



Universidad
Nacional
de Córdoba



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESCUELA DE POSGRADO

**“ESTUDIO COMPARATIVO CON MICROSCOPIO LÁSER CONFOCAL DE
LA SUPERFICIE DEL ESMALTE LUEGO DE LA APLICACIÓN DE
DIFERENTES TÉCNICAS DE REMOCIÓN DEL MATERIAL DE ADHESIÓN
DE BRACKETS”**

ESPECIALIZANDO:

OD. ELISA BIANCHINI

DIRECTOR:

PROF. DR. MARÍA TERESA GAIT

CO-DIRECTOR:

PROF. DR. RUBÉN HUGO PONCE

ASESOR CIENTÍFICO:

PROF. DRA. MARÍA LAURA IRAZUSTA

CÓRDOBA, 2019



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA - ESCUELA DE POSGRADO

CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN ORTODONCIA
Y ORTOPEDIA DENTO-MAXILO-FACIAL

TRABAJO FINAL DE INVESTIGACIÓN

**ESTUDIO COMPARATIVO CON MICROSCOPIO LÁSER
CONFOCAL DE LA SUPERFICIE DEL ESMALTE LUEGO DE LA
APLICACIÓN DE DIFERENTES TÉCNICAS DE REMOCIÓN DEL
MATERIAL DE ADHESIÓN DE BRACKETS**

Especializando: Od. Elisa Bianchini

Directora: Prof. Dra. María Teresa Gait

Codirector: Prof. Dr. Rubén Hugo Ponce

Asesora Científica: Prof. Dra. María Laura Irazuzta

Año 2019

AGRADECIMIENTOS

Sobre todas las cosas quiero agradecer a las tres personas más importantes de mi vida, Ricardo, Josefina y Jerónimo que con su enorme amor me acompañan y comparten mis logros.

A la Dra. Teresa Gait, que en uno de los momentos más importantes de su vida con esmero y cariño continuó guiando éste proyecto a mi lado y aportándome su enorme experiencia.

Al Dr. Rubén Ponce, que con suma paciencia fue volcando su maestría y aptitud dándole forma y ocupándose de cada detalle en la investigación, tema hasta hoy para mí desconocido.

A la Dra. María Laura Irazuzta, que con su erudición y competencia tuve el honor que me fuera acompañando.

A Luis Crohare en estadística de la Facultad de Odontología, UNC y Sebastián García en el Microscopio Láser Confocal de la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, UNC, que me ayudaron a entender sus áreas para que puedan ser incluidas de manera comprensiva en éste trabajo.

Al Dr. Ismael Rodríguez que me ayudó a clarificar los conceptos histológicos.

ESTUDIO COMPARATIVO CON MICROSCOPIO LÁSER CONFOCAL DE LA SUPERFICIE DEL ESMALTE LUEGO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES TÉCNICAS DE REMOCIÓN DEL MATERIAL DE ADHESIÓN DE BRACKETS

Tabla de Contenidos

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
MARCO TEÓRICO	6
HIPÓTESIS	29
OBJETIVO GENERAL	29
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
MATERIALES Y MÉTODOS	30
RESULTADOS	38
DISCUSIÓN	57
CONCLUSIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	61

RESUMEN

El propósito de ésta investigación, fue observar y cuantificar la rugosidad del esmalte dental después de eliminar el adhesivo residual al retirar los *brackets*.

Sobre 30 premolares humanos se realizó la adhesión de *brackets* en el centro de la cara vestibular, los cuales a las 24 horas fueron descementados y pulido el adhesivo residual con tres métodos distintos, fresa de múltiples filos (12 filos) tronco cónica con instrumental rotatorio a alta velocidad irrigada con agua; fresa redonda con instrumental rotatorio a baja velocidad (contra ángulo) sin irrigación y fresa de vidrio (*Fiber Glass*) con instrumental rotatorio a baja velocidad (contra ángulo) sin irrigación.

Antes de adherir los *brackets* y después de su retiro y eliminación del adhesivo residual con los diferentes métodos, los elementos dentarios fueron observados con microscopio láser Confocal y la rugosidad fue medida utilizando el software digital OLYMPUS OLS-4100, donde se realiza una reconstrucción tridimensional.

Los resultados indicaron que la fresa de múltiples filos a alta velocidad y con irrigación con agua es la que deja la superficie con parámetros de rugosidad más bajos. Por lo tanto, la fresa de múltiples filos sería el método más indicado para eliminar la resina residual posterior al retiro de los *brackets* al final de un tratamiento de ortodoncia.

Palabras claves: rugosidad del esmalte, fresas, brackets, pulido del esmalte.

INTRODUCCIÓN

Al finalizar un tratamiento de ortodoncia y retirar los *brackets*, queda como remanente el material con el cual los hemos adherido; éste adhesivo debe ser eliminado para devolverle el aspecto estético y estructural original del diente. El proceso de eliminación es un desafío para el ortodoncista, ya que a menudo afecta la superficie del esmalte dental, provocando aumento en su rugosidad o alteraciones anatómicas, con la consiguiente retención de placa bacteriana que conlleva a una mayor predisposición a caries, como así también cambios en las propiedades ópticas al modificar la reflexión de los cristales del esmalte, generando alteraciones en la estética dental.

Desde la adhesión de los *brackets* hasta el retiro de la aparatología de ortodoncia y pulido del adhesivo remanente, se ocasiona un efecto irreversible en el esmalte. Ésta situación obliga al profesional a reacondicionar la estructura adamantina mediante el uso de instrumentos rotatorios o de mano que eliminen los restos de las resinas remanentes, luego del desprendimiento de los aparatos de ortodoncia. La finalidad del pulido es devolverle a la superficie dentaria una apariencia adecuada, sin generar pérdida de estructura del esmalte, y permitiendo la eliminación de cualquier tipo de retención sobre la estructura adamantina, para facilitar una higiene correcta.

Zachrisson BU y Buyukylmaz T¹ dividieron a la etapa de remoción de la aparatología de ortodoncia en dos etapas: retiro del *bracket* y eliminación del adhesivo remanente. Profitt W y col.² describieron a la etapa de eliminación del adhesivo remanente como una fase del tratamiento de ortodoncia tan importante como lo es el correcto cementado.

En un estudio epidemiológico de técnicas de descementado, el 36% de los ortodoncistas informaron daños en la superficie del esmalte después de despegar los *brackets* de ortodoncia.³ Para Schuler FS y Van Waes H⁴ el daño que se genera en el esmalte al remover los aparatos de ortodoncia es del 44%, siendo de moderado a grave.

Muchas son las investigaciones que analizaron las diferentes técnicas y protocolos para eliminar los restos de adhesivo. Existe una gran disparidad para determinar cuál es la forma más eficiente con el fin de minimizar el daño a la superficie del esmalte, devolviendo una apariencia adecuada y eliminando toda retención sobre la superficie para facilitar la higiene correcta, restituyendo las condiciones más cercanas del esmalte antes de cementar los *brackets*.⁵⁻¹⁰

Surge por lo tanto la necesidad y el deseo de analizar el posible daño que se produce sobre la superficie del esmalte al utilizar diferentes instrumentos para remover el material usado al momento de adherir los *brackets*. Es por ello que, para concretar estos estudios, se usó la microscopía láser confocal, la cual nos permitió realizar la observación topográfica de las superficies duras, sin necesidad de efectuar ningún tipo de preparación que modifique la muestra.

Este estudio se realizó comparando la superficie dejada después de utilizar 3 fresas distintas para retirar el adhesivo remanente, la fresa de múltiples filos, la fresa redonda y la fresa de vidrio.

MARCO TEÓRICO

Todos los autores coinciden que el diagnóstico, planificación y diseño estratégico biomecánico son claves en un tratamiento de ortodoncia exitoso. Dentro del tratamiento, el cementado o la adhesión de los *brackets* es uno de los procedimientos fundamentales, el cual debe ser adecuado para ubicar los elementos dentarios de manera tridimensional dentro de los maxilares, cumpliendo de ésta manera los objetivos de estética y función.

En el año 1955, Buonocore¹¹ introduce el grabado ácido como método para aumentar la adhesión al esmalte. En 1960, Newman GV y col.¹² trasladan ésta técnica a la ortodoncia aplicándola al cementado directo de los *brackets*, generando de esa manera un cambio micro y macroscópico sobre la superficie del esmalte.

Desde la adhesión de los *brackets*, hasta el retiro de la aparatología de ortodoncia y pulido del adhesivo remanente, se pueden producir efectos no deseados, y en muchas ocasiones irreversibles en la superficie del esmalte. Ésta situación obliga al profesional a reacondicionar la estructura adamantina mediante el uso de instrumentos rotatorios o de mano, que eliminan los restos de las resinas remanentes luego del desprendimiento de los aparatos de ortodoncia.

Para Janiszewska-Olszowska J y col.¹³, no existe evidencia cuantitativa homogénea como para poder realizar un metaanálisis, pero con su revisión sistemática pudo concluir que las piedras de Arkansas, fresas de acero y el láser no deben ser utilizados para la eliminación del adhesivo residual. Las fresas de carburo de tungsteno y los discos *sof-lex* son los más efectivos; y los métodos ultrasónicos, instrumentos de mano y fresas de *composite* quitan una capa sustancial de esmalte. Actualmente ninguna técnica permite la eliminación de los restos de resina sin dañar la superficie del esmalte.¹³

La finalidad del pulido es devolverle a la superficie dentaria una apariencia adecuada, evitando la pérdida de estructura del esmalte, y permitiendo de ésta manera la eliminación de cualquier tipo de retención sobre la estructura adamantina para facilitar una higiene correcta.

1. Esmalte sano:

El esmalte dental, también llamado tejido adamantino o sustancia adamantina, es el “tejido” más duro del organismo cuya función es la protección del complejo dentino pulpar, cubriéndolo en forma de casquete en su porción coronaria. Hay autores que no consideran al esmalte como un tejido ya que carece de células, es avascular y no presenta inervación.

Nuestro interés en el estudio de las lesiones que pueden producirse en el esmalte, luego de retirar el adhesivo remanente al despegar los brackets en un tratamiento de ortodoncia, se debe a que el esmalte, ante una noxa de origen químico, mecánico, traumático u otra que genera pérdida de sustancia, no tiene poder de reparación como sucede en otros tejidos del organismo humano. Esto se debe a que los ameloblastos, que forman y organizan el esmalte dental, al completar la formación adamantina involucran y desaparecen durante la erupción dentaria, mecanismo llamado apoptosis. Por éste motivo, no hay crecimiento, ni nueva aposición de esmalte dental después de la erupción.

Cuando se produce pérdida de esmalte por cualquier circunstancia, sea por caries, fracturas, abrasiones, lesiones mecánicas con instrumental rotatorio etc., el esmalte sólo puede ser reparado por métodos restauradores.

Por lo expuesto anteriormente, es necesario conocer la estructura del esmalte sano, para mantenerlo y no generar daños innecesarios con nuestras técnicas, al remover el adhesivo con el cual cementamos los aparatos de ortodoncia.

Embriológicamente, la sustancia adamantina deriva del órgano del esmalte. La célula secretora del tejido adamantino es el ameloblasto; éstos se diferencian del epitelio interno del órgano del esmalte. Cuando completan la formación de esmalte involucran y desaparecen durante la erupción dentaria por mecanismo de apoptosis. Por la tanto, no hay crecimiento ni nueva aposición de esmalte después de la erupción.

La película primaria (cutícula del esmalte, membrana de Nasmyth o cutícula primaria) es el último producto de la secreción ameloblástica; tapiza al esmalte cumpliendo función protectora durante la erupción, pero desaparece cuando el diente entra en oclusión. Posteriormente, sobre el esmalte, se forma una película

secundaria, también llamada película adquirida de origen exógeno, ya que es un precipitado de proteínas salivales y elementos inorgánicos provenientes del medio bucal. Cuando la película adquirida es colonizada por gérmenes patógenos se transforma en placa bacteriana, responsable de la lesión cariosa.

La dureza del esmalte dental se debe a que está compuesto por un 95% de sustancia inorgánica y 1-2% de matriz orgánica. La matriz inorgánica está representada por los cristales de hidroxiapatita, constituidos de fosfato de calcio. La matriz orgánica es de naturaleza proteica, con agregado de polisacáridos.

Estructuralmente, el esmalte está constituido por prismas altamente mineralizados, que lo recorren desde la conexión amelodentinaria hacia la superficie externa en contacto con el medio bucal.

1.1. Propiedades físicas del esmalte.

El esmalte dental presenta distintas propiedades físicas como elasticidad, color, transparencia, permeabilidad, radiopacidad y dureza; ésta última es la propiedad que más nos interesa en éste trabajo de investigación.

Dureza: Es la resistencia superficial de una sustancia a ser rayada, abrasionada o sufrir deformaciones de cualquier índole motivadas por presiones.

El esmalte presenta una dureza de 5 en la escala de Mohs, la cual decrece desde la superficie libre a la conexión amelodentinaria. Usando técnicas de nanoindentación asociadas a microscopía de fuerza atómica se encuentran distintos grados de dureza al medir los prismas. Estas variaciones de dureza se deben a que el esmalte es anisótropo, es decir las propiedades físicas y mecánicas varían según la orientación de los cristales en las distintas zonas del prisma.

La escala de dureza de Mohs es una escala ordinal cualitativa, definida en 1822 por el geólogo alemán Friedrich Mohs; determina la resistencia al rayado de los minerales a través de la capacidad de un material más duro para rayar a otro más blando. Mohs definió una escala de diez minerales donde el diamante es el de mayor dureza y el talco el de menor.

Elasticidad: Es muy escasa la elasticidad del esmalte dental, característica que le confiere mucha fragilidad, con tendencia a macro y microfracturas cuando no tiene apoyo dentinario elástico.

Color y transparencia: El esmalte dental es translúcido y su color varía entre blanco amarillento a blanco grisáceo, que depende de la dentina y del espesor.

Permeabilidad: Es escasa, aunque puede permitir la difusión de agua y de algunos iones presentes en el medio bucal. Mediante marcadores radioactivos se observó la captación de iones en un pequeño espesor (30µm) en la superficie del esmalte. Esta propiedad es la que permite la remineralización.

Radiopacidad: Es muy alta; el esmalte es la estructura más radiopaca del organismo humano por su alto grado de mineralización.

1.2. Composición química del esmalte.

Está constituido químicamente por 1-2% de materia orgánica, 95% de matriz inorgánica y 3,5% de agua. El componente principal de la matriz orgánica es de naturaleza proteica con agregados polipeptídicos.

Entre las proteínas presentes, en mayor o menor medida según las distintas fases de formación se destacan, amelogeninas, enamelinas, ameloblastinas, tuftalina, parvabulina, proteínas séricas, enzimas y pequeños porcentajes de condointín 4-sulfato, condointín 6-sulfato y lípidos.

La matriz inorgánica está constituida por sales minerales cálcicas de fosfatos y carbonato. Estas sales se depositan en la matriz del esmalte, generando un proceso de cristalización que transforma la masa mineral en cristales de hidroxiapatita.

Contiene también sales minerales de calcio, como carbonatos y sulfatos, y oligoelementos como potasio, hierro, flúor, magnesio, manganeso, cobre, etc.

Los iones flúor pueden sustituir a los grupos hidroxilos (uno cada cuarenta) en el cristal de hidroxiapatita, y convertirlo en un cristal de fluohidroxiapatita volviéndolo menos soluble a la acción de los ácidos, y por ende, más resistente a

las caries. Las concentraciones más altas de flúor están en las 50 μm superficiales del esmalte.

Los cristales del esmalte dental son más voluminosos que los del tejido óseo, alcanzando una longitud de 100 a 1000 nm, un ancho de 30 a 70 nm, y una altura entre 10 a 40 nm. Presentan forma hexagonal cuando son seccionados en sentido transversal a su eje longitudinal y forma rectangular cuando la sección es paralela a su eje longitudinal.¹³

Los cristales están formados por celdillas unitarias correspondientes a los iones de sales minerales que forman el cristal (iones calcio, iones hidroxilo, iones fosfatos); los iones flúor y carbonatos están en la superficie y desde el punto de vista clínico son muy importantes debido a que desempeñan un papel antagónico. El flúor incorporado a los cristales confiere resistencia al ataque de los ácidos, mientras que los iones carbonatos tornan al esmalte más susceptible al inicio de caries.

