>	<b>um</b>	<b>Nm</b>
<b>E1</b>	90	90000
<b>E2</b>	130	130000
<b>E3</b>	110	110000
<b>E4</b>	80	80000
<b>E5</b>	90	90000
<b>E6</b>	80	80000
<b>E7</b>	80	80000

**TABLA 6.** Mediciones del espesor del esmalte expresado en micras y en nanómetros del grupo de dientes pulidos con una fresa de diamante grano grueso.

<b>GRUPO F</b>		
<b>DIENTE</b>	<b>um</b>	<b>Nm</b>
<b>F1</b>	80	80000
<b>F2</b>	70	70000
<b>F3</b>	70	70000
<b>F4</b>	80	80000
<b>F5</b>	90	90000
<b>F6</b>	100	100000
<b>F7</b>	100	100000

**TABLA 7.** Mediciones del espesor del esmalte expresado en micras y en nanómetros del grupo de dientes pulidos con una fresa de diamante grano fino.

<b>GRUPO G</b>		
<b>DIENTE</b>	<b>um</b>	<b>Nm</b>
<b>G1</b>	60	60000
<b>G2</b>	70	70000
<b>G3</b>	70	70000
<b>G4</b>	80	80000
<b>G5</b>	90	90000
<b>G6</b>	50	50000
<b>G7</b>	70	70000

**TABLA 8.** Mediciones del espesor del esmalte expresada en micras y en nanómetros del grupo de dientes pulidos con una piedra de arkansas.

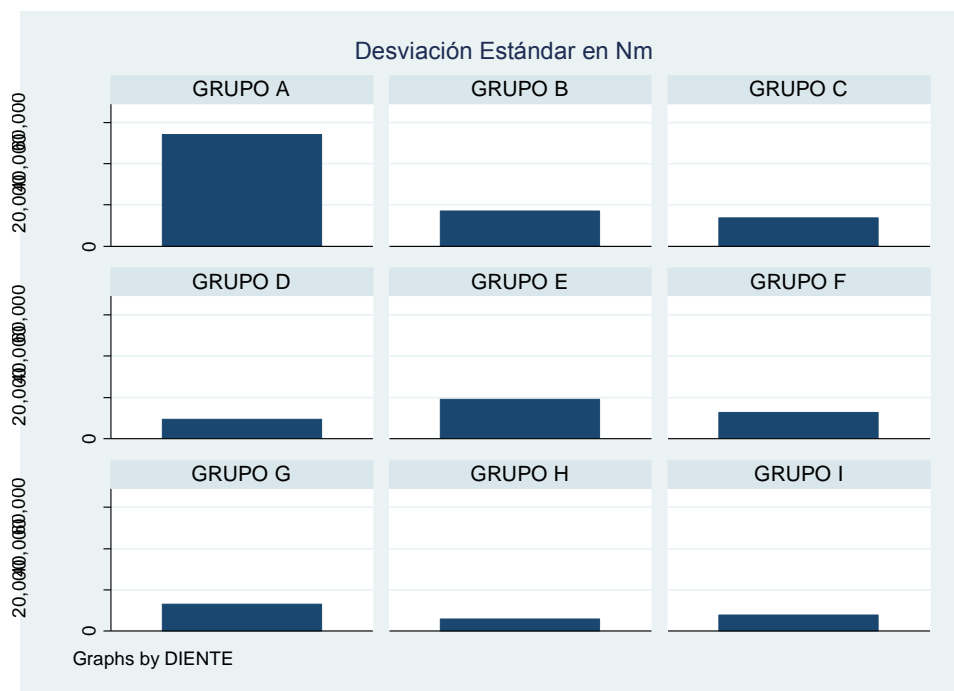
<b>GRUPO H</b>		
<b>DIENTE</b>	<b>um</b>	<b>Nm</b>
<b>H1</b>	50	50000
<b>H2</b>	40	40000
<b>H3</b>	50	50000
<b>H4</b>	50	50000
<b>H5</b>	50	50000
<b>H6</b>	60	60000
<b>H7</b>	50	50000

**TABLA 9.** Mediciones del espesor del esmalte expresada en micras y en nanómetros del grupo de dientes pulidos con una fresa de carburo tungsteno.

<b>GRUPO I</b>		
<b>DIENTE</b>	<b>Um</b>	<b>Nm</b>
<b>I1</b>	30	30000
<b>I2</b>	30	30000
<b>I3</b>	40	40000
<b>I4</b>	50	50000
<b>I5</b>	30	30000
<b>I6</b>	40	40000
<b>I7</b>	30	30000

**TABLA 10.** Mediciones del espesor del esmalte expresado en micras y en nanómetros del grupo de dientes pulidos con una fresa de fibra de vidrio.

Para iniciar el análisis estadístico en primer lugar se tuvo que transformar los datos a logaritmos naturales para cumplir con el requisito de varianzas homogéneas que se necesita al momento de realizar el análisis de Bonferroni, el cuál se va aplicar en este estudio.

