

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Postgrados**

**Rango de seguridad en raíces vestibulares de primeros premolares superiores, posterior a la instrumentación rotatoria con Sistemas XP- Endo Shaper y R-Motion: estudio in vitro**

**Daniela Carolina Alvarado Cabrera**

**José Eduardo Maldonado Paredes, Dr.**

**Director de Trabajo de Titulación**

Trabajo de titulación de postgrado presentada como requisito  
para la obtención del Título de Endodoncia

**Quito, Diciembre 2021**

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**  
**COLEGIO DE POSGRADOS**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Rango de seguridad en raíces vestibulares de primeros premolares superiores,  
posterior a la instrumentación rotatoria con Sistemas XP- Endo Shaper y R-  
Motion: estudio in vitro, Ecuador 2021**

**Daniela Carolina Alvarado Cabrera**

José Eduardo Maldonado Paredes

Dr.

Director del Trabajo de Titulación

Director del Programa de Endodoncia

---

Ana Cristina Viteri Suarez

Dra.

Directora de los Postgrados de Odontología

---

Jenny Paulina Aliaga Sancho

Dra.

Decana de la Facultad de Odontología

---

Jenny Paulina Aliaga Sancho

PHD

Decano del Colegio de Postgrados

---

**Quito, Diciembre 2021**

## © DERECHOS DE AUTOR

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

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

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_

Nombre del estudiante: Daniela Carolina Alvarado Cabrera

Código del estudiante: 00213581

CI: 0604082594

Lugar y fecha: Quito, Diciembre de 2021

## ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

## UNPUBLISHED DOCUMENT

**Note:** The following graduation project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

## **DEDICATORIA**

Con este proyecto una parte de mi vida culmina para dar paso a una nueva etapa en donde iré labrando mi propio camino, pero nada de esto sería posible sin mi familia. Es por eso que dedico mi investigación a mis padres: Jorge y Carmita que han sido el pilar central en mi vida, son ellos quienes me han guiado y apoyado en cada paso que he dado. A mis hermanos: Jorge David y Emily quienes creyeron en mí desde el primer momento y finalmente a mi hijo: Martín Alejandro, quien llegó a alegrar y a motivarme para seguir adelante cada día, él es el motor de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer en primer lugar a José Maldonado, mi tutor y amigo quien me ha guiado a lo largo de esta trayectoria. A mis profesores que han sido la fuente de mi formación profesional. A la Universidad San Francisco de Quito la cual me abrió sus puertas desde el primer día como estudiante de odontología.

Para finalizar agradezco a la vida por haberme dado la oportunidad de vivir esta gran experiencia.

## RESUMEN

Este estudio pretende comparar el desgaste en raíces vestibulares de primeros premolares superiores a nivel del surco palatino tras la instrumentación con XP-Endo Shaper y R-Motion, de este modo evaluar el rango de seguridad que genera cada sistema

**Metodología:** Es un estudio analítico experimental in vitro, comparativo y estadístico, donde se compara el tejido remanente existente entre el conducto radicular y el surco palatino de veinte primeros premolares maxilares bifurcados, antes y después de la instrumentación rotatoria con dos sistemas endodónticos diferentes, a través de tomografía computarizada cone beam. El espesor de la dentina residual se midió en siete niveles diferentes por muestra y fueron analizados por ANOVA.

**Resultados:** No existió diferencia significativa en la remoción de dentina entre los sistemas rotativos R-Motion y XP-Endo Shaper ( $p < 0.05$ ). No obstante, la instrumentación en ambas muestras disminuyó la cantidad de tejido entre el conducto y el surco palatino.

**Conclusiones:** La instrumentación por parte de los sistemas XP-Endo Shaper y R-Motion genera un desgaste similar de dentina, estableciendo un rango de seguridad semejante

**Palabras claves:** primer premolar superior, surco palatino, fractura vertical radicular, XP-Endo Shaper, R-Motion, cone beam

## ABSTRACT

This study aims to compare the wear on vestibular roots from the upper first premolars at the level of the palatal groove after been instrumented with XP-Endo Shaper y R-Motion. In this manner, to evaluate the security range that each system generates.

**Methodology:** Analytical experimental in vitro study, comparative and statistic, where the remaining tissue between the root canal and the palatal groove of twenty bifurcated maxillary first premolars is compared, before and after rotary instrumentation with two different endodontic systems, through cone beam computed tomography. The residual dentin thickness was measured at seven different levels per sample, and they were analyzed by ANOVA.