El tercer componente químico del esmalte es el agua. Se localiza en la periferia del cristal, constituyendo la llamada capa de hidratación o capa de agua adsorbida. El porcentaje de agua va disminuyendo con la edad.

1.3. Estructura histológica del esmalte.

Histológicamente el esmalte dental está constituido por la unidad estructural básica que es el prisma del esmalte y por unidades estructurales secundarias.

A-Unidad estructural básica del esmalte dental:

La unidad estructural básica del esmalte son los **prismas** que están formados por cristales de hidroxiapatita. El conjunto de prismas forman el *esmalte prismático** que constituye la mayor parte de la superficie total del esmalte.

Subyacente a la conexión amelodentinaria y en la periferia de la corona, se encuentra el *esmalte aprismático** que consiste en sustancia adamantina mineralizada que no presenta una organización estructural en forma de primas.

**Esmalte prismático:*

Con respecto a los prismas, en cortes longitudinales del esmalte dental se observan bandas o varillas adamantinas, irregularmente paralelas, de 4µm de espesor promedio que se extienden desde la conexión amelodentinaria hasta la superficie del esmalte (Fig.1).

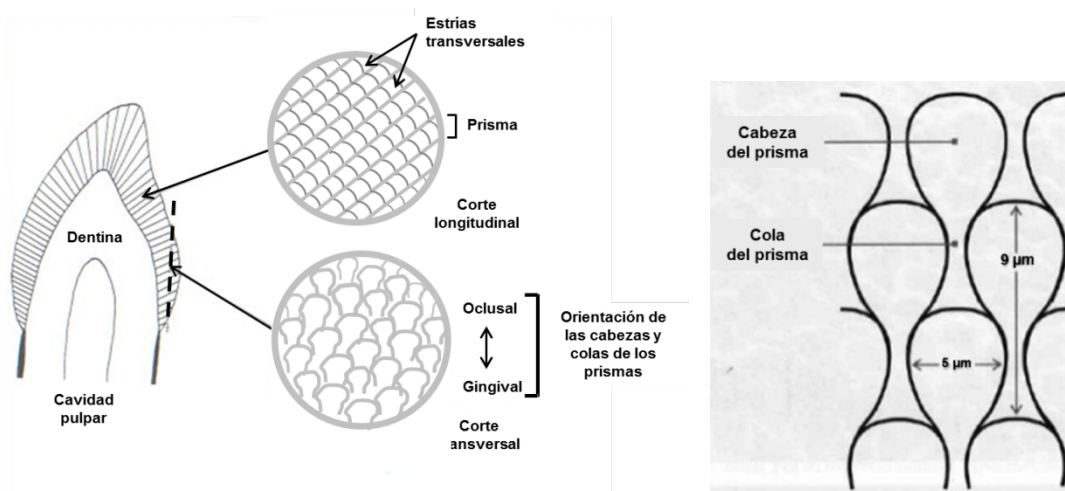


Fig. 1: Disposición de los prismas en el esmalte dental. Foto extraída del libro: Histología y Embriología Bucodental. Gómez de Ferraris ME y Campos Muñoz A. Ed. Médica Panamericana. 2019.

En cortes transversales del esmalte, los prismas presentan forma hexagonal, ovoide, en escama de pescado o en ojo de cerradura antigua que tienen un tamaño entre 4 y 10µm. Esta forma permite definir dos zonas, la cabeza o cuerpo y la cola, que al tomar una disposición particular de engranaje, donde la cabeza de los prismas se ubica entre las colas de los prismas subyacentes y las colas de los prismas se ubican entre las cabezas de los prismas subyacentes. Ésta disposición le confiere mayor resistencia al esmalte dental, ya que las cabezas de los prismas soportan las fuerzas mientras que las colas son las que las distribuyen (Fig. 2).

Cuando se observa con microscopio electrónico de barrido, los prismas presentan líneas transversales que se relacionan a períodos de descanso durante la amelogénesis, la cual se realiza de manera rítmica; son las llamadas *estrías*.

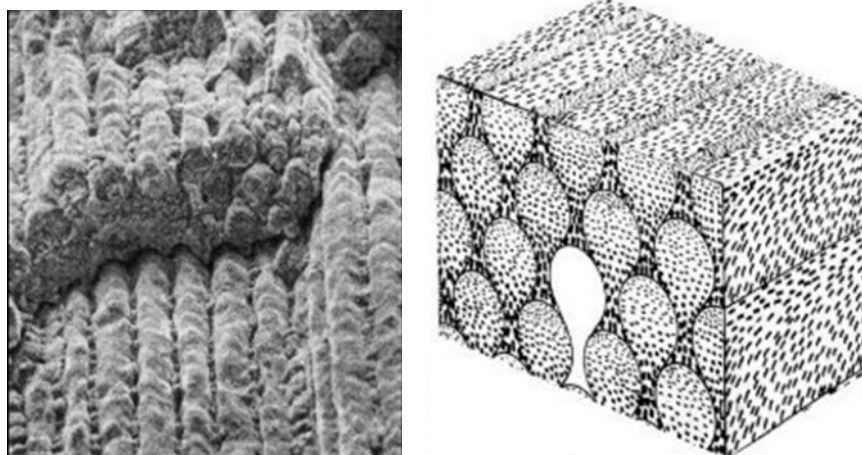


Fig. 2: Ultraestructura de los prismas del Esmalte, corte longitudinal y transversal. Foto extraída del libro: Histología y Embriología Bucodental. Gómez de Ferraris ME y Campos Muñoz A. Ed. Médica Panamericana. 2019.

**Esmalte aprismático:*

Es el material adamantino carente de prismas. Se localiza en la superficie externa del esmalte prismático en el 70% de los elementos dentarios permanentes y en la totalidad de los elementos temporarios. Cuando está presente, se encuentra en mayor medida en la zona cervical, en zonas de fisuras y en superficies cuspídeas.

B-Unidades estructurales secundarias del esmalte dental:

Son aquellas estructuras que se originan a partir de las unidades estructurales primarias como resultado de distintos mecanismos: diferentes grados de mineralización, cambio en el recorrido de los prismas, la interrelación entre el esmalte y la dentina subyacente o entre el esmalte y el medio bucal. Éstas son:

**Estrías de Retzius:*

La formación de las estrías de Retzius se relaciona con períodos de reposo en la mineralización, por lo que indicarían zonas menos mineralizadas. Se observan en cortes longitudinales o transversales del elemento dentario, siendo más frecuentes en la zona cervical de la corona (Fig.3).

Existe una estría más sobresaliente que las demás y que coincide con el

nacimiento, denominada línea neonatal o línea de Rushton-Orban.

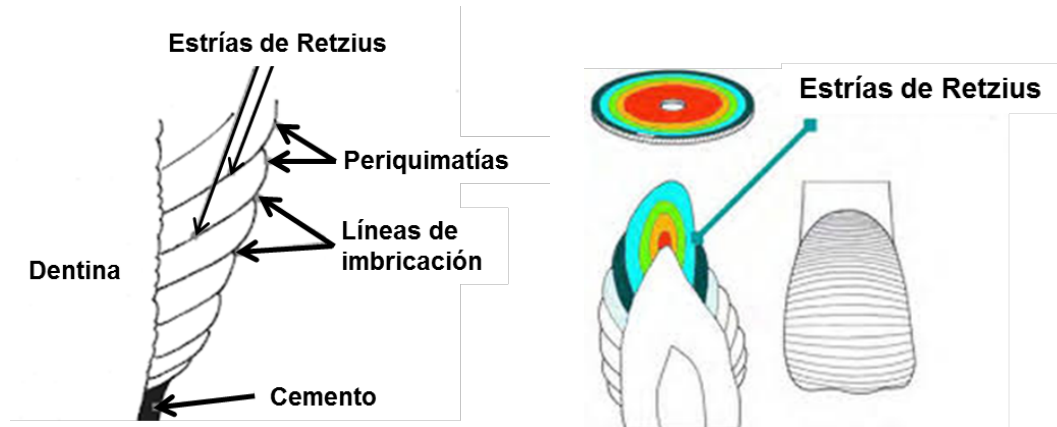


Fig. 3: Esquema de la distribución de las Estrías de Retzius longitudinal y transversalmente. Foto extraída del libro: Histología y Embriología Bucodental. Gómez de Ferraris ME y Campos Muñoz A. Ed. Médica Panamericana. 2019.

**Penachos adamantinos o de Linderer:*

Son estructuras formadas, básicamente, por tejido poco mineralizado, amorfo o granular. Se cree que se forman debido a cambios bruscos en la dirección, en grupos de prismas, durante la amelogénesis. Los penachos adamantinos se extienden desde el límite amelodentinario, en el tercio interno del esmalte. Son semejantes a microfisuras, presentando forma de arbusto. Se observan en cortes transversales del elemento dentario (Fig. 4).

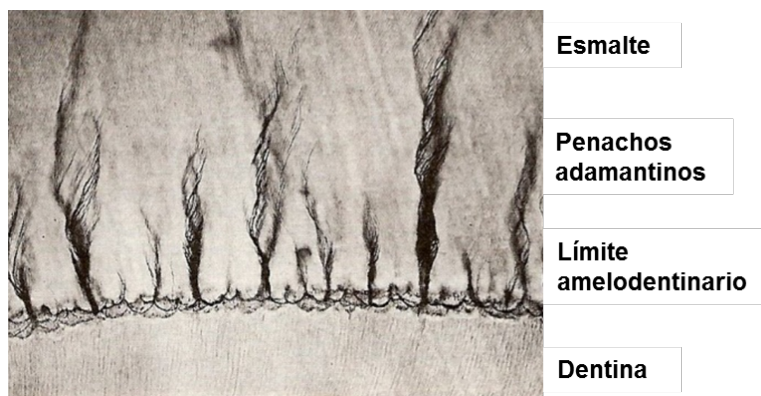


Fig.4: Corte transversal de un diente por desgaste, observando los Penachos Adamantinos. Foto extraída del libro: Histología y Embriología Bucodental. Gómez de Ferraris ME y Campos Muñoz A. Ed. Médica Panamericana. 2019.

**Bandas de Hunter-Schreger:*

Se cree que las bandas de Hunter-Schreger se tratan de un fenómeno que resulta de la diferencia en el plano de corte de los prismas, ya que al presentar un trayecto ondulante pueden ser seccionados transversalmente, dando origen a las bandas claras o parazonas, o bien, longitudinalmente, dando lugar a la aparición de bandas oscuras o diazonas. Estas bandas, claras y oscuras, se observan en las partes internas del esmalte. Se pueden ver en cortes longitudinales de un elemento dentario.

**Esmalte nudoso:*

Su origen se debe a que durante las primeras fases de la amelogénesis los ameloblastos se mueven hacia la periferia de manera irregular generando un entrecruzamiento de los prismas. Ésta disposición confiere más resistencia al esmalte. El esmalte nudoso se presenta en especial en las zonas que están expuestas a mayor acción masticatoria como las cúspides dentarias.

**Conexión amelodentinaria:*

La conexión amelodentinaria es la interrelación entre el esmalte y la dentina. Se origina en los primeros estadios de la morfogénesis dentaria y señala la ubicación de la lámina basal existente entre ameloblastos y odontoblastos, antes de comenzar los respectivos mecanismos de mineralización. Es de fundamental importancia en la interrelación del órgano amelo-dentino-pulpar.

**Husos adamantinos:*

Son estructuras que se encuentran a nivel de la conexión amelodentinarias con aspecto de clavav irregulares. Corresponden a la penetración de las prolongaciones odontoblásticas en el esmalte, ubicándose entre los ameloblastos y persistiendo en el interior del esmalte cuando éste se mineraliza (Fig.5).

Éstas formaciones tubulares con fondo ciego, en su mayoría, sólo contienen licor dentinario, pudiendo encontrarse también cristales en forma de

agujas de 5nm de ancho y 70nm de longitud, material granular de 1,5nm de diámetro y/o material amorfo.

Son perpendiculares a la conexión amelodentinaria y su función se relaciona con la transmisión de estímulos.

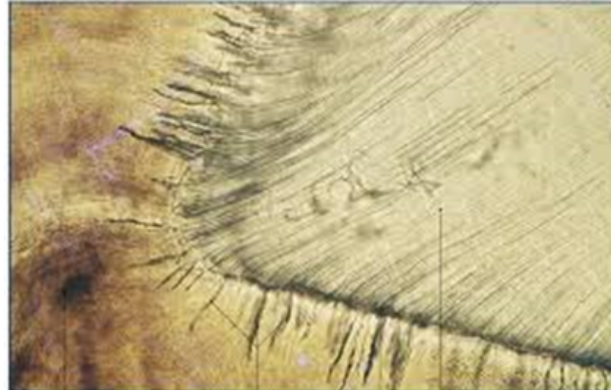


Fig.5: Corte longitudinal del diente por desgaste donde se observan, desde la conexión amelodentinaria, los husos adamantinos. Foto extraída del libro: Histología y Embriología Bucodental. Gómez de Ferraris ME y Campos Muñoz A. Ed. Médica Panamericana. 2019.

**Periquematías y líneas de imbricación de Picher:*

Las líneas de imbricación son surcos poco profundos existentes en la superficie del esmalte dental, que corresponden a las estrías de Retzius observadas desde la superficie del esmalte. Entre los surcos, se forman unos rodetes, crestas bajas o rebordes transversales denominados periquematías.

Las periquematías son más marcadas en los dientes jóvenes y tienden a desaparecer como consecuencia del desgaste fisiológico.

**Fisuras o surcos del esmalte:*

Las fisuras o surcos son invaginaciones de profundidad variable, que se encuentran en la superficie del esmalte de premolares y molares debido a una coalescencia incompleta de los lóbulos cuspídeos (centros de morfogénesis coronaria) donde la actividad ameloblástica se desarrolla de forma independiente y luego se sueldan.

Morfológicamente se describen tres tipos de fisuras: **Tipo V**, que se caracterizan por una entrada amplia y luego se estrechan hacia la base; **Tipo I**,

con ancho constante durante toda la invaginación y **Tipo Y**, que es una combinación de las dos anteriores (Fig.6).

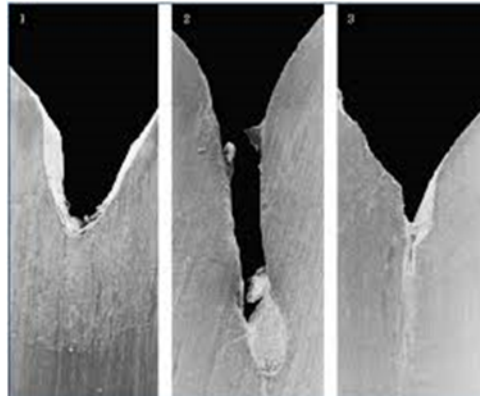


Fig. 6: Distintos tipos de fisuras del Esmalte. Foto extraída del libro: Histología y Embriología Bucodental. Gómez de Ferraris ME y Campos Muñoz A. Ed. Médica Panamericana. 2019.

**Laminillas o microfisuras del esmalte:*

Las laminillas o microfisuras están constituidas por tejido poco o nada mineralizado. Se extienden desde la superficie externa del esmalte hasta la conexión amelodentinaria, incluso pueden penetrar en la dentina. Son comparables a fallas geológicas, finas y delgadas (Fig.7).

Existen 2 tipos de microfisuras, primarias y secundarias. Las microfisuras primarias se generan en el elemento dentario antes de la erupción; su formación está en relación a planos de tensión dentro del esmalte. Están constituidas por matriz de esmalte no mineralizada o por células procedentes del órgano del esmalte. Las microfisuras secundarias o laminillas post-eruptivas, también están relacionadas a los planos de tensión antes mencionados y se generan por traumas o cambios rápidos de temperatura.

Pueden clasificarse también en:

Tipo A: Se forman antes de la erupción. Determinadas por segmentos de prismas poco mineralizados que dan lugar a zonas hipomineralizadas. Están circunscriptas al esmalte y generalmente no sobrepasan el tercio medio del mismo. Para algunos autores son las verdaderas laminillas.