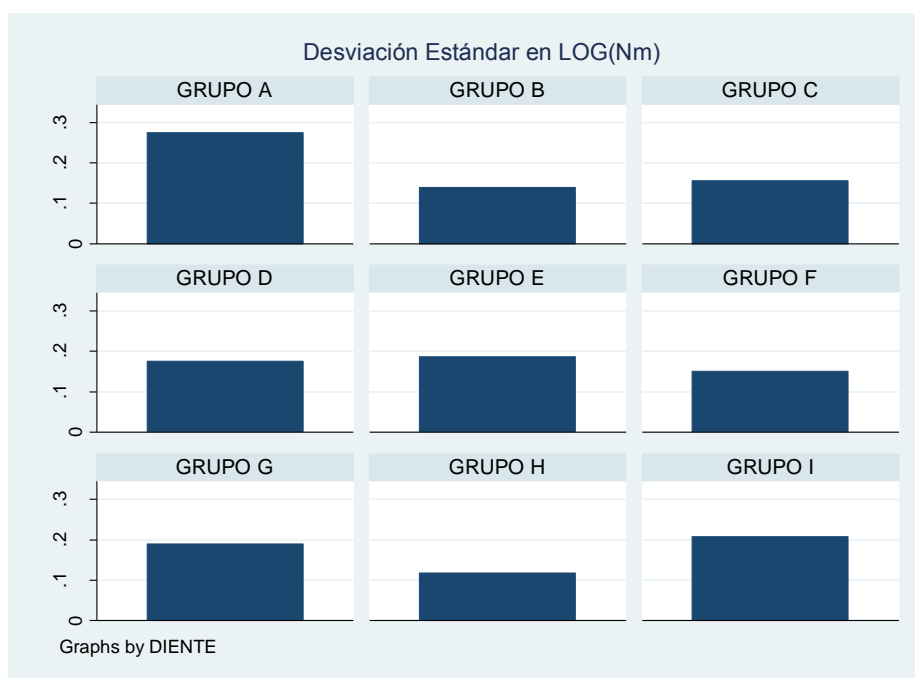


**GRÁFICO 1.** Gráfico de varianzas de los grupos.

**DESCRIPCIÓN:** Se observa que las desviaciones estándar de los grupos no son homogéneas.



Para obtener desviaciones estándar más parecidas se transformó las unidades a logaritmos naturales.



**GRAFICO 2.** Desviación estándar de los grupos expresados en logaritmos

**DESCRIPCIÓN:** Se observa que las desviaciones estándar de los grupos una vez que han sido transformados a logaritmos son más homogéneas.

Una vez que se ha cumplido con este supuesto de igualdad de desviaciones estándar, se procede a realizar los test correspondientes. La hipótesis nula es que el ratio entre los grupos es igual a 1 y la hipótesis alternativa es que sea distinto de 1. Lo que se debe observar es que  $H_a: \text{ratio} = 1$  no sea inferior a 0.05. A continuación, se va a indicar una tabla de resumen, la cual muestra el valor de (p) al analizar las varianzas de los diferentes grupos experimentales, y de esta manera podemos ver que las varianzas son iguales.

<b>GRUPO</b>	<b>VALOR DE (p)</b>
Grupo 1 vs Grupo 2	0.1205
Grupo 1 vs Grupo 3	0.1964
Grupo 1 vs Grupo 4	0.2946
Grupo 1 vs Grupo 5	0.3709
Grupo 1 vs Grupo 6	0.1688
Grupo 1 vs Grupo 7	0.3879
Grupo 1 vs Grupo 8	0.0572
Grupo 1 vs Grupo 9	0.5079
Grupo 2 vs Grupo 3	0.7768
Grupo 2 vs Grupo 4	0.5893
Grupo 2 vs Grupo 5	0.4859
Grupo 2 vs Grupo 6	0.8471
Grupo 2 vs Grupo 7	0.4663
Grupo 2 vs Grupo 8	0.6938
Grupo 2 vs Grupo 9	0.3529
Grupo 3 vs Grupo 4	0.7963
Grupo 3 vs Grupo 5	0.6767
Grupo 3 vs Grupo 6	0.9276
Grupo 3 vs Grupo 7	0.6534
Grupo 3 vs Grupo 8	0.5003
Grupo 3 vs Grupo 9	0.5140
Grupo 4 vs Grupo 5	0.8732
Grupo 4 vs Grupo 6	0.7274
Grupo 4 vs Grupo 7	0.8479
Grupo 4 vs Grupo 8	0.3548
Grupo 4 vs Grupo 9	0.6910
Grupo 5 vs Grupo 6	0.6122
Grupo 5 vs Grupo 7	0.9742
Grupo 5 vs Grupo 8	0.2809
Grupo 5 vs Grupo 9	0.8115
Grupo 6 vs Grupo 7	0.5900
Grupo 6 vs Grupo 8	0.5588
Grupo 6 vs Grupo 9	0.4583
Grupo 7 vs Grupo 8	0.2674
Grupo 7 vs Grupo 9	0.8366
Grupo 8 vs Grupo 9	0.1926

**Tabla 11.** Descripción del valor de (p) al comparar las varianzas entre los diferentes grupos experimentales

Posterior a esto se realizó el análisis de varianzas mediante el test de Bartlett's.

```

. oneway lnm diente, bonferroni

```

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	13.5849293	8	1.69811617	50.78	0.0000
Within groups	1.80596191	54	.033443739		
Total	15.3908912	62	.248240181		

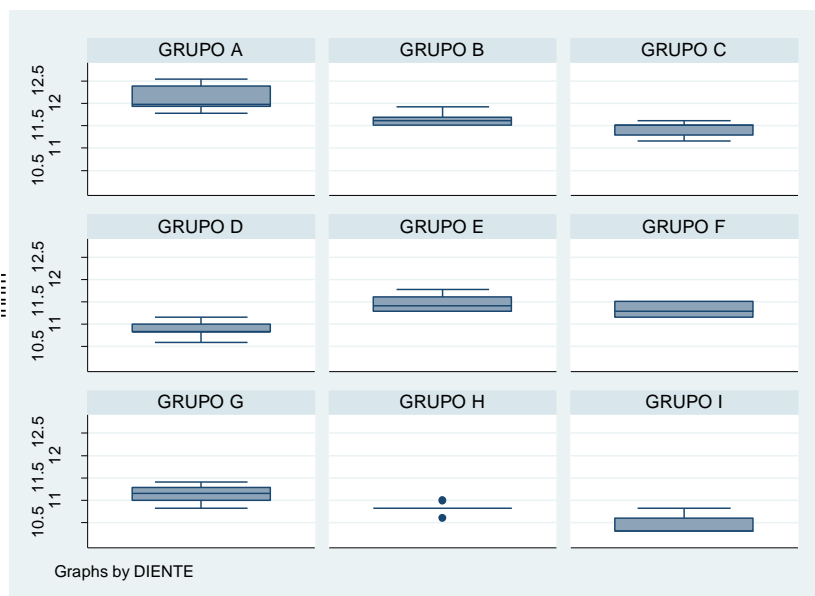
Bartlett's test for equal variances:  $\chi^2(8) = 5.7826$  Prob> $\chi^2 = 0.672$

**TABLA 12.** Análisis de varianzas

### DESCRIPCIÓN:

En el análisis de varianza podemos observar que, debido a que el  $\text{prob} > F$ , existe al menos un grupo que es distinto de otro dentro de la muestra escogida. De igual manera, el test de Bartlett's nos confirma que las varianzas entre los grupos son iguales, ya que este valor se encuentra por encima de 0.05.

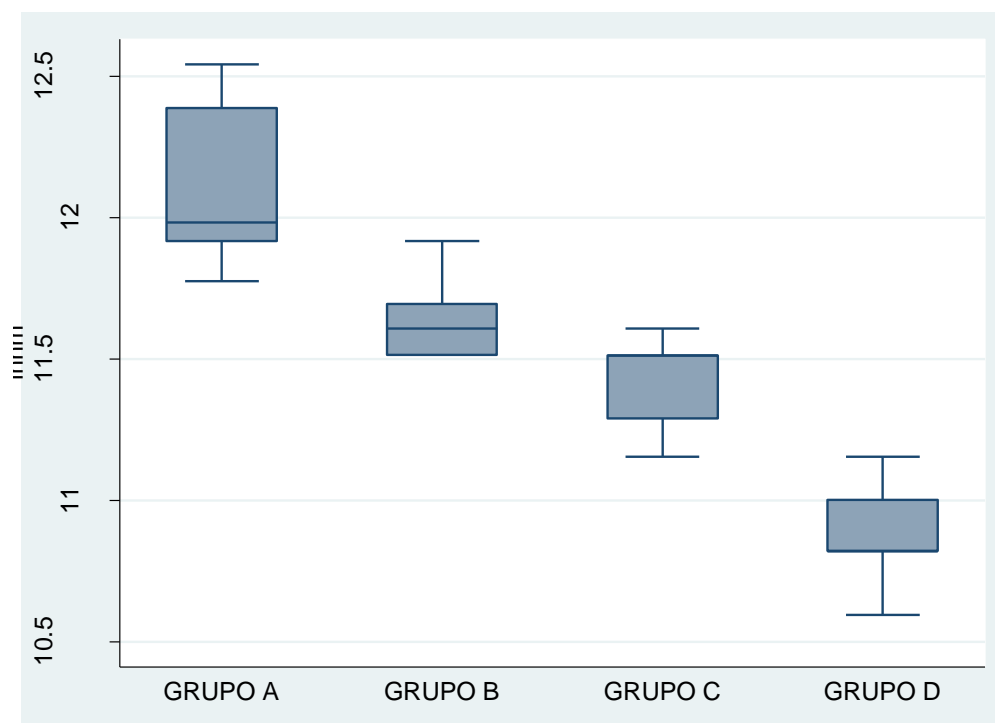
La diferencia entre los grupos se puede observar mejor con un gráfico de caja y bigote.



**GRÁFICO 3.** Mediana de los 9 grupos experimentales.

### **DESCRIPCIÓN:**

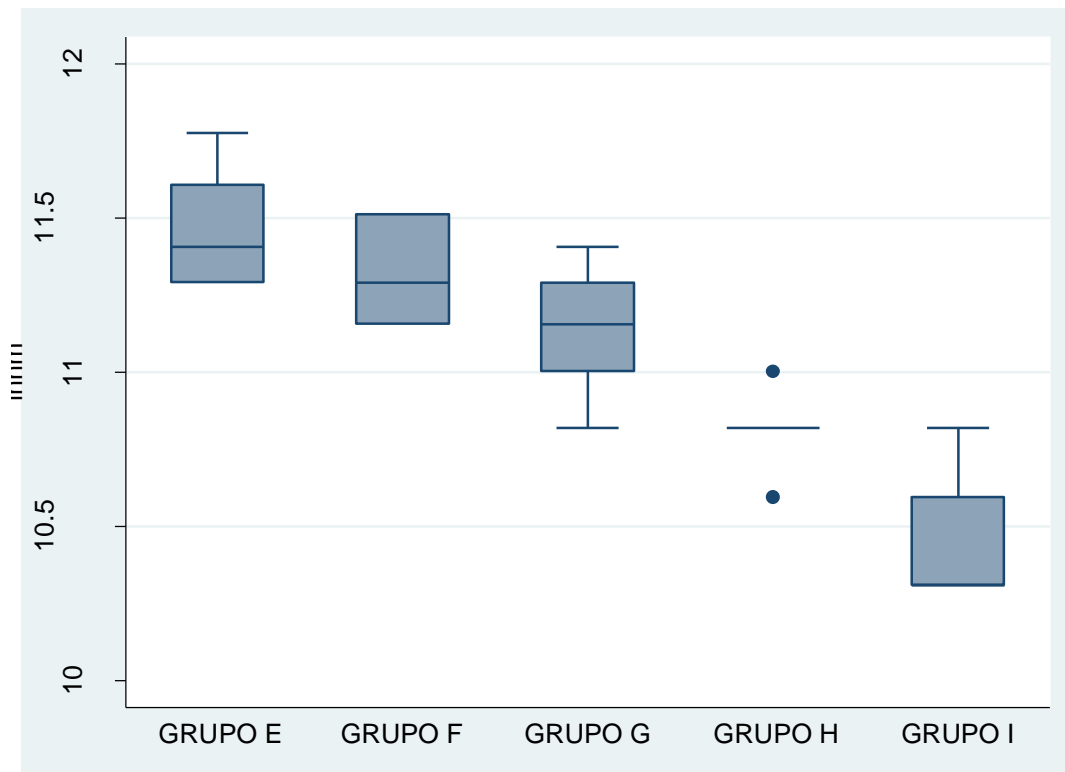
El gráfico representa el análisis de la mediana de los 9 grupos experimentales, en el cual se puede observar que existe una diferencia marcada en la representación de la mediana del grupo A (fresa de diamante grano grueso). Lo que puede ser asociado a que este cause un mayor desgaste. Además, se puede observar que el grupo C (piedra de Arkansas) y el grupo D (fresa de carburo tungsteno) son distintos; sin embargo se debe observar si esta diferencia es significativa mediante el test de Bonferroni. También se puede apreciar que el grupo H (fresa de carburo tungsteno) presenta valores atípicos, esto quiere decir, que en las mediciones obtenidas de este grupo existieron valores extremos. En el gráfico también se puede interpretar que el grupo que tiene menor mediana es el grupo I (fresa de fibra de vidrio). Ahora, lo que debemos comprobar es que si estas diferencias observadas son estadísticamente significativas.