Tipo B: Se forman también antes de la erupción, pero son zonas sin esmalte ocupadas por células degeneradas. Pueden llegar a atravesar la conexión amelodentinaria.

Tipo C: Se forman después de la erupción dentaria. Pueden llegar a atravesar la dentina. Son zonas sin esmalte ocupadas por restos orgánicos provenientes de la saliva.

Para algunos autores los Tipos B y C son las verdaderas microfisuras o *cracks* del esmalte. Están presentes en el 80 o 90% de los incisivos centrales y primeros molares de ambas arcadas, en el 70% de los caninos maxilares, y entre el 30 y el 50% del resto de los dientes.¹⁴

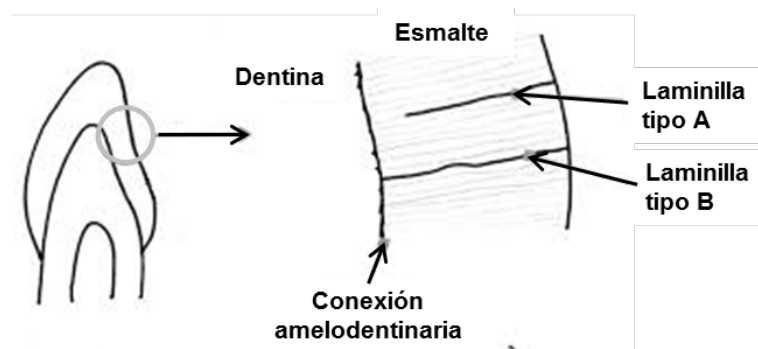


Fig. 7: Esquema de Laminillas del Esmalte. Foto extraída del libro: Histología y Embriología Bucodental. Gómez de Ferraris ME y Campos Muñoz A. Ed. Médica Panamericana. 2019.

En la Figura 8 se muestra un elemento dentario donde se observan algunas de estas estructuras, tales como las estrías de Retzius, las periquematías y algunas fisuras.



Fig.8: Foto propia del elemento dentario de un paciente quien prestó su consentimiento.

Cuando se observa la superficie de la cara vestibular del esmalte dental con el microscopio láser confocal, estas estructuras son registradas con mayor nitidez (Fig. 9).



Fig. 9: Imagen obtenida con microscopio láser confocal de la cara vestibular de un elemento dentario sano.

2. Daños producidos en el esmalte durante el descementado de los *brackets* y la eliminación de la resina residual.

Dependiendo del método que se utilice, se pueden producir lesiones en el esmalte tales como grietas, aumento de rugosidad, desgaste excesivo del esmalte, sobrecalentamiento del diente y necrosis pulpar. En todos los casos se genera un daño irreversible en el esmalte.

La fuerza de adhesión de los *brackets* a la superficie dentaria debe ser de tal manera que permita mantenerlo en posición durante la función normal, y soportar la fuerza que ejerce el alambre sobre él, pero no tan alta que cause daño al momento de retirar el *bracket*.¹⁵

La resistencia excesiva de la unión puede generar una separación en la interfaz esmalte-adhesivo cuando se retira el *bracket* y aumentar el riesgo de daño en el esmalte. Si la resistencia de unión es suave, la cantidad de adhesivo que queda sobre la superficie del esmalte es mayor y los procedimientos para su eliminación aumentan las posibilidades de daño sobre la superficie adamantina.

La cantidad de adhesivo remanente es evaluada utilizando el índice ARI que fue descrito en 1984 por Artun J y Berglan S.¹⁶ La escala ARI tiene un rango de 0 a 3:

- 0: no queda adhesivo en el diente.
- 1: menos de la mitad del adhesivo en el diente.
- 2: más de la mitad del adhesivo en el diente.
- 3: queda todo el adhesivo en el diente (Fig. 10).

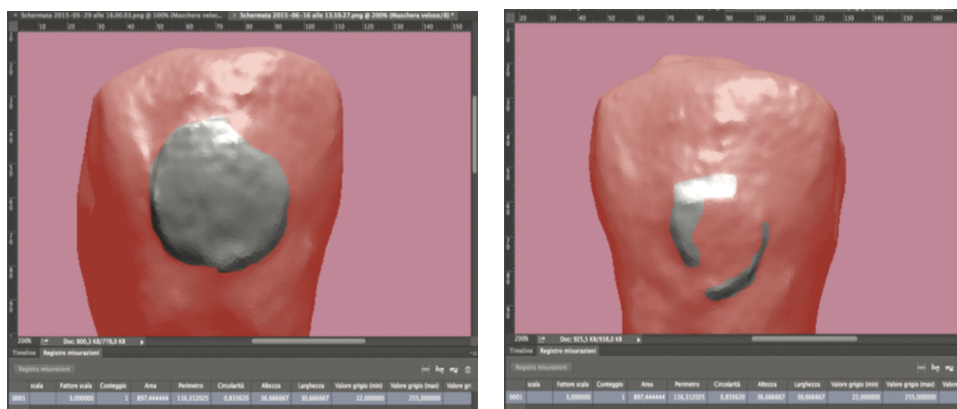


Fig. 10: Imagen extraída del artículo: Comparison of two different debonding techniques in orthodontic treatment. Piccoli L *et al.* Ann Stomatol (Roma). 2017; 8(2):71-8.

Varios son los factores que influyen generando mayor o menor daño en la superficie del esmalte al retirar los *brackets*. Entre los principales factores se encuentran:

- material con el que se genera la adhesión de los *brackets*.
- característica de los *brackets*.
- método utilizado para descementarlos.
- alicates utilizados, tipo de fuerza y dirección empleadas.
- técnicas empleadas para el pulido.
- factores inherentes al paciente como edad y composición del esmalte dental.

Material utilizado para la adhesión:

De acuerdo a estudios previos, los materiales que se utilizan para unir los *brackets* al esmalte tienen distintas estructuras moleculares y propiedades físicas. Estas características pueden generar un papel importante en los daños que se producen en el esmalte durante la eliminación o retiro de la aparatología.¹⁷⁻¹⁹

La unión de los *brackets* al esmalte se realiza por medio de la técnica de grabado ácido, lo que resulta en microporosidades generando una retención micro-mecánica y química, permitiendo que la resina se infiltre en esmalte dental.¹⁵

Otal V y col.²⁰ analizaron el uso de *composite* con y sin flúor en su composición, resultando con un ARI menor a 2 en aquellos elementos dentarios donde los *brackets* fueron adheridos con *composite* con flúor.

Piccoli L y col.²¹ compararon el comportamiento de tres adhesivos distintos. Un adhesivo a base de *composite* de fotocurado, uno de autocurado y el tercero a base de ionómero vítreo, resultando el de ionómero como el de mayor daño al esmalte, ya que al descementar genera una falla de unión en la interfaz esmalte-adhesivo.

Características de los *brackets*.

Entre los primeros *brackets* de cerámica que se utilizaron, los que tenían en su base el agregado de silano generaban un mayor daño al esmalte al

momento del retiro, ya que la retención que se generaba era de carácter químico.¹⁹

Muchos estudios comparan el uso de *brackets* metálicos, cerámicos, de *composite* o zafiro, encontrándose diferencias entre la capacidad o no de deformarse frente a la fuerza de descementado.

La deformación de la base del *brackets* facilita el desprendimiento sin fracturarse; cuando se fracturan los procedimientos de desgaste de los restos de *brackets* son más complicados.²²

Sin embargo el estudio de Habibi M y col.²³ compara estos daños y la cantidad de resina remanente empleando *brackets* metálicos y dos tipos de *brackets* cerámicos (retención química y mecánica), empleando instrumentos especiales para descementar *brackets*. Estos autores no encontraron diferencias en cuanto al índice ARI (índice de adhesivo remanente) entre los *brackets* metálicos y cerámicos de retención mecánica. Sin embargo, encontraron diferencia entre los *brackets* metálicos y los cerámicos de retención química, y entre los dos tipos de *brackets* cerámicos. En cuanto al número y longitud de fracturas del esmalte no hay diferencias significativas en los tres grupos. Finalmente el estudio concluye que no hay mayor riesgo de daño del esmalte durante el descementado con *brackets* cerámicos comparados con los metálicos usando alicates adecuados.

Métodos utilizados para el descementado:

Los métodos probados son distintos tales como dispositivos electrotérmicos, métodos ultrasónicos, láser, fresas para el desgaste del *bracket*, dispositivos con presión de aire y alicates convencionales. Entre todos los métodos, los alicates son los instrumentos más convenientes.

Bennet CG y col.²⁴ consideran que cuando el desprendimiento se genera en la interfaz *bracket*-adhesivo, el daño en el esmalte es menor. Esto se produce cuando la fuerza que se imprime con el alicate estira el adhesivo a su máxima resistencia, causando una falla cohesiva dentro de la resina.²⁵

Alicates utilizados para el retiro de los brackets. Característica y dirección de las

fuerzas:

El objetivo de muchas investigaciones es comparar los procedimientos biomecánicamente para evaluar los riesgos de complicaciones que se puedan generar en el esmalte dental al retirar los *brackets*.

Para Piccoli L y col.²¹ no hay diferencias significativas al utilizar un alicate de corte y uno de retiro de *brackets* en relación al sitio de falla y al ARI.

Alicates de corte de ligadura, How o Weingart, pueden generar la separación en la unión esmalte-adhesivo con más daños a nivel del tejido admantino.¹⁸

Para Zarrinnia K y col.⁵ los resultados muestran que con la pinza How, la cual ejerce fuerza mesial y distal, causó separación de la interface *bracket*-adhesivo en cuatro muestras, mientras que en dos muestras la separación ocurrió en la interface esmalte-adhesivo; con la pinza de corte de ligaduras, la separación se dio en la interfaz adhesivo-esmalte en los seis dientes y la pinza para retiro de *brackets* evidenció separación evidente en la interfaz *bracket*-adhesivo en todos los dientes estudiados, dejando el esmalte intacto. La pinza aplica fuerza en las aletas del *bracket* evitando la fuerza de torsión en el diente.

La ubicación del alicate es otro factor importante que influye en las propiedades de las fuerzas generadas. Si las puntas del alicate se colocan debajo de las aletas del *bracket* genera menos daño que si es colocado en la base.¹⁸ Aunque éste estudio difiere con lo demostrado por Piccoli L y col.²¹ (Fig.11).

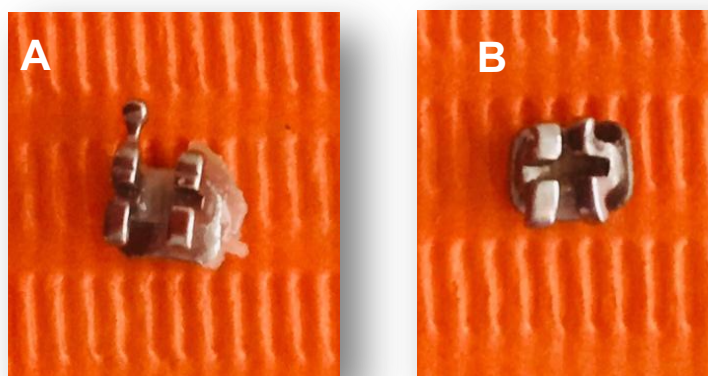


Fig. 11: A- Imagen de un bracket retirado con bocados del alicate aplicados en su base. B- Bracket retirado con bocados colocados en la base de las aletas.

Estudios como el de Holberg C y col.²⁶ crearon las condiciones necesarias para reproducir las características anisotrópicas del hueso alveolar, del ligamento periodontal y del esmalte dental. Utilizaron diferentes tipos de fuerzas para despegar los *brackets*. Poco antes de la ruptura del adhesivo se midió el estrés generado en el esmalte, ligamento periodontal y hueso alveolar. Este estudio demostró un alto estrés en el esmalte y hueso alveolar utilizando fuerza de torque frontal y de corte; y valores moderados con fuerzas de compresión y torque lateral (Fig. 12).

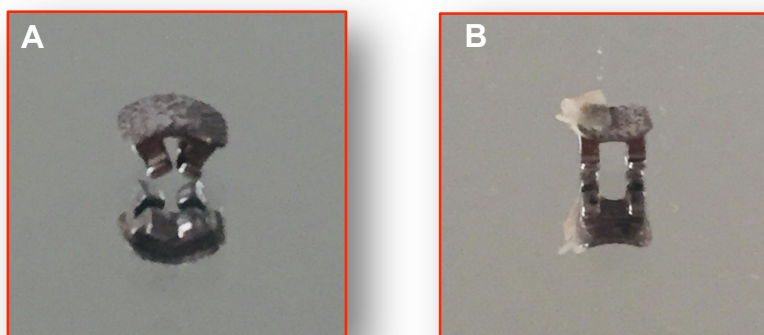


Fig. 12: A- Imagen de un bracket retirado con bocados del alicate aplicados en su base con pocos restos de adhesivo B- Bracket retirado con bocados colocados en la base de las aletas con muchos restos de adhesivo.

Métodos utilizados para el pulido del adhesivo residual:

Al utilizar formas adecuadas de adhesión y técnicas apropiadas de retiro de la aparatología de ortodoncia fija, donde la separación del *bracket* se produce en la interfaz *bracket*-adhesivo, la lesión e injuria en la superficie del esmalte es menor, siendo mayor la cantidad de resina residual que debe eliminarse. Los procesos de remoción de adhesivo después del descementado pueden generar una pérdida de esmalte dental hasta de $52 \mu\text{m}^{27}$. Existen diferentes técnicas

empleadas para este procedimiento, sin embargo estas maniobras pueden causar daño en la estructura del esmalte. Los daños en el tejido adamantino se deben a que la dureza del esmalte (aproximadamente 5 en la escala de Mohs), es inferior a la de los materiales utilizados para realizar el pulido (acero, carburo de tungsteno, cuarzo, alúmina, etc.).¹³ Se ha encontrado que el mayor daño en la superficie del esmalte ha sido ante la remoción de los *brackets* cerámicos.

Existen diversos instrumentos empleados para retirar los residuos de resina, muchos profesionales los usan indiscriminadamente sin ser conscientes del daño que estos causan a la estructura dental.

Zarrinnia K y col.⁵ evaluaron varios aditamentos empleados para retirar la resina remanente: fresa de punta fina de diamante de alta velocidad, fresa de carburo 169L de alta velocidad, fresa de carburo de 12 filos # 7803 de alta velocidad, fresa de acero inoxidable de baja velocidad, discos de lija de papel gruesa, media y fina de baja velocidad, discos Sof-Lex acabado medio, fino y extrafino. Estos autores concluyeron que la fresa de acero inoxidable era ineficiente y que la fresa de carburo de tungsteno dejaba una superficie de esmalte insatisfactoria pero que podía ser pulida fácilmente con discos Sof-Lex.

Finalmente, Zarrinnia K y col.⁵ recomendaron como protocolo para el retiro de residuos de resina lo siguiente:

- a. Remoción del *bracket* con pinzas apropiadas, las cuales dejan la resina en la superficie dental.
- b. Remoción del remanente de resina con fresa de carburo de tungsteno de 12 filos operada a alta velocidad con refrigeración.
- c. Eliminación de remanente de resina con discos Sof-lex de grano medio, fino y ultra fino.
- d. Acabado final con pasta de goma y zirconato.

Distintas son las técnicas utilizadas para la remoción del remanente de adhesivo posterior al descementado de *brackets*; algunos autores utilizan curetas manuales o pinzas especiales. En su mayoría se emplean fresas de carburo de tungsteno, piedras de diamante, discos Sof-Lex, puntas de caucho, etc.

Eliades T y col.²⁷ encontraron diferencias significativas con respecto a los parámetros de rugosidad del esmalte con piedra de diamante y con fresa de 8

filos. Karan S y col.⁶ por su lado, comparan fresa de carburo de tungsteno y fresa de *composite* encontrando que la primera generaba mayor rugosidad y lesión en el esmalte. Este resultado coincide con el encontrado por Garg R y col.¹⁰ quienes con la fresa de carburo de tungsteno registraron más rugosidad cuando la comparaban con la de *composite* y la fresa de vidrio.