**GRÁFICO 4.** Mediana de los grupos experimentales de alta velocidad.

**DESCRIPCIÓN:**

El gráfico representa el análisis de la mediana del grupo de fresas empleadas en alta velocidad. En este, se puede observar que la mediana del grupo A (fresa de diamante de grano grueso) muestra una diferencia marcada en comparación a los otros grupos. De igual manera, se puede apreciar que el grupo C (piedra de Arkansas) y el grupo D (fresa de carburo tungsteno) son distintos; sin embargo se debe analizar si esta diferencia es significativa mediante el test de Bonferroni.



**GRÁFICO 5.** Mediana de los grupos experimentales de baja velocidad.

### **DESCRIPCIÓN:**

El gráfico representa el análisis de la mediana del grupo de fresas empleadas en baja velocidad. Se puede observar que el grupo E (fresa de diamante grano grueso), F (fresa de diamante grano fino) y G (piedra de Arkansas) tienen una mediana similar; mientras que el grupo H (fresa de carburo tungsteno) presenta valores atípicos asociados a medidas extremas en los resultados obtenidos de este grupo. De igual manera, se puede ver que el grupo que tiene menor mediana es el grupo I (fresa de fibra de vidrio).

Una vez verificado el supuesto principal, podemos proceder a analizar si la media del desgaste del espesor del esmalte es significativamente distinta entre los grupos experimentales. Para poder mantener el error tipo I en niveles aceptables, utilizamos el test de Bonferroni el cual es bastante conservador al momento de realizar comparaciones entre distintos grupos. El test de Bonferroni es un test que se utiliza para realizar comparaciones múltiples. De ahí que, se va a comparar todos los grupos experimentales para saber qué tipo de fresa es más eficaz causando menos desgaste en el espesor del esmalte y debería ser usada al momento de retirar la resina residual del esmalte.

		Comparison of lnm by DIENTE (Bonferroni)					
Row Mean- Col Mean		1	2	3	4	5	6
2		-.476051 0.000					
3		-.685135 0.000	-.209084 1.000				
4		-1.25178 0.000	-.775728 0.000	-.566644 0.000			
5		-.675507 0.000	-.199456 1.000	.009627 1.000	.576271 0.000		
6		-.781581 0.000	-.30553 0.103	-.096447 1.000	.470197 0.000	-.106074 1.000	
7		-.972653 0.000	-.496602 0.000	-.287519 0.173	.279125 0.219	-.297146 0.131	-.191072 1.000
8		-1.29985 0.000	-.823795 0.000	-.614712 0.000	-.048068 1.000	-.624339 0.000	-.518265 0.000
9		-1.64967 0.000	-1.17362 0.000	-.964536 0.000	-.397892 0.006	-.974163 0.000	-.868089 0.000
Row Mean- Col Mean		7	8				
8		-.327193 0.054					
9		-.677017 0.000	-.349824 0.027				

**TABLA 13.** Comparaciones múltiples de los diferentes tipos de fresas mediante el test de Bonferroni

A continuación, en la tabla se puede observar un resumen de los resultados que se obtuvieron al realizar el test de Bonferroni. Los datos están ordenados de mayor a menor, es decir, en los primeros lugares tenemos a las fresas que causan un mayor desgaste en el espesor del esmalte y los últimos lugares ocupan las fresas que causan menor desgaste en el espesor del esmalte después de realizar el pulido de la resina residual post ortodoncia.

<b>TIPO DE FRESA</b>	<b>GRUPO</b>
Diamante grano grueso	A (Alta Velocidad)
Diamante grano fino	B (Alta Velocidad)
Piedra de Arkansas	C (Alta Velocidad)
Carburo tungsteno	D (Alta velocidad)
Diamante grano grueso	E (Baja velocidad)
Diamante grano fino	F (Baja velocidad)
Piedra de Arkansas	G (Baja velocidad)
Carburo Tungsteno	H (Baja velocidad)
Fibra de vidrio	I (Baja velocidad)

**TABLA 14.** Fresas ordenadas según el grado de desgaste en esmalte de mayor a menor.

En la tabla que se indica a continuación se muestran los resultados obtenidos al realizar la comparación de los diferentes grupos experimentales mediante el análisis de Bonferroni.

<b>GRUPO</b>	<b>COMPARACION</b>	<b>VALOR DE (p)</b>	<b>EXISTE DIFERENCIA ESTADISTICAMENTE SIGNIFICATIVA</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>A</b>	<b>B</b>	0.000	SI	El Grupo A causo mayor desgaste que todos los otros grupos.
	<b>C</b>	0.000	SI	
	<b>D</b>	0.000	SI	
	<b>E</b>	0.000	SI	
	<b>F</b>	0.000	SI	
	<b>G</b>	0.000	SI	
	<b>H</b>	0.000	SI	
	<b>I</b>	0.000	SI	
	<b>C</b>	1.000	NO	El grupo B y C causan el mismo desgaste.



<b>B</b>	<b>D</b>	0.000	SI	El grupo B causa mayor desgaste que el grupo D.
	<b>E</b>	1.000	NO	El grupo B y E causan el mismo desgaste.
	<b>F</b>	0.103	NO	El grupo B y E causan el mismo desgaste.
	<b>G</b>	0.000	SI	El grupo B causa mayor desgaste que el grupo G.
	<b>H</b>	0.000	SI	El grupo B causa mayor desgaste que el grupo H.
	<b>I</b>	0.000	SI	El grupo B causa mayor desgaste que el grupo I.
<b>C</b>	<b>D</b>	0.000	SI	El grupo C causa mayor desgaste que el grupo D.
	<b>E</b>	1.000	NO	El grupo C y E causan el mismo desgaste.
	<b>F</b>	1.000	NO	El grupo C y F causan el mismo desgaste.
	<b>G</b>	0.173	NO	El grupo C y G causan el mismo desgaste.
	<b>H</b>	0.000	SI	El grupo C causa mayor desgaste que el grupo H.
	<b>I</b>	0.000	SI	El grupo C causa mayor

				desgaste que el grupo I.
<b>D</b>	<b>E</b>	0.000	SI	El grupo D causa mayor desgaste que el grupo E.
	<b>F</b>	0.000	SI	El grupo D causa mayor desgaste que el grupo F.
	<b>G</b>	0.219	NO	El grupo D y G causan el mismo desgaste.
	<b>H</b>	1.000	NO	El grupo D y H causan el mismo desgaste.
	<b>I</b>	0.006	NO	El grupo D e I causan el mismo desgaste.
<b>E</b>	<b>F</b>	1.000	NO	El grupo E y F causan el mismo desgaste.
	<b>G</b>	0.131	NO	El grupo E y G causan el mismo desgaste.
	<b>H</b>	0.000	SI	El grupo E causa mayor desgaste que el grupo H.
	<b>I</b>	0.000	SI	El grupo E causa mayor desgaste que el grupo I.
<b>F</b>	<b>G</b>	1.000	NO	El grupo F y G causan el mismo desgaste.
	<b>H</b>	0.000	SI	El grupo F causa mayor desgaste que el grupo H.

	I	0.000	SI	El grupo F causa mayor desgaste que el grupo I.
G	H	0.054	NO	El grupo G y H causan el mismo desgaste.
	I	0.000	SI	El grupo G causa mayor desgaste que el grupo I.
H	I	0.027	SI	El grupo H causa mayor desgaste que el grupo I.

**TABLA 15.** Comparación del grado de desgaste que causó cada tipo de fresa sobre la superficie del esmalte.

### **DISCUSIÓN:**

Al saber que el esmalte es una estructura del diente que no se regenera, es importante que el especialista en su plan de tratamiento considere utilizar materiales que garanticen la mayor conservación de los tejidos para que lo empleen en sus procedimientos clínicos y de esa manera garanticen un tratamiento que abarque salud, función y estética para sus pacientes. El profesional aparte de poner en práctica sus conocimientos, debe garantizar su trabajo utilizando instrumentos que sean acordes al tejido que se está tratando. En este estudio al haber trabajado sobre la superficie del esmalte durante la remoción de la resina residual y de acuerdo al análisis estadístico y cualitativo que se realizó; se puede establecer que el esmalte dental tuvo varios grados de destrucción de acuerdo al tipo de fresa que se usó en cada muestra. De ahí que, surgieron ciertas discrepancias entre cada grupo experimental. Además, se pudo observar que se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa entre los dientes que fueron pulidos con los diferentes tipos de fresa

empleadas en instrumentos de alta velocidad en comparación de los dientes que fueron pulidos con instrumentos de baja velocidad. Según Eminkahyagil (2006), en un estudio similar, obtuvo resultados en los cuales concluye que las fresas de carburo tungsteno empleadas en alta velocidad ayudaron a remover la resina residual en menos tiempo, sin embargo las mismas causaron un gran desgaste en el esmalte. Por el contrario en ese estudio realizado al utilizar la misma fresa en un instrumento de baja velocidad, pese a que se incrementó el tiempo de trabajo se obtuvo un resultado más conservador referente al desgaste causado en el esmalte.

En cuanto a los objetivos planteados antes de iniciar este estudio, se puede decir que si se cumplieron debido a que los resultados nos indican que la fresa que causa mayor daño al esmalte es la fresa de diamante grano grueso y la que causa menor agresión es la fresa de fibra de vidrio, se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa entre estos grupos. Además, mediante las microfotografías se pudo apreciar de manera más detallada el desgaste que causó cada tipo de fresa en el espesor del esmalte y así se cumplió con los objetivos específicos. Una vez que se analizó minuciosamente cada grupo experimental, se pudo observar que los dientes que fueron pulidos con fresas de diamante grano grueso, diamante grano fino y piedra de Arkansas empleadas en un instrumento de alta velocidad, presentaron una destrucción excesiva en la superficie del esmalte. De igual manera, también se pudo observar que no existe una diferencia estadísticamente significativa que indique que existe algún cambio al utilizar una fresa de carburo tungsteno empleada en un instrumento de alta velocidad y la misma fresa utilizada en baja velocidad, es decir, los resultados indican que se obtuvo el mismo desgaste en las dos velocidades. Sin embargo, si se encontró una diferencia estadísticamente significativa al comparar la fresa de carburo tungsteno con las fresas de diamante grano fino, grano grueso y piedra de Arkansas porque

el desgaste que causaron estas últimas es mayor al desgaste que causó la fresa de carburo tungsteno en la superficie del esmalte.