En la literatura hay autores que comparan el daño causado en el esmalte al utilizar fresas de carburo de tungsteno a alta velocidad, con irrigación y sin irrigación, mostrando una superficie de esmalte insatisfactoria cuando no se usó irrigación.⁵

Factores inherentes al paciente:

Otros factores como edad del paciente o composición del esmalte (mayor o menor cantidad de fluoruros) predisponen cualitativa y cuantitativamente en el daño generado en el esmalte, durante los procedimientos antes detallados.

Valoración de la superficie adamantina:

Para observar la superficie adamantina, previo al cementado de los *brackets* y luego de la eliminación del adhesivo residual, en este trabajo se utilizó el microscopio láser confocal, ya que es una herramienta de alta resolución utilizada actualmente en investigaciones sobre superficies.

La microscopía confocal basa su postulado en eliminar luz de los planos fuera de foco mediante una abertura, con el fin de obtener mayor nitidez. La característica principal del microscopio confocal es la capacidad de adquirir solamente la parte de la imagen que está en foco a diferentes profundidades; estas imágenes son procesadas mediante el software digital, OLYMPUS OLS-4100, donde se realiza una reconstrucción tridimensional.

Mediante ésta técnica se obtienen imágenes topográficas de la superficie adamantina, sin destrucción de la muestra. Permite calcular profundidades y longitud de las grietas, así como diversos parámetros de cuantificación de rugosidad en trayectos o áreas.

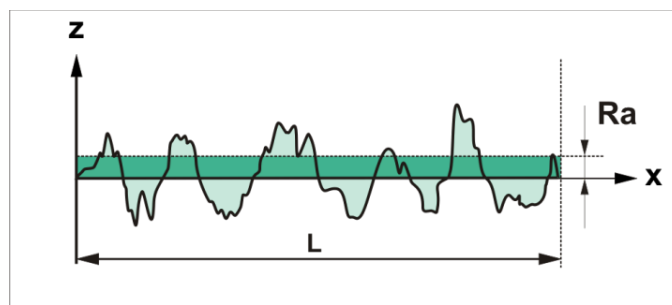
Los parámetros de rugosidad evaluados en este estudio fueron:

- **Rugosidad media aritmética (Ra):**

Teóricamente, R_a es la integral del valor absoluto de la función amplitud (Z) a lo largo del trayecto L ; esto es la sumatoria de las áreas que se forman entre la curva y la línea media y que equivale al área rectangular de altura R_a y base L :

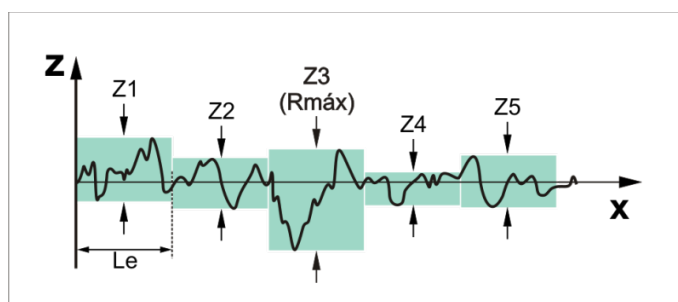
$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |f(x)| dx$$

En la práctica, R_a se puede calcular como el promedio de las amplitudes (Z) dentro del intervalo o módulo de medición L , denominado también *cut-off*, como se ilustra en el siguiente diagrama:



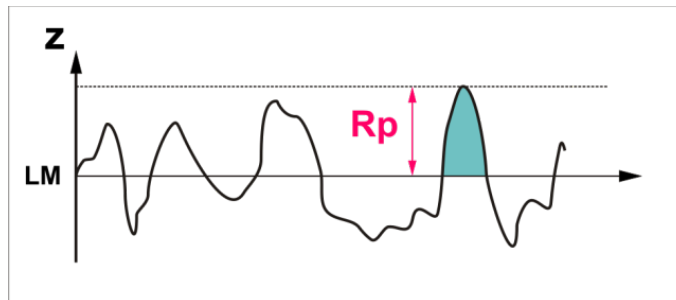
- **Profundidad de rugosidad media (R_z):**

R_z se define como la media aritmética de los valores de rugosidad parcial Z_i correspondientes a cada uno de los cinco módulos de medición L_e considerados para calcular este parámetro. Z_i dentro de cada módulo de medición (L o L_e) representa la distancia entre el punto máximo y el punto mínimo del perfil, como se ilustra en el siguiente diagrama:



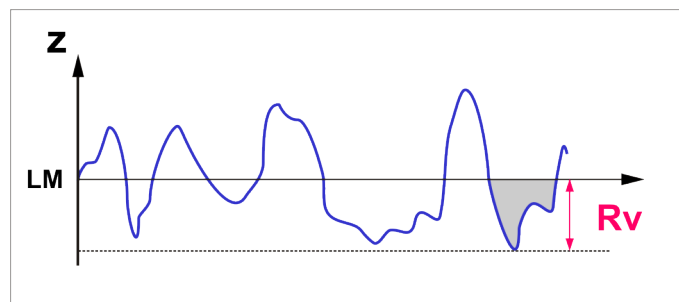
- **Rugosidad de cresta o de pico (R_p):**

La cresta mayor del perfil es la distancia entre el punto más alto del perfil y la línea media, tal cual lo muestra el siguiente diagrama:



- **Rugosidad de valle (Rv):**

El valle más profundo del perfil es la distancia entre el punto más profundo del perfil y la línea media. Este parámetro está particularmente indicado para recelar procesos de mecanizados y alteraciones de la superficie en profundidad tales como lijado y raspaduras. Se lo observa resaltado en gris en el siguiente diagrama:



- **Rugosidad máxima o total (Rt):**

La Rugosidad máxima, total o profundidad de aspereza indica la distancia vertical entre el pico más alto y el valle más profundo dentro de **LM**. Es un parámetro de gran utilidad para informar sobre el deterioro superficial, como se muestra en el siguiente diagrama:

HIPÓTESIS

El uso de la fresa de múltiples filos, para eliminar la resina residual posterior al retiro de los *brackets*, es la que menor lesión genera sobre la superficie del esmalte dentario.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar las características de las superficies del esmalte dentario y su rugosidad, luego de la eliminación de los residuos de resina con diferentes tipos de fresas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Analizar mediante microscopía confocal el grado de rugosidad de la superficie del esmalte, luego de la remoción del adhesivo residual y pulido con fresa de múltiples filos (12 filos) tronco cónico con instrumental rotatorio de alta velocidad irrigado con agua.
- b. Analizar mediante microscopía confocal el grado de rugosidad de la superficie del esmalte, luego de la remoción del adhesivo residual y pulido con fresa redonda e instrumental rotatorio a baja velocidad (contra ángulo) sin irrigación.
- c. Analizar mediante microscopía confocal el grado de rugosidad de la superficie del esmalte, luego de la remoción del adhesivo residual y pulido con fresa de vidrio (*Fiber Glass*) con instrumental rotatorio a baja velocidad (contra ángulo) sin irrigación.
- d. Comparar mediante microscopía confocal el grado de rugosidad de la superficie del esmalte, luego de la remoción del adhesivo residual, con tres tipos diferentes de fresas y sus métodos de aplicación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en 30 premolares superiores humanos extraídos por razones ortodóncicas o periodontales, provenientes del Banco de Dientes de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Se desarrolló en el marco de la Carrera de Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Dento-máximo-facial de la Escuela de Posgrado de la Facultad de Odontología, UNC. El proyecto fue aprobado por el Comité Académico de Investigación en Salud de la Facultad de Odontología, UNC

Las observaciones fueron realizadas sobre la cara vestibular de los premolares superiores, en el punto más prominente de dicha cara. Se eligieron premolares superiores ya que son los elementos dentarios que se extraen con mayor frecuencia por razones ortodóncicas y además no presentan alteraciones anatómicas.

Los elementos dentarios fueron rotulados en su cara palatina con fibra indeleble (Fig. 13), conservados en frascos cerrados con agua de red renovada cada 2 días y refrigerados en heladera entre 3° y 5°C.



Fig. 13: Fotografía de algunos elementos dentarios utilizados en el estudio.

Los premolares elegidos tenían sus superficies vestibulares clínicamente intactas, sin lesiones cariosas ni restauraciones y fueron observados previamente con el microscopio confocal para analizar las características propias del área central de su cara vestibular.

Posteriormente, cada premolar fue colocado en una base de silicona dentro de moldes plásticos, cubriendo hasta el tercio medio radicular de cada elemento dentario, para poder disponer del tercio cervical de la raíz para su correcta manipulación al momento de su remoción (Fig. 14).



Fig. 14: Disposición de los elementos dentarios a estudiar sobre moldes plásticos.

Los dientes se limpiaron con brochita y piedra pómez sin flúor y fueron sometidos al protocolo de preparación del esmalte con grabado con ácido fosfórico al 37% durante 15 segundos, lavado 10 segundos, secado con aire libre de agua y aceite durante 10 segundos, colocación de una capa de adhesivo Transbond Mip (3M), cementado del *bracket* con resina Transbond XT (3M) y fotopolimerizados con lámpara de luz Led durante 10 segundos en cada uno de sus lados: mesial, distal, oclusal y gingival (Fig. 15).

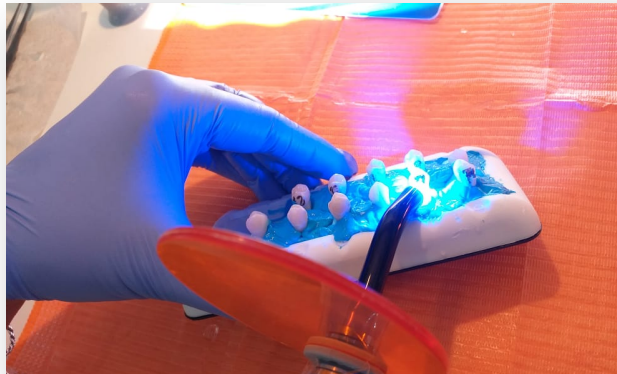


Fig. 15: Preparación del esmalte de los elementos dentarios.

Una vez cementados los *brackets*, se colocó el soporte de silicona con los dientes dentro de una cuba con agua de red a 37°C (Fig. 16).

Los *brackets* fueron removidos a las 24h posteriores a la adhesión utilizando un alicate diseñado específicamente por American Orthodontic, realizando la tracción desde las aletas oclusales y gingivales del *bracket* para que el desprendimiento no genere lesión en el esmalte dental.



Fig. 16: Brackets cementados en los elementos dentarios y colocados en una cuba con agua a 37°.

Posteriormente, los premolares se dividieron, aleatoriamente, en 3 grupos de 10 elementos cada uno; a cada grupo se le aplicó diferente método o técnica de eliminación del remanente del material de adhesión de la superficie dentaria:

- **Grupo 1:** se realizó remoción de la resina residual con fresa de múltiples filos (12 filos) tronco-cónica con instrumental rotatorio de alta velocidad irrigado con agua.
- **Grupo 2:** la remoción de la resina residual se realizó con fresa redonda e instrumental rotatorio a baja velocidad (contra ángulo) sin irrigación.
- **Grupo 3:** la remoción de la resina residual se realizó con fresa de vidrio (*Fiber Glass*) con instrumental rotatorio a baja velocidad (contra ángulo) sin irrigación (Fig. 17).



Fig. 17: Foto de las 3 fresas.

Después de eliminar la resina residual, los elementos dentarios, se colocaron en recipientes rotulados por grupos y se conservaron en agua de red, a temperatura entre 3° y 5°C en heladera.

Análisis con Microscopía Confocal:

Las mediciones se efectuaron en el laboratorio LAMARX de la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, UNC, donde se utilizó el Microscopio Confocal (OLYMPUS LEXT OLS4000) (Fig. 18), para el análisis y

obtención de imágenes del centro de las superficies adamantinas vestibulares de los premolares.

El microscopio confocal emplea un láser de Argón de una longitud de onda de 405 nm y permite obtener imágenes de alta resolución lateral (120 nm) y axial (10 nm). Este microscopio permitió medir la “rugosidad” superficial y la “textura” del área de la superficie adamantina antes y después del cementado del *bracket*.

Para la observación con el microscopio confocal, los elementos dentarios se colocaron en un soporte específico que sostenían al premolar desde el ápice y la cúspide palatina; de ésta manera se podía centralizar el objetivo en la zona específica (punto más prominente del centro de la cara vestibular de cada premolar) donde estuvo cementado el *bracket* (Fig. 19).



Fig. 18: Microscopio Confocal (OLYMPUS LEXT OLS4000)

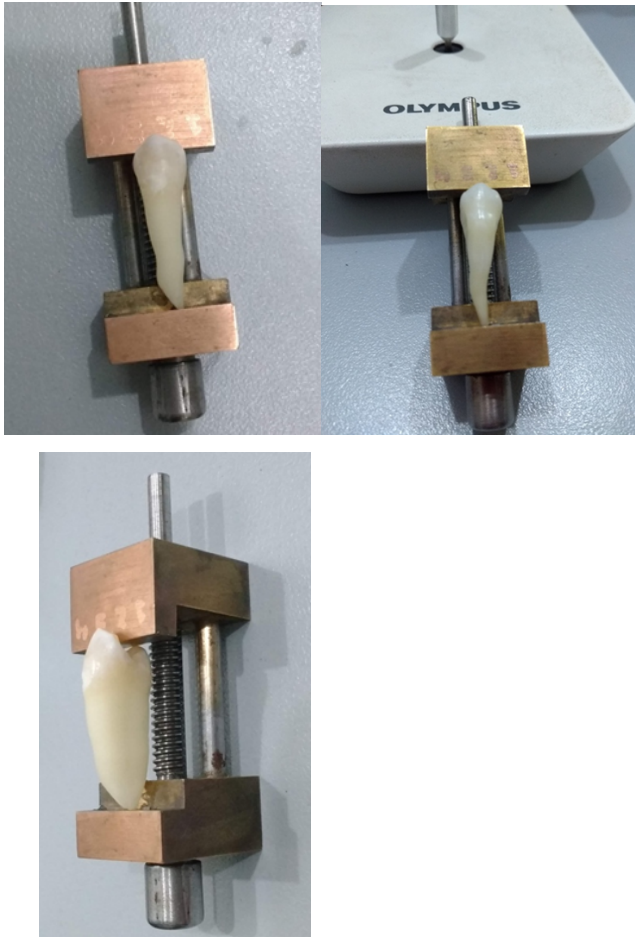


Fig. 19: Elementos dentarios sostenidos por un soporte específico.

Se utilizó un lente de 50x obteniendo una magnificación final de 1070x que es la indicada por el fabricante del microscopio para medir rugosidad (Fig. 20).

Las imágenes captadas por el microscopio son procesadas con el *software* Olympus OLS-4100 (Fig. 21), para obtener imágenes tridimensionales y perfiles de rugosidad de un área representativa de cada muestra.

Se registraron los valores de los siguientes parámetros de rugosidad: Ra (rugosidad media aritmética), Rt (rugosidad máxima o total), Rz (profundidad de rugosidad media), Rp (cresta mayor del perfil), Rv (valle más profundo del perfil) y Rku (curtosis), para su posterior análisis estadístico.

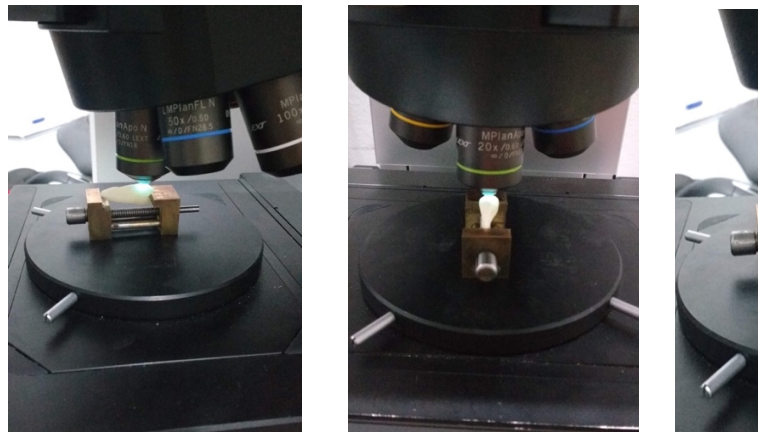


Fig. 20: Observación del elemento dentario.

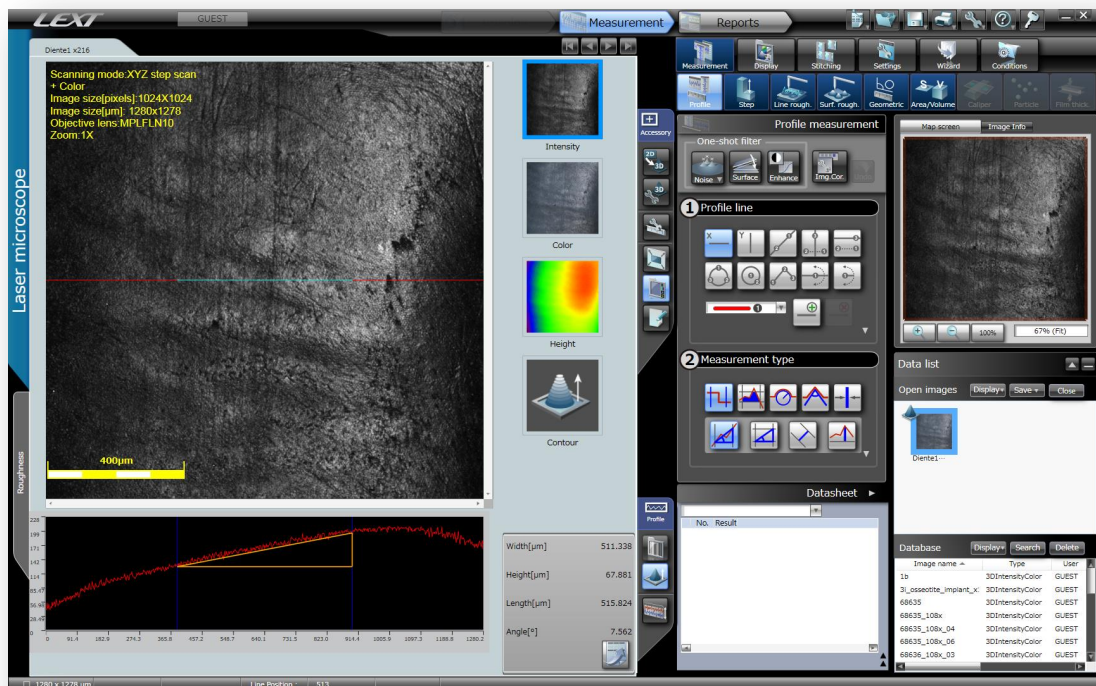


Fig. 21: Procesamiento de las imágenes con el software Olympus OLS-4100.

Posterior al análisis en microscopio confocal, los elementos dentarios fueron desechados como material biopatógeno según normas de bioseguridad y protocolos de desecho de material biológico establecidos en la Facultad de Odontología, UNC.

Para cada parámetro de rugosidad evaluado se realizó un análisis estadístico descriptivo con valores de tendencia central (media y mediana), de dispersión (desviación estándar, valores mínimo y máximo) y gráficos complementarios de medias y de cajas.

Posteriormente se contrastaron los grupos de estudio, mediante el análisis de ANOVA, para determinar si existen diferencias significativas entre ellos.

Para identificar cómo se diferenciaban los grupos entre sí, se realizó el test de comparación múltiple de Tukey.

Para comparar la rugosidad de la superficie dentaria antes y después del tratamiento, en cada grupo, se analizaron los datos mediante la prueba *t* de Student para datos apareados; para tal fin, se consideraron los valores promedios de los diversos parámetros de rugosidad de cada superficie muestreada.

Para todas las pruebas realizadas se fijó el nivel de significancia con un $p < 0,05$.

RESULTADOS

A partir de los datos suministrados por el software Olympus OLS-4100, de los perfiles de rugosidad de las superficies escaneadas, se evaluaron la rugosidad media aritmética (Ra), la rugosidad máxima o total (Rt), la profundidad de rugosidad media (Rz), la cresta mayor del perfil (Rp) y el valle más profundo del perfil (Rv).

- **Rugosidad media aritmética (Ra)**

Los resultados de Ra de las superficies de los elementos dentarios, según los diferentes tipos de pulido, se muestran en la Tabla 1. Las distribuciones de los valores de Ra mostraron diferencias significativas entre los grupos (ANOVA; $p=3,3 \times 10^{-6}$, $p < 0,05$).

Tabla 1: Valores de la rugosidad media aritmética (Ra-ISO 4287). Recuento de perfiles medidos (n); valor medio y desviación estándar (DE); mínimo, mediana y máximo, según tipo de fresa. Los valores se expresan en micrómetros (μm).

Tipo de Fresa	n	Media	DE	Mínimo	Mediana	Máximo
Múltiples filos (MF)	35	0,82	0,26	0,38	0,73	1,49
Redondeada (RE)	35	1,52	0,55	0,58	1,60	2,41
Fibra de vidrio (FV)	26	1,59	1,01	0,54	1,18	4,29

Al comparar los valores de rugosidad media aritmética entre los grupos (Fig. 22 y 23), las superficies del esmalte que fueron pulidas con instrumentos de múltiples filos (MF) registraron valores de Ra significativamente menores que los esmaltes pulidos con los otros dos sistemas de fresado (RE y FV) (Test de Tukey, $p < 0,0001$). No se encontraron diferencias de Ra entre los grupos RE y FV ($p > 0,05$). Este resultado es un indicativo de que la técnica que utiliza fresado multifilo erosionaría en menor grado la superficie del esmalte.

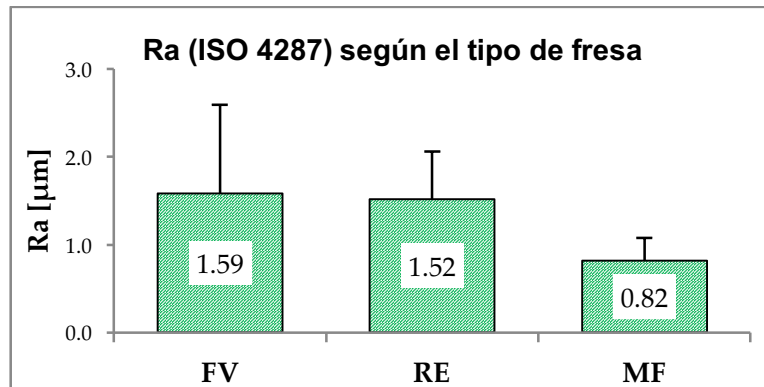


Fig. 22: Rugosidad media aritmética (Ra) según el tipo de fresa utilizada. Los valores se expresan como la media ± desviación estándar.

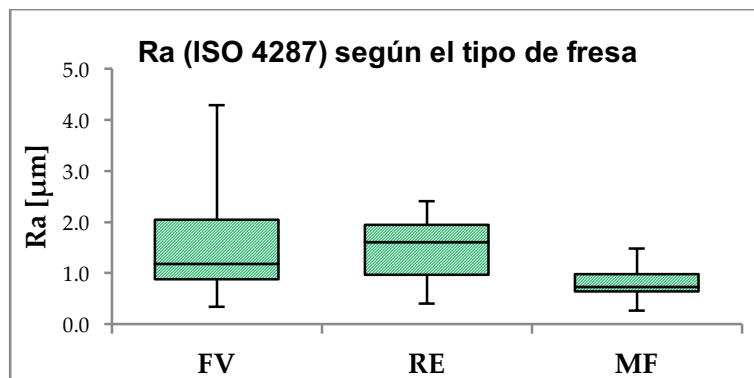


Fig. 23: Rugosidad media aritmética (Ra) según el tipo de fresa utilizada. Esquema de distribución de datos¹.

Al estudiar los valores medios de Ra, agrupados en subconjuntos homogéneos, no se observaron diferencias significativas entre sí (Tabla 2, $p > 0,05$).

¹ El diagrama de cajas representa de manera esquemática las distribuciones de valores registrados. Para cada grupo o categoría, la línea central representa la mediana, la caja el 50% de los datos más centrales (2° y 3° cuartil), los valores inferiores de la caja engloban el 1° cuartil y los valores por encima de la caja el 4° cuartil.

Tabla 2: Contraste de datos de Ra según el tipo de fresa utilizada para el pulido. Valores medios de Ra agrupados en subconjuntos homogéneos (columnas 1 y 2).

Tipo de Fresa	N	Subconjuntos homogéneos	
		1	2
Múltiples filos	35	0,82	
Redondeada	35		1,52
Fibra de vidrio	26		1,59
Significación (<i>p</i> -valor)		1,000	0,909

La comparación de los valores de Ra sobre la superficie dentaria, antes y después del pulido con cada tipo de fresa, se muestra en la Tabla 3 y en la Figura 24.

Tabla 3: Rugosidad media aritmética (Ra) según etapa y técnica de pulido. Valor medio \pm intervalo de confianza al 95% para la media. Los valores se expresan en micrómetros (μm).

	FV	RE	MF
PRE (sin pulir)	2,29 \pm 1,16	1,57 \pm 0,21	1,84 \pm 1,17
POS (pulido)	1,61 \pm 0,92	1,55 \pm 0,46	0,82 \pm 0,17
Test <i>t</i> de Student (<i>p</i> -valor)	0,375	0,952	0,155

Si bien los valores medios de Ra correspondientes a la etapa previa al pulido del esmalte fueron mayores que los propios de la etapa posterior al pulido (salvo el grupo de fresas redondas que fueron casi iguales), las diferencias no resultaron estadísticamente significativas en ningún grupo (Test *t* de Student; $p > 0,05$). Tampoco resultó significativa la disminución de Ra en términos globales (sin discriminar por grupo), ($p = 0,079$; $p > 0,05$).

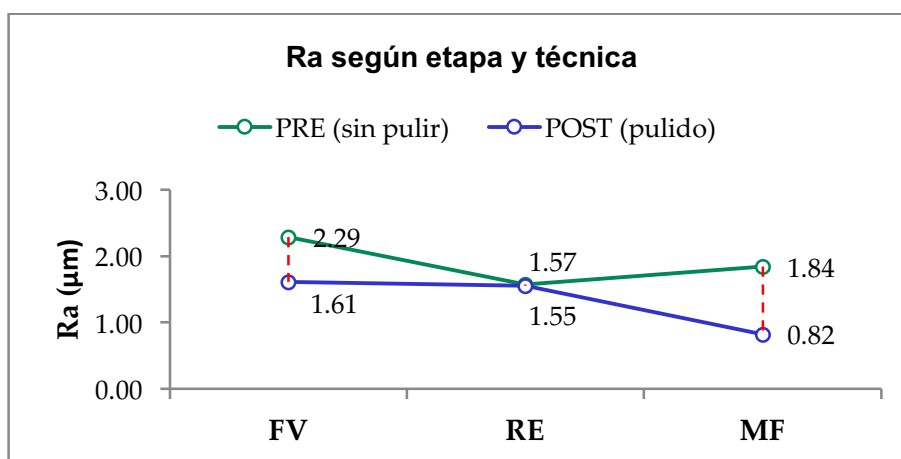


Fig. 24: Gráfico de los valores de rugosidad media aritmética (Ra) según etapa y técnica.

Considerando las diferencias entre etapas de los valores medios de Ra calculados para cada técnica (Fig. 24), se contrastaron los grupos mediante ANOVA de una vía, resultando no significativas las diferencias entre ellos ($p=0,486$; $p>0,05$). Este resultado difiere al obtenido al considerar los valores post pulido, aunque las tendencias siguen siendo las mismas, con mayores diferencias entre las etapas pre y pos pulido para el grupo MF, ya que el pulido con fresa de múltiples filos redujo más el valor de Ra que las otras dos técnicas de pulido (FV: $-0,68 \mu\text{m}$; RE: $-0,02 \mu\text{m}$; MF: $-1,02 \mu\text{m}$).

- **Profundidad de rugosidad media (Rz)**

Los resultados de la Rz de las superficies de los elementos dentarios, según los diferentes tipos de pulido, se muestran en la Tabla 4. Las distribuciones de los valores de Rz mostraron diferencias significativas entre los grupos (ANOVA; $p=0,001$, $p<0,05$).

Tabla 4: Profundidad de rugosidad media (Rz-ISO 4287). Recuento de perfiles medidos (n); valor medio y desviación estándar (DE); mínimo, mediana y máximo, según tipo de fresa. Los valores se expresan en micrómetros (μm).

Fresa	N	Media	DE	Mínimo	Mediana	Máximo
Múltiples filos (MF)	35	7,47	5,16	3,61	6,13	29,83
Redondeada (RE)	35	10,51	3,72	4,61	11,45	16,76
Fibra de vidrio (FV)	26	16,46	24,63	1,66	10,83	85,45

Al comparar los valores de profundidad de rugosidad media entre los grupos (Fig. 25 y 26), las superficies del esmalte que fueron pulidas con fresas de múltiples filos (MF) y redondeadas (RE) registraron valores de Rz significativamente menores que los esmaltes pulidos con la fresa de fibra de vidrio (FV) (Test de Tukey, $p<0,05$). No se encontraron diferencias de Ra entre los grupos RE y MF ($p>0,05$).

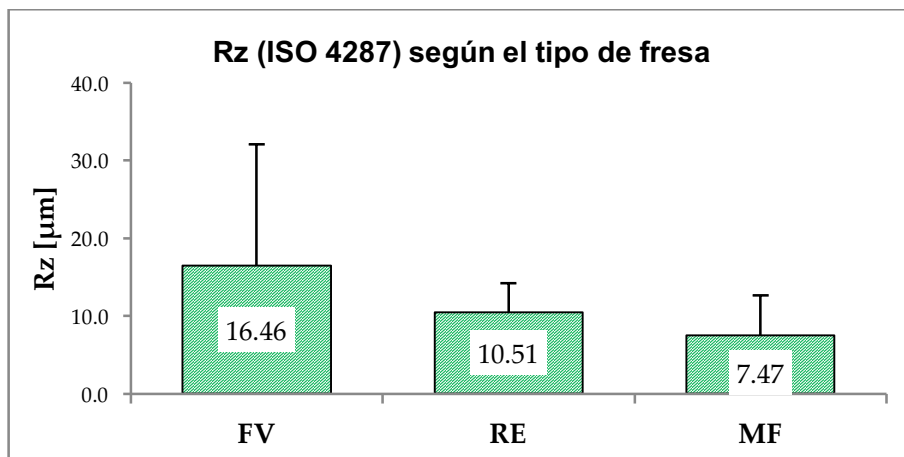


Fig. 25: Profundidad de rugosidad media (Rz) según el tipo de fresa utilizada. Los valores se expresan como la media ± desviación estándar.

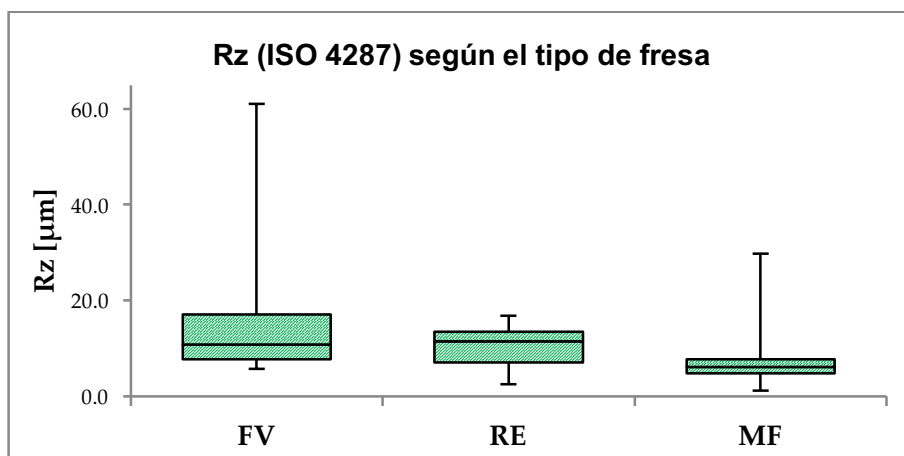


Fig. 26: Profundidad de rugosidad media (Rz) según el tipo de fresa utilizada. Esquema de distribución de datos.