Mediante las microfotografías que se obtuvieron al analizar las muestras en el microscopio electrónico de barrido, se pudo observar que el esmalte dental al utilizar instrumentos de pulido muy agresivos era fuertemente alterado, ya que su superficie se tornaba rugosa, rayada y poco uniforme. Por este motivo, los especialistas no deberían usar fresas que desgasten de una manera muy agresiva el esmalte dental, ya que eso es perjudicial para los pacientes porque una superficie rugosa predispone al acúmulo de placa bacteriana, inflamación gingival, proliferación de caries y pigmentaciones del esmalte.

Los resultados obtenidos en este estudio indican que el esmalte dental fue excesivamente agredido al utilizar una fresa de diamante grano grueso para la remoción de la resina residual ya que la misma tuvo diferencias estadísticamente significativas en comparación con todos los demás grupos y esto se debe a que la punta activa de esta fresa causa un desgaste de aproximadamente 125 a 150µm. Por esta razón, se puede decir que la fresa de diamante grano grueso no debe ser usada por los especialistas ya que van a causar mucho daño en la superficie del esmalte y lo que se quiere es evitar que exista un desgaste excesivo.

Al ver los resultados obtenidos se puede analizar que la hipótesis planteada en esta investigación no se comprobó ya que en un principio se pensaba que la fresa de carburo tungsteno era la que menos desgaste causaba al momento de realizar el pulido de la resina residual. Sin embargo, mediante los resultados que se obtuvieron en el test de Bonferroni se encontró una diferencia estadísticamente significativa con lo que se comprobó que la fresa que causó menor desgaste fue la de fibra de vidrio y esto se da debido a la composición de esta fresa ya que al estar formada de fibra de vidrio y resina epóxica, no causa un desgaste tan agresivo como las demás. Sin embargo, según Ulusoy (2009) en el

estudio similar que realizó en el cual utilizó una muestra de 80 premolares extraídos y aplicó varios métodos de pulido como son los discos soflex, fresas de carburo tungsteno multilaminadas y un sistema de micropulidores, los mismos que posteriormente fueron analizados con microscopia electrónica y se obtuvieron resultados en los cuales las fresas que menos agresión causaban al esmalte al momento de retirar la resina residual después del tratamiento de ortodoncia eran las fresas de carburo tungsteno de 12 y 30 hojas multilaminadas. En este estudio no se utilizaron fresas de fibra de vidrio.

Según Brisque y cols. (2012) en su estudio en el cual utilizó 12 dientes bovinos para analizar mediante un microscopio electrónico de barrido diferentes tipos de pulido y decementación de brackets empleados al finalizar el tratamiento de ortodoncia como son: dos alicates y una fresa de carburo tungsteno. En este análisis se obtuvo mejor resultado al utilizar fresas de carburo tungsteno para remover la resina residual. Pero al contrario de esta investigación en este estudio no se utilizó una fresa de fibra de vidrio. Sin embargo, en comparación con los resultados obtenidos en nuestro estudio realizado se dice que sí existe una diferencia estadísticamente significativa entre estos dos tipos de fresa y por esta razón se recomienda más el uso de una fresa de fibra de vidrio ya que la misma otorga un pulido más conservador en la superficie del esmalte. Sin embargo, al ser este tipo de fresa un material nuevo y reciente en el mercado todavía no hay estudios científicos que sustenten y avalúen el uso de este material.

### **CONCLUSIÓN:**

- ✓ Mediante el análisis de Bonferroni se pudo concluir que la fresa de diamante grano grueso es significativamente distinto de los demás, debido a que este grupo fue el que tuvo el mayor desgaste.

- ✓ Se concluye que no existe una diferencia al pulir la superficie del esmalte con una fresa de diamante grano fino, una fresa de diamante grano grueso o una piedra de Arkansas empleada en un instrumento de alta velocidad; debido a que todas estas fresas causan el mismo desgaste en el esmalte dental. Y por tal razón, se define que ninguno de estos tipos de fresa es ideal para pulir el esmalte dental.
  
- ✓ La fresa más eficaz para ser utilizada en este procedimiento es la fresa de fibra de vidrio ya que se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa con respecto a todos los demás grupos.
  
- ✓ El espesor del esmalte presentó un menor desgaste al utilizar fresas de carburo tungsteno y piedra de Arkansas empleadas en instrumentos de baja velocidad. Por esta razón, estos dos tipos de fresas podrían considerarse como una alternativa en caso de que el profesional no tenga una fresa de fibra de vidrio a su alcance.
  
- ✓ Se concluye que no se debe utilizar fresas de diamante grano grueso, diamante grano fino o piedra de Arkansas empleadas en instrumentos de alta velocidad ya que el desgaste que causaron fue estadísticamente significativo en comparación a los demás grupos.

### **RECOMENDACIONES:**

Se recomienda al investigador que calibre el equipo de microscopía electrónica que va a utilizar en su análisis unos días antes para que de esta manera no se presente ningún contratiempo durante su estudio.

Para estudios futuros en los que se vaya a utilizar microscopía electrónica se recomienda que las muestras que vayan a ser analizadas en el microscopio sean solamente de la parte que le interese observar al investigador y no sean muy grandes en cuanto al tamaño debido a que de esa forma se reduce el tiempo de vacío por parte del microscopio y así se logra avanzar más rápido en la observación de la muestra.

También se recomienda que no se coloquen muchas muestras en la placa al momento de analizar en el microscopio ya que eso causa que el análisis se demore mucho más. Es preferible ir analizando las muestras en grupos pequeños y de esa forma ir avanzando más rápido.

Además, es importante tener en cuenta que una vez que el microscopio empiece a trabajar, mientras más rápido se vayan observando las muestras es mejor, ya que de esta forma evitamos la contaminación de las muestras por el flujo de electrones que se produce durante el análisis.

Se recomienda a los futuros investigadores que al momento de elegir el número de muestras, den prioridad a las que sean de mayor interés, y de esa forma opten por las más importantes debido a que el análisis estadístico del estudio tiende a complicarse cuando se tienen muchas observaciones ya que se deben realizar comparaciones múltiples. Por esta razón, se aconseja no tener muchos grupos experimentales al momento de realizar cualquier estudio.