Al estudiar los valores medios de Rz, agrupados en subconjuntos homogéneos, no se observaron diferencias significativas entre sí (Tabla 5, $p > 0,05$).

Tabla 5: Contraste de datos de Rz según el tipo de fresa utilizada para el pulido. Valores medios de Rz agrupados en subconjuntos homogéneos (columnas 1 y 2).

Fresa	N	Subconjuntos homogéneos	
		1	2
Múltiples filos	35	7,47	
Redondeada	35	10,51	
Fibra de vidrio	26		16,46
Significación		0,336	1,000

La comparación de los valores de Rz sobre la superficie dentaria, antes y después del pulido con cada tipo de fresa, se muestra en la Tabla 6 y en la Figura 27.

Tabla 6: Profundidad de rugosidad media (Rz) según etapa y técnica. Valor medio \pm intervalo de confianza al 95% para la media. Los valores se expresan en micrómetros (μm).

	FV	RE	MF
PRE (sin pulir)	14,47 \pm 7,67	7,94 \pm 3,37	4,65 \pm 1,79
POS (pulido)	16,75 \pm 12,15	10,11 \pm 3,43	7,47 \pm 3,23
Test-T (p-valor)	0,766	0,386	0,185

Los valores medios de Rz correspondientes a la etapa previa al pulido del esmalte del elemento dentario fueron menores que los respectivos de la etapa posterior al pulido. Este incremento (moderado) de Rz fue común a los tres grupos, como se muestra en la Figura 27, pero las diferencias no fueron estadísticamente significativas en ningún caso (Test *t* de Student; $p > 0,05$). Tampoco resultó significativo el incremento de Rz en términos globales ($p = 0,271$; $p > 0,05$).

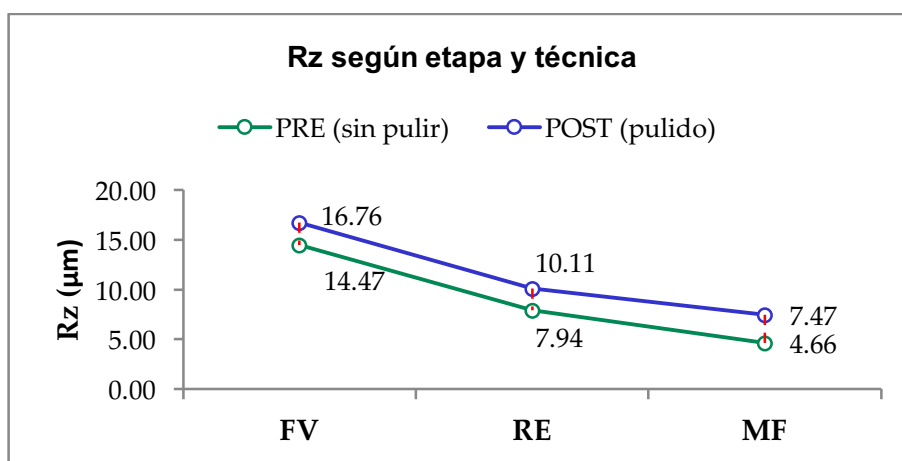


Fig. 27.- Gráfico de los valores medios de Rz según etapa y técnica.

Al comparar las diferencias de los valores de Rz entre etapas de los tres grupos (Fig. 27), mediante el análisis de ANOVA, no resultaron significativas esas

diferencias ($p=0,992$; $p>0,05$). Es por ello que sería conveniente restar importancia al resultado obtenido previamente al considerar los valores de Rz de superficies ya pulidas, en el cual el grupo de fibra de vidrio mostraba valores significativamente superiores a los otros grupos, ya que también fueron elevados los valores Rz para este grupo (FV) en la instancia previa al pulido. En términos de diferencias entre etapas, los valores de Rz fueron: FV: $-2,29 \mu\text{m}$; RE: $-2,19 \mu\text{m}$ y MF: $-2,82 \mu\text{m}$. Nuevamente el grupo MF registró la mayor diferencia entre etapas aunque, como se mencionó, los grupos no se diferenciaron significativamente entre sí.

- **Rugosidad de cresta o de pico (Rp)**

Las distribuciones de valores de Rp, según el tipo de pulido de las superficies del esmalte de los elementos dentarios, se muestran en la Tabla 7. Las distribuciones de los valores de Rp mostraron diferencias significativas éntrelos grupos (ANOVA; $p=0,002$, $p<0,05$).

Tabla 7: Rugosidad de pico (Rp). Recuento de perfiles medidos (n); valor medio y desviación estándar (DE); mínimo, mediana y máximo, según tipo de fresa. Los valores se expresan en micrómetros (μm).

Fresa	n	Media	DE	Mínimo	Mediana	Máximo
Múltiples filos (MF)	35	4,48	2,30	1,92	3,73	10,22
Redondeada (RE)	35	6,23	1,87	3,03	6,13	11,27
Fibra de vidrio (FV)	26	6,03	2,20	3,19	5,70	9,72

Al comparar los valores de profundidad de pico entre los grupos (Fig. 28 y 29), las superficies del esmalte que fueron pulidas con fresas de múltiples filos (MF) registraron valores de Rp significativamente menores que los esmaltes pulidos con las fresas redondeadas (RE) y de fibra de vidrio (FV) (Test de Tukey, $p<0,02$). No se encontraron diferencias de Rp entre los grupos RE y MF ($p>0,05$).

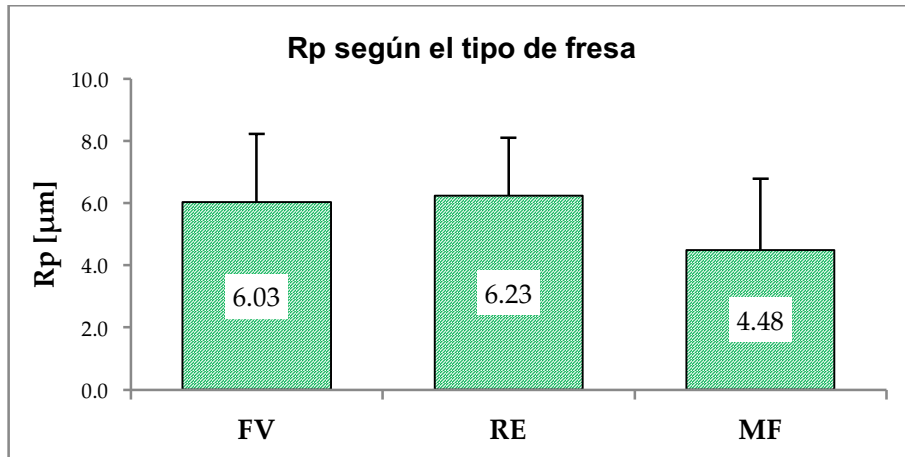


Fig. 28: Rugosidad de pico (Rp) según el tipo de fresa utilizada. Los valores se expresan como la media ± desviación estándar.

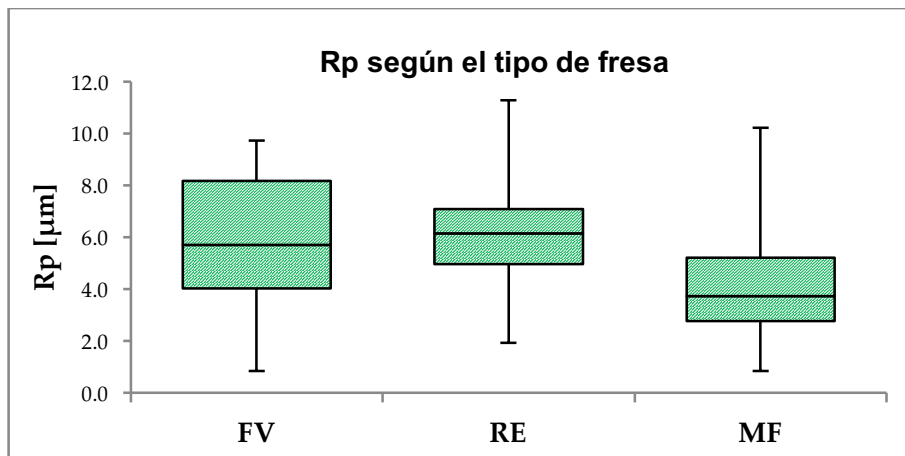


Fig. 29: Rugosidad de pico (Rp) según el tipo de fresa. Esquema de distribución de datos.

Al estudiar los valores medios de Rp, agrupados en subconjuntos homogéneos, no se observaron diferencias significativas entre sí (Tabla 8, $p > 0,05$).

Tabla 8: Contraste de datos de Rp según el tipo de fresa utilizada para el pulido. Valores medios de Rp agrupados en subconjuntos homogéneos (columnas 1 y 2).

Fresa	N	Subconjuntos homogéneos	
		1	2

Múltiples filis	35	4,48	
Redondeada	35		6,03
Fibra de vidrio	26		6,23
Significación		1,000	0,926

La comparación de los valores de Rp sobre la superficie del esmalte, antes y después del pulido con cada tipo de fresa, se muestra en la Tabla 9 y en la Figura 30.

Tabla 9: Rugosidad de cresta o de pico (Rp) según etapa y técnica. Valor medio \pm intervalo de confianza al 95% para la media. Los valores se expresan en micrómetros (μm).

	FV	RE	MF
PRE (sin pulir)	9,67 \pm 6,90	6,06 \pm 1,92	4,96 \pm 2,79
POS (pulido)	5,99 \pm 1,71	6,05 \pm 1,37	4,79 \pm 1,48
Test-T (p-valor)	0,337	0,922	0,981

Las diferencias entre los valores medios de Rp, previos y posteriores al pulido del esmalte, fueron muy pequeñas en los grupos de fresas redondeadas (RE) y de múltiples filis (MF). Sólo el valor de Rp del grupo de fresas de fibra de vidrio (FV) experimentó un descenso. Sin embargo, en ningún caso las diferencias entre el pre y pos pulido del esmalte de los diferentes grupos resultaron significativas (Test *t* de Student; $p > 0,05$). Tampoco resultó significativa la disminución de Rp en términos globales (sin discriminar por grupo) ($p = 0,360$; $p > 0,05$).

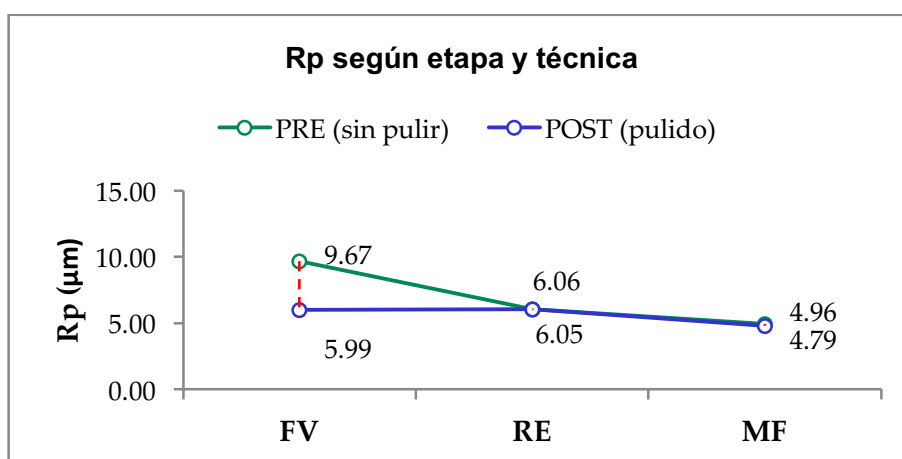


Fig. 30: Gráfico de medias de rugosidad de pico (Rp) según etapa y técnica.

Como se observa en la Figura 30, al contrastar las diferencias de Rp entre etapas de los grupos de fresas, no se detectaron diferencias significativas (ANOVA; $p=0,434$; $p>0,05$). Las diferencias de Rp entre etapas fueron: FV: $-3,68 \mu\text{m}$; RE: $-0,02 \mu\text{m}$ y MF: $-0,16 \mu\text{m}$. El grupo que mostró la mayor diferencia de disminución de Rp fue el de fibra de vidrio aunque, como se mencionó, no hubo diferencia significativa con los otros grupos.

- **Rugosidad de valle (Rv)**

Las distribuciones de valores de Rv, según el tipo de pulido de las superficies del esmalte de los elementos dentarios, se muestran en la Tabla 10. Las distribuciones de los valores de Rv mostraron diferencias significativas entre los grupos (ANOVA; $p=0,001$; $p<0,05$).

Tabla 10: Rugosidad de valle (Rv). Recuento de perfiles medidos (n); valor medio y desviación estándar (DE); mínimo, mediana y máximo, según tipo de fresa. Los valores se expresan en micrómetros (μm).

Fresa	N	Media	DE.	Mínimo	Mediana	Máximo
Múltiples filos (MF)	35	5,13	3,82	2,26	3,87	18,22
Redondeada (RE)	35	7,89	3,56	2,72	7,40	16,97
Fibra de vidrio (FV)	26	8,89	4,88	2,98	7,53	21,71

Al comparar los valores de rugosidad del valle entre los grupos (Fig. 31 y 32), las superficies del esmalte que fueron pulidas con fresas de múltiples filos (MF) registraron valores de Rv significativamente menores que los esmaltes pulidos con las fresas redondeadas (RE) y de fibra de vidrio (FV) (Test de Tukey, $p<0,02$). No se encontraron diferencias de Rv entre los grupos RE y FV ($p>0,05$).

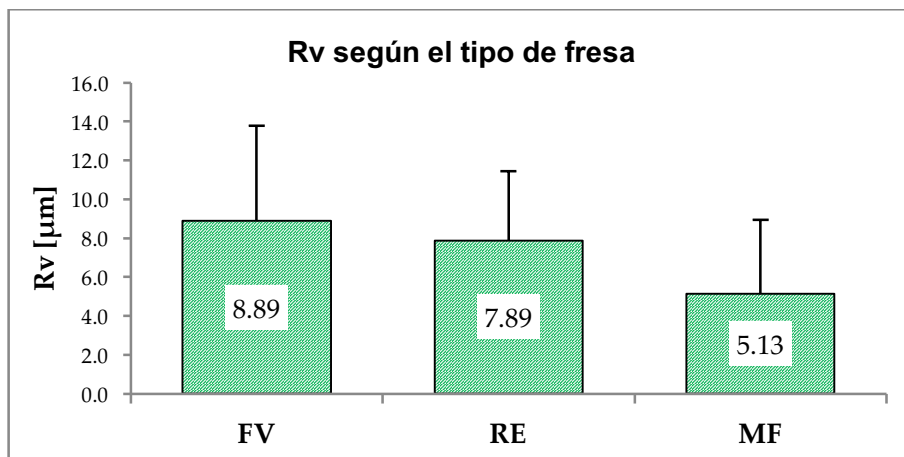


Fig. 31: Rugosidad de valle (Rv) según el tipo de fresa utilizada. Los valores se expresan como la media ± desviación estándar.

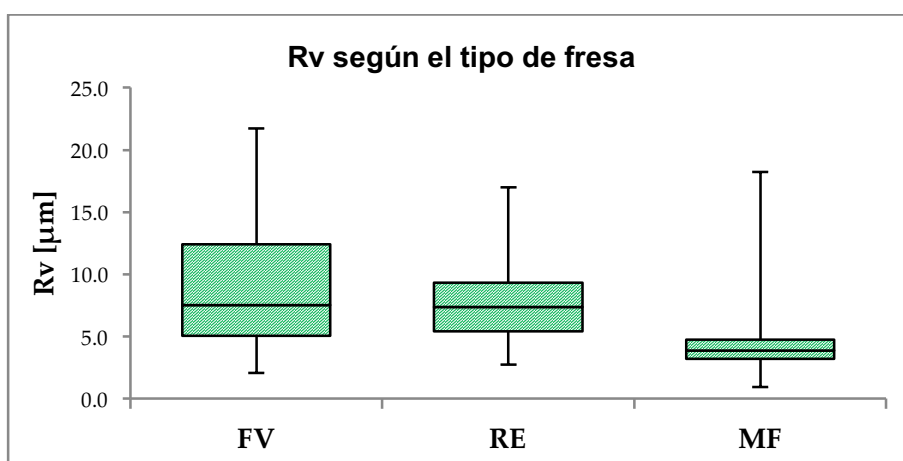


Fig. 32: Rugosidad de valle (Rv) según el tipo de fresa utilizada. Esquema de distribución de datos.

Al estudiar los valores medios de Rv, agrupados en subconjuntos homogéneos, no se observaron diferencias significativas entre sí (Tabla 11, $p > 0,05$).

Tabla 11: Contraste de datos de Rv según el tipo de fresa utilizada para el pulido. Valores medios de Rv agrupados en subconjuntos homogéneos (columnas 1 y 2).

Fresa	n	Subconjuntos homogéneos	
		1	2
Múltiples filos	35	5,13	
Redondeada	35		7,89
Fibra de vidrio	26		8,89
Significación		1,000	0,608

La comparación de los valores de Rv sobre la superficie del esmalte, antes y después del pulido con cada tipo de fresa, se muestra en la Tabla 12 y en la Figura 33.

Tabla 12: Rugosidad de valle (Rv) según etapa y técnica. Valor medio \pm intervalo de confianza al 95% para la media. Los valores se expresan en micrómetros (μm).

	FV	RE	MF
PRE (sin pulir)	10,15 \pm 6,46	6,07 \pm 2,02	5,22 \pm 2,46
POS (pulido)	8,98 \pm 3,96	7,58 \pm 2,52	5,13 \pm 2,16
Test-T (p-valor)	0,337	0,956	0,998

Las diferencias entre los valores medios de Rv, previos y posteriores al pulido del esmalte fueron mínimas. Sólo en el grupo de fresas redondeadas (FR) se observó un leve incremento en el valor medio de Rv, pero en ningún caso las diferencias de Rv entre el pre y pos pulido del esmalte de los diferentes grupos resultaron significativas (Test *t* de Student; $p > 0,05$). Tampoco resultó significativa la disminución de Rv en términos globales (sin discriminar por grupo) ($p = 0,969$; $p > 0,05$).

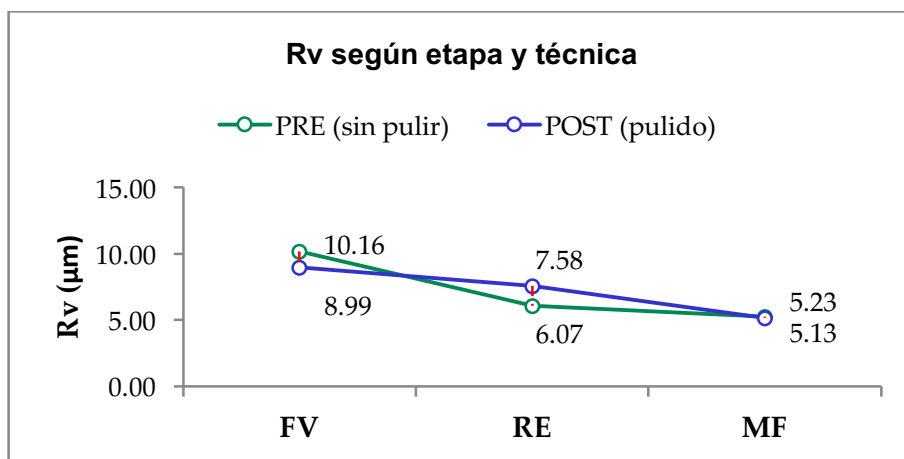


Fig. 33: Gráfico de medias de rugosidad de valle (Rv) según etapa y técnica.

Como muestra la Figura 33, al contrastar las diferencias de Rv entre el pre y pos pulido en los diferentes grupos de fresas, las diferencias no fueron significativas (ANOVA; $p=0,820$; $p>0,05$). Las diferencias de Rv entre etapas fueron: FV: $1,17 \mu\text{m}$; RE: $-1,51 \mu\text{m}$ y MF: $0,09 \mu\text{m}$.

- **Rugosidad máxima o total (Rt)**

Las distribuciones de valores de Rt, según el tipo de pulido de las superficies del esmalte de los elementos dentarios, se muestran en la Tabla 13. Las distribuciones de los valores de Rt mostraron diferencias significativas entre los grupos (ANOVA; $p=0,002$; $p<0,05$).

Tabla 13: Rugosidad total (Rt). Recuento de perfiles medidos (n); valor medio y desviación estándar (DE); mínimo, mediana y máximo, según tipo de fresa. Los valores se expresan en micrómetros (μm).

Fresa	n	Media	DE.	Mínimo	Mediana	Máximo
Fibra de vidrio (FV)	26	15,03	6,63	6,25	13,21	33,39
Redondeada (RE)	35	14,49	5,29	5,91	13,91	28,65
Múltiples filos (MF)	35	9,99	6,04	4,64	7,87	28,74

Al comparar los valores de rugosidad máxima o total entre los grupos (Fig. 34 y 35), las superficies del esmalte que fueron pulidas con fresas de múltiples filos (MF) registraron valores de Rt significativamente menores que los esmaltes pulidos con las fresas redondeadas (RE) y de fibra de vidrio (FV) (Test de Tukey, $p<0,01$). No se encontraron diferencias de Rt entre los grupos RE y FV ($p>0,05$).

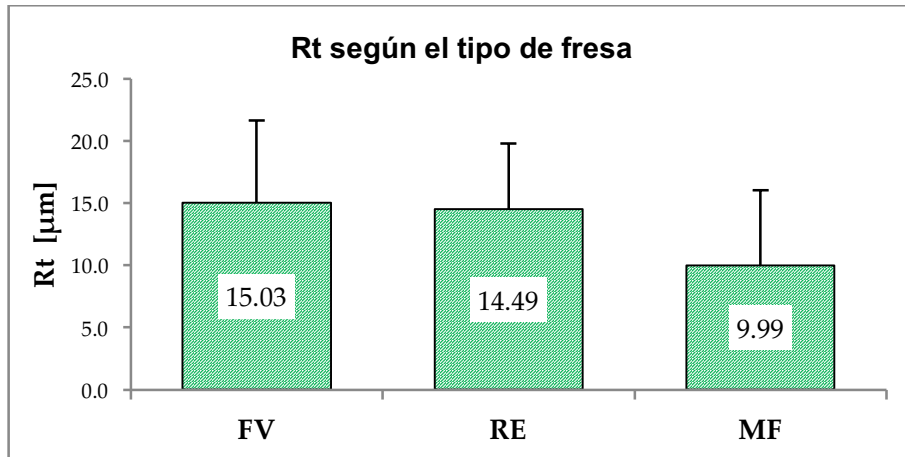


Fig. 34: Rugosidad total (Rt) según el tipo de fresa utilizada. Los valores se expresan como la media ± desviación estándar.

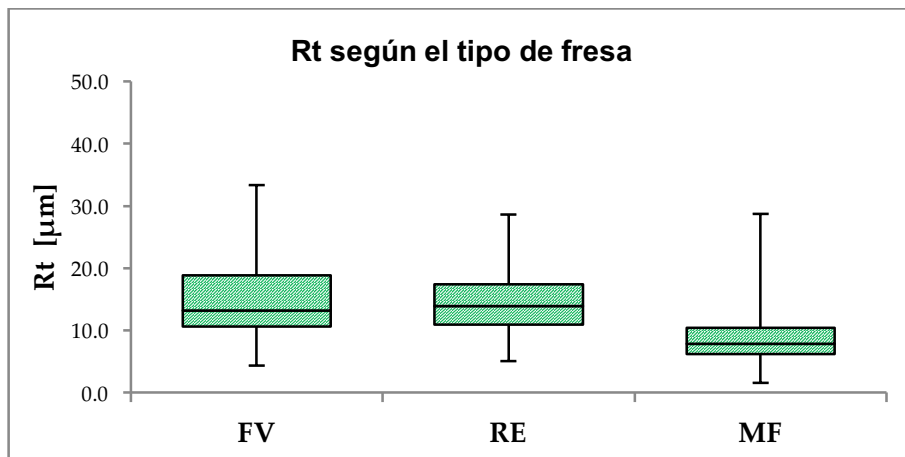


Fig. 35: Rugosidad total (Rt) según el tipo de fresa. Esquema de distribución de datos.

Al estudiar los valores medios de Rt, agrupados en subconjuntos homogéneos, no se observaron diferencias significativas entre sí (Tabla 14, $p > 0,05$).

Tabla 14: Contraste de datos de Rt según el tipo de fresa utilizada para el pulido. Valores medios de Rt agrupados en subconjuntos homogéneos (columnas 1 y 2).

Fresa	n	Subconjuntos homogéneos	
		1	2
Múltiples filos	35	9,99	
Redondeada	35		14,49
Fibra de vidrio	26		15,03

Significación	1,000	0,935
---------------	-------	-------

La comparación de los valores de Rt sobre la superficie del esmalte, antes y después del pulido con cada tipo de fresa, se muestra en la Tabla 15 y en la Figura 36.

Tabla 15: Rugosidad máxima o total (Rt) según etapa y técnica. Valor medio \pm intervalo de confianza al 95% para la media. Los valores se expresan en micrómetros (μm).

	FV	RE	MF
PRE (sin pulir)	19,20 \pm 11,77	12,12 \pm 3,78	10,38 \pm 5,18
POS (pulido)	15,09 \pm 5,61	13,63 \pm 3,87	10,03 \pm 3,56
Test-T (p-valor)	0,626	0,632	0,825

Las diferencias entre los valores medios de Rt, previos y posteriores al pulido del esmalte fueron mínimas. En ninguno de los grupos se encontró diferencia significativa del Rt entre el pre y pos pulido del esmalte (Test *t* de Student; $p > 0,05$). La diferencia de Rt en términos globales (sin discriminar por grupo) no fue significativa ($p = 0,982$; $p > 0,05$).

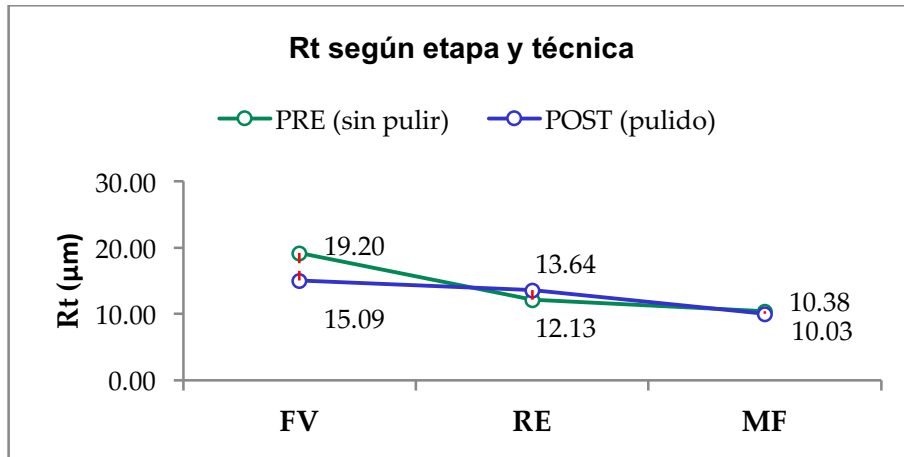


Fig. 36: Gráfico de medias de rugosidad máxima o total (Rt) según etapa y técnica.

Como muestra la Figura 36, al contrastar las diferencias de Rt entre el pre y pos pulido en los diferentes grupos de fresas, las diferencias no fueron significativas (ANOVA; $p=0,693$; $p>0,05$). Las diferencias de Rt entre etapas fueron: FV: $4,11 \mu\text{m}$; RE: $-1,51 \mu\text{m}$ y MF: $0,35 \mu\text{m}$.

- **Imágenes con Microscopía Confocal**

Las imágenes que se tomaron con el microscopio láser confocal, de la superficie adamantina vestibular de los premolares, permitió realizar el análisis de los diferentes parámetros de rugosidad y conocer la textura superficial, antes y después del cementado del *bracket*. La magnificación final para medir la rugosidad fue de 1070x.

Las imágenes que se muestran corresponden a superficies adamantinas controles y tratadas con fresas de múltiple filo (Fig. 37), redonda (Fig. 38) y de vidrio (Fig. 39).

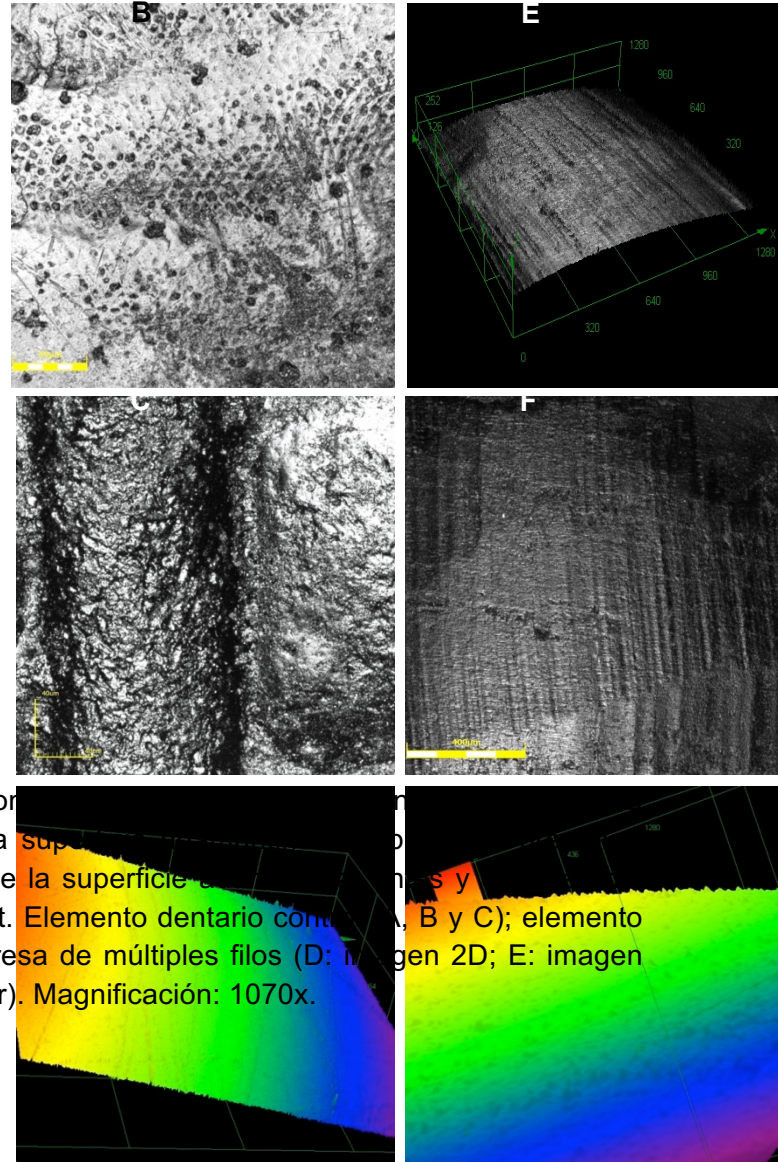


Fig. 37: Imágenes tomadas con un microscopio láser confocal (LEXT OLS4000) de la superficie del esmalte de un elemento dentario control (A, B y C); elemento dentario tratado con fresa de múltiples filos (D; imagen 2D; E: imagen 3D; F: imagen 3D color). Magnificación: 1070x.