Se recomienda a los especialistas que utilicen una fresa de fibra de vidrio en su práctica diaria al momento de realizar la remoción de la resina residual ya que de esta manera



podrán brindar al paciente un tratamiento más conservador debido a que este tipo de fresa es la que causa menor desgaste en el espesor del esmalte.

También se recomienda que si en un futuro se va a realizar una ampliación de este estudio, se mida la presión que se ejerce al momento de retirar la resina residual después del tratamiento de ortodoncia ya que eso también influye como una variable al momento de obtener los resultados.

### **BIBLIOGRAFIA:**

1. Abramovich, A. (1999). *Histología y embriología dentaria* (2ª Edición). Argentina: EDITORIAL MEDICA PANAMERICANA S.A.
2. Aguilera, A. (2001). *Sistemas adhesivos de autograbado*. Revista Dental de Chile. 92 (2): 23- 28. Obtenido el 01 de Septiembre del 2014 desde, <http://www.revistadentaldechile.cl/temas%20agosto%202001/PDF%20AGOST%202001/Sistemas%20Adhesivos%20de%20Autograbado.pdf>
3. Ahrari, F. et al. (2013, Diciembre 5). *Enamel Surface Roughness after debonding of Orthodontic brackets and various clean-up techniques*. Journal of Dentistry: Vol.10, No.1. Obtenido de la base de datos EBSCO.
4. Amano, Y. (2004). *Introducción a la Microscopia Electrónica. Principios y Aplicaciones*. Guayaquil: Instituto de Higiene y medicina tropical.
5. Anusavice, K. (2004). *Phillips Ciencia de los materiales dentales* (11va Edición). España: Elsevier S.L

6. Brisque, L. et al. (2012). *Evaluation of enamel surface after bracket debonding and polishing*. Dental Press Journal of Orthodontics. Vol. 17 (4): 77-84. Obtenido de la base de datos EBSCO.
7. Cova, J. (2010). *Biomateriales Dentales* (2ª Edición). Colombia: ALMOCA
8. Gill, D. y Naini, F. (2013). *Ortodoncia: Principios y práctica* (1ª Edición). México: Editorial El Manual Moderno S.A.
9. Graber, L., Vanarsdall, R. y Vig, K. (2013). *Ortodoncia: Principios y técnicas actuales* (5ª Edición). España: Elsevier S.L
10. Rodríguez, E., Casasa, R. y Natera, A. (2007). *1001 tips en ortodoncia y sus secretos* (1era Edición). Venezuela: ALMOCA. Pág. (61-89).
11. Salvador, B., Talens, T., Rossel, V. (2011). *Guía para la reeducación de la deglución atípica y trastornos asociados*. Valencia: NauLlibres.
12. Lugo, C. y Toyo, I. (2011). *Hábitos orales no fisiológicos más comunes y cómo influyen en las maloclusiones*. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria. Obtenido el 15 de abril del 2013, desde <http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2011/art5.asp>
13. Ustrell, J., Duran, J. (2002). *Ortodoncia* (2ª Edición). Barcelona: Ediciones de la Universidad de Barcelona.
14. Interlandi, S. (2002). *Ortodoncia: Bases para la iniciación* (2ª Edición). Sao Paulo: Editora Artes Médicas Ltda.
15. López, S., Palma, J., Ruiz, G. et al. (2002). *Calidad de superficie obtenida con diferentes métodos de pulido para ionómero de vidrio y resina compuesta*. Revista ADM. Vol. LIX, No. 5. Obtenido el 28 de Agosto del 2014 desde, <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2002/od025e.pdf>

16. Mank, S., Steineck, M y Brauchl, L. (2011). *Influence of various polishing methods on pulp temperature*. Journal of Orofacial Orthopedics. Obtenido el 29 de enero del 2014 desde, la base de datos  
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ddh&AN=4724189&lang=es&site=ehost-live>
17. Melsen, B. (2013). *Ortodoncia del Adulto*. Dinamarca: ALMOCA
18. Mondelli, J. (2009). *Fundamentos de Odontología Restauradora*. Brasil: Editora Santos. Pag. (29-34).
19. Pérez, D. (2014). *Instrumental rotatorio en Odontología*. Obtenido el 30 de julio del 2014 desde, <http://www.encolombia.com/medicina-odontologia/odontologia/instrumental-rotatorio-en-odontologia/>
20. Prodontomed. (2012). *Fiberglass*. Obtenido el 10 de Octubre del 2014 desde,  
<http://www.prodontomed.com/store/productView.do;jsessionid=1215E7928099073C0D539F0EC2770096?action=view&index=2&code=20>
21. Ravindra, N. y Sunil, K. (2011). *Terapias actuales en ortodoncia*. Estados Unidos: ALMOCA
22. Rivera, C., Ossa, A y Arola, D. (2012). *Fragilidad y comportamiento mecánico del esmalte dental*. Revista de Ingeniería Biomédica. Vol.6. Obtenido el 04 de Septiembre del 2014 desde,  
[http://revistabme.eia.edu.co/enprensa/20131/Fragilidad\\_y\\_comportamiento\\_mecanico\\_del\\_esmalte\\_dental.pdf](http://revistabme.eia.edu.co/enprensa/20131/Fragilidad_y_comportamiento_mecanico_del_esmalte_dental.pdf)
23. Siguencia, V., Herrera, G. y Bravo, E. (2014). *Evaluación del esmalte dentario después de remover la resina residual posterior al descementado de brackets a través de dos tipos de sistemas*. Obtenido el 30 de Agosto del 2014, desde  
<https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2014/art8.asp>

24. Varela, M. (2005). *Ortodoncia interdisciplinaria* (1era Edición). España: OCEANO/ ERGON.
25. Jena, A. y Duggal, R. (2006, Junio). *Lesiones del esmalte en ortodoncia*. Obtenido el 01 de octubre del 2014 desde, The orthodontic cyber journal <http://orthocj.com/2006/06/lesiones-del-esmalte-en-ortodoncia/>
26. Ulusoy, C. (2009). *Comparison of finishing and polishing systems for residual resin removal after debonding*. Obtenido desde Journal of Applied Oral Science;17(3):209-215.