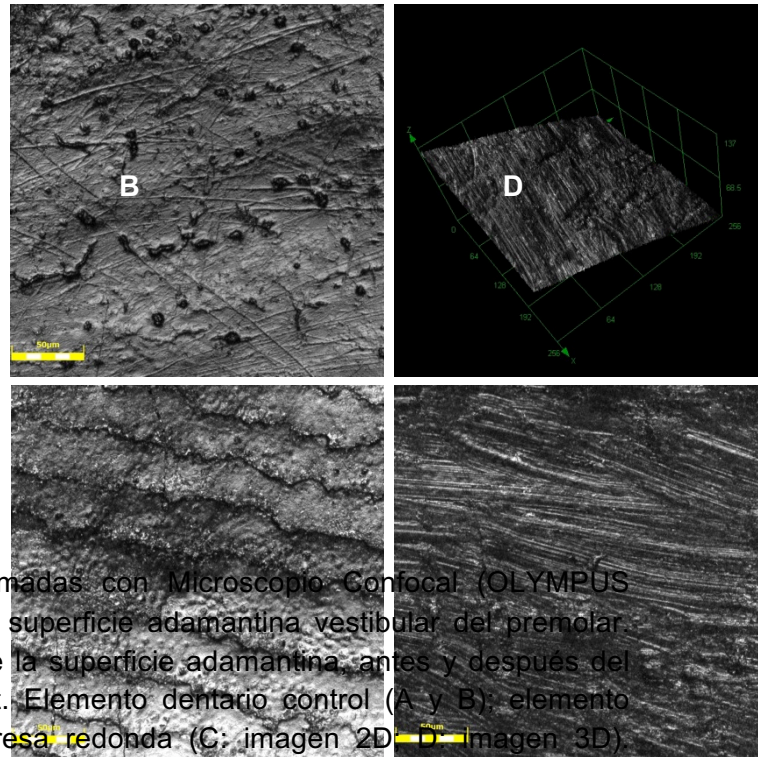


Fig. 38: Imágenes tomadas con Microscopio Confocal (OLYMPUS LEXT OLS4000) de la superficie adamantina vestibular del premolar. Rugosidad y textura de la superficie adamantina, antes y después del cementado del bracket. Elemento dentario control (A y B); elemento dentario tratado con fresa redonda (C; imagen 2D; D; imagen 3D). Magnificación: 1070x.

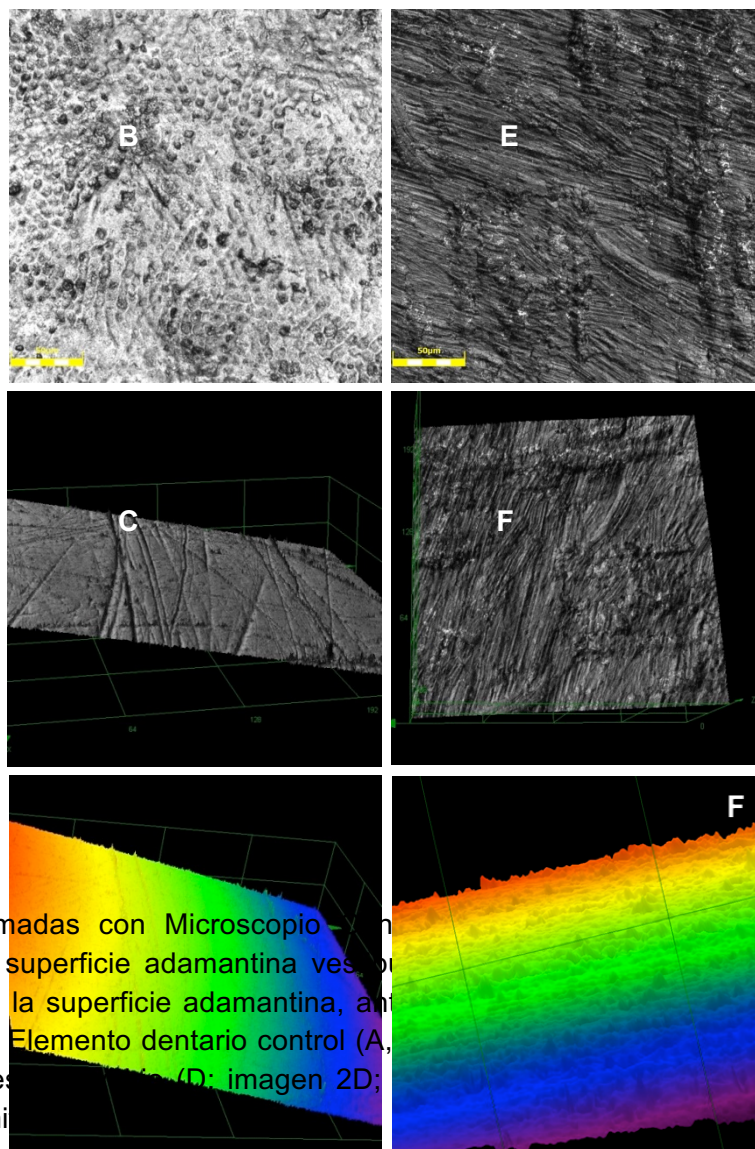


Fig. 39: Imágenes tomadas con Microscopio Láser Confocal (LEXT OLS4000) de la superficie adamantina ves por Rugosidad y textura de la superficie adamantina, an cementado del bracket. Elemento dentario control (A, dentario tratado con fresado (D: imagen 2D; imagen 3D color). Magni

DISCUSIÓN

El desarrollo y los avances científicos en relación a los materiales dentales, ha llevado a contar con mejores sistemas de adhesión esmalte-resina compuesta, mejorando de esta manera la estabilidad, resistencia a la tracción y permanencia de los *brackets* durante todo el tratamiento. Debido a ésta evolución, el retiro de la aparatología instalada se torna más complicado, si bien también se mejoran los diseños de los instrumentos específicos para ese fin. Dependiendo del método a utilizar para retirar la resina residual, se pueden generar lesiones iatrogénicas en el esmalte dental.

La literatura continúa siendo controvertida sobre el método más eficaz para la eliminación de la resina residual. Posiblemente se deba a que son numerosas las variables a evaluar y variados los protocolos utilizados.

Para nuestro estudio tomamos como referencia las investigaciones que mayor consenso presentaban en relación a los diferentes métodos utilizados desde el cementado de los *brackets* hasta el pulido de la resina residual. En nuestra investigación, al comparar la superficie adamantina después del retiro del material de adhesión con la fresa de múltiples filos de carburo de tungsteno, la fresa redonda y la fresa de vidrio, la que dejó los parámetros de rugosidad más bajos fue la fresa de múltiples filos. Esto concuerda con lo estudiado por Sfondrini MF y col.³ Los resultados de Zarrinnia K y col.⁵ coinciden con los nuestros, aunque en éste caso la refrigeración se realizó con aire y no con agua como en nuestro estudio.

La investigación realizada por Karan S y col.⁶ se contrapone a nuestros resultados. Ellos analizan con microscopía de fuerza atómica la rugosidad dejada por una fresa de carburo de tungsteno y una de fibra de vidrio, obteniendo valores de rugosidad más elevados con la fresa de carburo de tungsteno que con la fresa de vidrio. Además, Garg R y col.¹⁰ también llegan a resultados distintos a los nuestros al observar por perfilometría la superficie del esmalte y encontrar que la rugosidad aumenta significativamente con la fresa de carburo de tungsteno al compararla con la de fibra de vidrio.

Al realizar el estudio no encontramos datos en la bibliografía respecto al uso del microscopio láser confocal para comparar la rugosidad dejada por la fresa de múltiples filos, la fresa redonda y la fresa de vidrio al eliminar el adhesivo residual posterior al retiro de los *brackets*.

Finalmente, las normativas indican que los elementos dentarios humanos, utilizados en la investigación deben provenir del banco de dientes, y aquí sólo se encuentran clasificados por elemento dentario. Para aumentar la consistencia de la investigación deberíamos conocer la edad del paciente a la que corresponden, los tratamientos que pueden haber recibido (por ejemplo: profilaxis, microabrasiones, etc.), siendo éstos los factores que modifican la rugosidad previa en el grupo control.

Cabe destacar que distintas variables influyen en el grado de lesión que puede generarse en el esmalte al momento de retirar los *brackets*; por ejemplo el material con el cual fueron adheridos. En nuestro estudio realizamos la adhesión con cemento Transbond™ XT (3M Unitek) de fotocurado, con grabado con ácido fosfórico al 37%, durante 30", siguiendo lo recomendado por Olsen y col.¹⁵ Se utilizó el Transbond™ XT porque produce una adhesión clínicamente eficiente, la cual según Reynolds debe ser entre 5,9 y 7,8 Mpa. En el estudio de Otal y col.²⁰, la resistencia a la tracción del Transbond™ XT es de 6,45 Mpa. Esta resistencia que es óptima a la tracción tiene su valor clínico, ya que por un lado permite que el *bracket* quede en posición estable al generarse las fuerzas ortodónticas y por otro, al retirarlo, la separación se realiza en la interfaz *bracket*-adhesivo y no en la interfaz adhesivo-esmalte, que generaría lesiones en el esmalte dental tales como microfracturas o *cracks*.

Otras variables que generan discusión se refieren al tipo de instrumento más indicado para retirar los *brackets*, dónde deben ser colocados los bocados del alicate y el tipo de fuerza generado. Para muchos autores el alicate de retiro de *brackets* es el que mejor separación produce (en la interfaz *bracket*-adhesivo), comparándolo con el de corte de ligadura, el alicate How o el alicate Weingart.^{5,9,18} Según Piccoli y col.²¹ no hay diferencias entre el uso del alicate para retiro de *brackets* con los bocados colocados en la base de las aletas del *bracket*, o el alicate de corte colocando los bocados en la base del *bracket*.

Nosotros utilizamos el alicate indicado para retiro de *brackets*, con los bocados colocados en la base del mismo.

Según lo estudiado por Sfondrini MF y col.³, la fuerza de tracción y corte en la base de las aletas del *bracket* genera la desunión en la interfaz *bracket*-adhesivo. Esto concuerda con los estudios de Karan S y col.⁶

Dependiendo del método que se utilice, será importante conocer la cantidad de adhesivo residual que quede sobre la superficie del esmalte. En numerosos estudios éste adhesivo residual fue analizado y cuantificado según el índice ARI. Para que todo el protocolo (desde la adhesión hasta el retiro del *bracket*) sea saludable para el esmalte dental, el índice ARI debe ser entre 1 y 2, lo que indica que la técnica deja una cantidad significativa de adhesivo sobre el esmalte dental.^{18,20,21}

CONCLUSIONES

El pulido del adhesivo residual, posterior al retiro de los *brackets*, marca el final del tratamiento de ortodoncia y el restablecimiento de la salud dental y estética para el paciente. Si la resina no se elimina por completo o la superficie de esmalte no queda lisa puede generar acumulación de placa bacteriana, cambios estéticos y lesiones de caries.

Existe una gran necesidad de elegir técnicas correctas de eliminación del adhesivo residual, posterior al retiro de los *brackets*, pero la comunidad científica no ha publicado aún pautas claras para preservar la condición original del diente después del descementado de los aparatos de ortodoncia.

En nuestro estudio comparamos la rugosidad generada en el esmalte dental utilizando la fresa de múltiples filos, la fresa redonda y la fresa de vidrio, concluyendo que la fresa de múltiples filos es la que menor lesión genera.

Es importante el conocimiento científico sobre los procedimientos y el costo biológico para la estructura dental.

BIBLIOGRAFÍA

1. Zachrisson BU, Buyukyilmaz T. Adhesión en ortodoncia. Graber T, Vanarsdall RL, Vig K. Ortodoncia principios y técnicas actuales. Elsevier. Madrid. 2006.579-659.
2. Proffit W, Fields H. Contemporary Orthodontics. 2007; pp.414-17. Mosby Elsevier.
3. Sfondrini MF, Scribante A, Fraticelli D, Roncallo S, Gandini P. Epidemiological survey of different clinical techniques of orthodontic bracket debonding and enamel polishing. J Orthod Sci. 2015; 4(4):123-7.
4. Schuler FS, van Waes H. SEM-evaluation of enamel surfaces after removal of fixed orthodontic appliance. Am J Dent. 2003; 16(6):390-4.
5. Zarrinnia K, Eid NM, Kehoe MJ. The effect of different debonding techniques on the enamel surface: an in vitro qualitative study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1995; 108(3):284-93.
6. Karan S, Kircelli BH, Tasdelen B. Enamel surface roughness after debonding. Angle Orthod. 2010; 80(6):1081-8.
7. Howell S, Weekes WT. An electron microscopic evaluation of the enamel surface subsequent to various debonding procedures Aust Dent J. 1990; 35(3):245-52.
8. Zachrisson BU, Arthun J. Enamel surface appearance after various debonding techniques. Am J Orthod. 1979; 75(2):121-37.
9. Degrazia FW, Genari B, Ferrazzo VA, Santos Pinto AD, Grehs RA. Enamel roughness changes after removal of orthodontic adhesive. Dent J (Basel). 2018; 6; 6(3). doi: 10.3390/dj6030039.
10. Garg R, Dixit P, Khosla T, Gupta P, Kalra H, Kumar P. Enamel surface roughness after debonding: a comparative study using three different burs. J Contemp Dent Pract. 2018; 19(5):521-26.
11. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res. 1955; 34(6):849-53.

12. Newman GV, Snyder WH, Wilson CE. Acrylic adhesives for bonding attachments to tooth surfaces. *Jr. Angle Orthod.* 1968; 38(1):12-8.
13. Janiszewska-Olszowska J, Szatkiewicz T, Tomkowski R, Tandecka K, Grocholewicz K. Effect of orthodontic debonding and adhesive removal on the enamel- current knowledge and future perspectives- a Systematic Review. *Med Sci Monit.* 2014; 20:1991-2001.
14. Gómez de Ferraris ME, Campos Muñoz A. *Histología y Embriología Bucodental.* 2da. Edición. Ed. Panamericana. 272-315.
15. Olsen ME, Bishara SE, Boyer DB, Jakobsen JR. Effect of varying etching times on the bond strength of ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996; 109(4):403-9.
16. Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acidetch enamel pretreatment. *Am J Orthod.* 1984; 85:333-40.
17. Ramírez Mejía MJ. Resistencia al cizallamiento e índice adhesivo remanente (ARI) de dos cementos ortodónticos fotopolimerizables antes y después del termociclado. Tesis. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). 2017.
18. Salehi P, Pakshir H, Naseri N, Baherimoghaddam T. The effects of composite resin types and debonding pliers on the amount of adhesive remnants and enamel damages: a stereomicroscopic evaluation. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospect.* 2013; 7(4):199-205.
19. Choudhary G, Gill V, Reddy YN, Sanadhya S, Aapaliya P, Sharma N. Comparison of the debonding characteristics of conventional and new debonding instrument used for ceramic, composite and metallic brackets - An Invitro study. *J Clin Diagn Res.* 2014; 8(7):ZC53-5. doi: 10.7860/JCDR/2014/9370.4617.
20. Otal V, Espasa JE, Boj JR, Durán J. Resistencia a las fuerzas de tracción de la unión esmalte-bracket de productos adhesivos. *Rev Esp Ortod.* 2002; 32:317-23.
21. Piccoli L, Migliau G, Besharat LK, Di Carlo S, Pompa G, Di Giorgio R. Comparison of two different debonding techniques in orthodontic treatment. *Ann Stomatol (Roma).* 2017; 8(2):71-8.

22. Coley-Smith A, Rock WP. Distortion of metallic orthodontic brackets after clinical use and debond by two methods. *Br J Orthod.* 1999; 26(2):135-9.
23. Habibi M, Nik TH, Hooshmand T. Comparison of debonding characteristics of metal and ceramic orthodontic brackets to enamel: an in-vitro study. *Am J Orthod and Dentofacial Ortop.* 2007; 132(5):675-9.
24. Bennett CG, Shen C, Waldron JM. The effects of debonding on the enamel surface. *J Clin Orthod* 1984; 18:330-4.
25. Ostby AW, Bishara SE, Laffoon JF, Warren JJ. In vitro comparison of the debonding characteristics of two pliers used for ceramic brackets. *Semin Orthod.* 2010; 16(1):76-82.
26. Holberg C, Winterhalder P, Holberg N, Wichelhaus A, Rudzki-Janson I. Orthodontic bracket debonding: risk of enamel fracture. *Clin Oral Investig.* 2014; 18(1):327-34.
27. Eliades T, Gioka C, Eliades G, Makou M. Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods. *Eur J Orthod.* 2004; 26(3):333-8.