## ANEXO 1: Carta de Aceptación Comité de Bioética

Aprobación Protocolo 2014-128T  
 Noviembre 04, 2014



**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, 04 de Noviembre de 2014

Señorita  
 Vanessa Carolina Brito Nasimba  
 Investigadora 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 "Evaluación del sistema de pulido con instrumentos de alta y baja velocidad para determinar qué tipo de fresa otorga un mejor pulido y causa menor agresión al espesor del esmalte dental al momento de retirar la resina residual del bracket después del tratamiento ortodóntico", ha sido aprobado el día de hoy como un estudio exento, debido a que el investigador principal ha dado respuesta a todas las dudas y realizado todas las modificaciones solicitadas en la pre-revisión de Octubre 24 de 2014, cumpliendo así con los estándares técnicos y éticos que el Comité exige de acuerdo a las normas internacionales de protección de sujetos humanos y responsabilidad en la investigación.

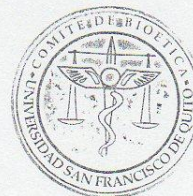
Los documentos que se aprueban incluyen las versiones #2 en español de Octubre 26 de 2014 que se detallan a continuación:

- Protocolo de estudio, 21 páginas;
- Solicitud de no aplicación del consentimiento informado por escrito, 1 página;

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: **2014-128T**. 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 a la responsabilidad de Este Comité:

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

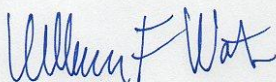


Aprobación Protocolo 2014-128T  
Noviembre 04, 2014

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.
2. El Comité no se responsabiliza por los datos que hayan sido recolectados antes de la fecha de esta carta; los datos recolectados antes de la fecha de esta carta no podrán ser publicados o incluidos en los resultados.
3. El Comité de Bioética ha otorgado la presente aprobación en base a la información entregada por los solicitantes, quienes al presentarla asumen la veracidad, corrección y autoría de los documentos entregados.
4. De igual forma, los solicitantes de la aprobación son los responsables por la ejecución correcta y ética de la investigación, respetando los documentos y condiciones aprobadas por el Comité, así como la legislación vigente aplicable y los estándares nacionales e internacionales en la materia.

Deseándole los mejores éxitos en su investigación, se solicita a los investigadores que notifiquen al Comité la fecha de terminación del estudio.

Atentamente,




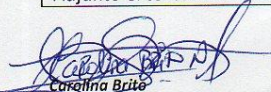

William F. Waters, PhD  
Presidente  
Comité de Bioética USFQ

cc. Archivo general  
Archivo protocolo

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



**ANEXO 2: Carta de no aplicación de consentimiento informado con sello del Comité de Bioética USFQ**

Código 2014-128T
 <p><b>Comité de Bioética, Universidad San Francisco de Quito</b> El Comité de Revisión Institucional de la USFQ The Institutional Review Board of the USFQ</p> <p><b>Formulario de solicitud de NO aplicación y/o modificación del Consentimiento Informado por escrito</b></p>
<b>DATOS DE IDENTIFICACIÓN</b>
<p><b>Título de la Investigación</b> Evaluación del sistema de pulido con instrumentos de alta y baja velocidad para determinar qué tipo de fresa otorga un mejor pulido y causa menor agresión al espesor del esmalte dental al momento de retirar la resina residual del bracket después del tratamiento ortodóntico.</p>
<p><b>Investigador Principal</b> (Nombre completo, afiliación institucional y dirección electrónica) Vanessa Carolina Brito Nasimba Estudiante del Colegio de Ciencias de la Salud- Facultad Odontología USFQ carobrito_920501@hotmail.com</p>
<p><i>INSTRUCCIONES: Llenar de manera explícita y detallada las justificaciones tanto para la sección A o B o ambos (si aplica)</i></p>
<b>A. SOLICITUD DE NO APLICACIÓN DEL FCI POR ESCRITO</b>
<p>Para estudios que no tendrán contacto con sujetos humanos sino solo con muestras biológicas o datos de manera retrospectiva</p> <p><b>Razones que justifican la no aplicación</b> (explicar cuáles serán los procedimientos y cómo se mantendrá la confidencialidad y seguridad de los datos para que los riesgos sean mínimos y no se requiera un consentimiento individual firmado)</p> <p>En este estudio no se debe aplicar un consentimiento informado debido a que es un estudio in vitro el cual no tiene contacto directo con seres humanos, por este motivo los riesgos de esta investigación son nulos porque no se está tratando con pacientes. Además, no se va a crear ningún registro de pacientes y los dientes que se van a utilizar en este estudio recibirán un código numérico que no hace posible la identificación de sus dueños. De igual manera, los datos tendrán absoluta confidencialidad y solamente esta información estará al alcance del investigador principal y del director de tesis.</p>
<b>B. SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DEL FCI</b>
<p>Para estudios que recolectarán datos de manera anónima, estudios observacionales donde se puede dar una explicación del estudio de manera oral que implica un consentimiento tácito. La modificación al FCI por escrito requiere que se adjunte el texto que se utilizará para explicar el estudio y reclutar a los participantes.</p> <p><b>Razones que justifican la modificación</b> (explicar cuáles serán los procedimientos y cómo se mantendrá la confidencialidad y seguridad de los datos para que los riesgos sean mínimos)</p>
<p>Adjunto el texto del reclutamiento o del consentimiento oral SI ( ) NO ( )</p>
<p> Carolina Brito Firma del investigador principal</p>
<p style="text-align: right;">24/10/2014 Fecha</p>
<p>Versión #2</p>

<p>October 26, 2014</p>
<p>1</p>