**Results:** There was no significant difference in dentin removal between the R-Motion and XP-Endo Shaper rotary systems ( $p < 0.05$ ). However, instrumentation in both samples decreased the amount of tissue between the conduct and the palatine groove.

**Conclusions:** The instrumentation from the XP-Endo Shaper and R-Motion systems generates a similar dentin wear establishing an alike security range

**Key words:** upper first premolar, palatal groove, vertical root fracture, XP-Endo Shaper, R-Motion, cone beam

## CONTENIDO

Resumen .....	7
Abstract .....	8
Índice de figuras .....	12
Índice de tablas .....	14
Índice de gráficas.....	15
Introducción .....	16
Justificación .....	18
Objetivos.....	19
Objetivo general.....	19
Objetivos específicos.....	19
Hipótesis .....	20
Hipótesis nula (0).....	20
Hipótesis de investigación (1).....	20
Hipótesis de investigación (2).....	20
Variables .....	20
Variable Dependiente.....	20
Variable Independiente .....	20
Marco Teórico.....	21
Anatomía de primeros premolares superiores .....	21

Surco furcal.....	22
Fractura vertical radicular.....	28
Sistemas rotatorios.....	31
Historia.....	31
Importancia.....	32
Propiedades mecánicas del níquel-titanio.....	33
FKG Dentaire .....	33
XP- Endo Shaper.....	34
R-Motion.....	37
Metodología y diseño de la investigación .....	41
Diseño.....	41
Muestra.....	41
Criterios de inclusión.....	41
Criterios de exclusión.....	42
Metodología.....	42
Resultados .....	50
Recolección de datos.....	50
Resultados de los grupos de estudio .....	51
Análisis descriptivo.....	54
Discusión.....	60

Conclusiones .....	63
Recomendaciones.....	64
Referencias .....	65
índice de Anexos .....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Puntos de medición de la furca palatina .....	23
<b>Figura 2.</b> Microfotografía del surco furcal .....	24
<b>Figura 3.</b> Micrografía en corte transversal .....	25
<b>Figura 4.</b> Puntos de medición de la furca palatina .....	25
<b>Figura 5.</b> Imagen codificada por color en 3D.....	26
<b>Figura 6.</b> Micrografía transversal con referencia de distancias.....	27
<b>Figura 7.</b> Fractura Vertical Radicular.....	30
<b>Figura 8.</b> Pieza sin fractura vertical radicular .....	31
<b>Figura 9.</b> Instrumento XP-Endo Shaper .....	35
<b>Figura 10.</b> Movimiento giratorio XP-Endo Shaper.....	36
<b>Figura 11.</b> Presentación Sistema XP-Endo Shaper .....	36
<b>Figura 12.</b> Sección transversal y Punta .....	38
<b>Figura 13.</b> Núcleo interno .....	38
<b>Figura 14.</b> Presentación Sistema R-Motion .....	40
<b>Figura 15.</b> Muestra del Grupo A .....	42
<b>Figura 16.</b> Muestra del Grupo B .....	43
<b>Figura 17.</b> Troquel de acrílico Grupo A.....	43
<b>Figura 18.</b> Troquel de acrílico Grupo B.....	44
<b>Figura 19.</b> Troquel fijado en el tomógrafo .....	44
<b>Figura 20.</b> Medidas pre instrumentación en el corte 12 desde del CBCT: GRUPO A .....	45
<b>Figura 21.</b> Medidas pre instrumentación en el corte 9 desde del CBCT: GRUPO B .....	46
<b>Figura 22.</b> Medidas post instrumentación en el corte 12 desde del CBCT: GRUPO A .....	47

**Figura 23.** Medidas post instrumentación en el corte 9 desde del CBCT: GRUPO B.....48

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de las variables .....	49
<b>Tabla 2.</b> Rango de seguridad pre instrumentación: Grupo A (R-Motion).....	50
<b>Tabla 3.</b> Rango de seguridad post instrumentación: Grupo A (R-Motion) .....	50
<b>Tabla 4.</b> Rango de seguridad pre instrumentación: Grupo B (XP-Endo Shaper).....	51
<b>Tabla 5.</b> Rango de seguridad post instrumentación: Grupo B (XP-Endo Shaper).....	51
<b>Tabla 6.</b> Medias de rango de seguridad para los grupos A y B .....	52
<b>Tabla 7.</b> Promedio de tejido según nivel e instrumentación en R-Motion .....	55
<b>Tabla 8.</b> Promedio de tejido según nivel e instrumentación en XP-Endo Shaper .....	56
<b>Tabla 9.</b> Promedio de tejido según nivel y grupo en Pre Instrumentación.....	57
<b>Tabla 10.</b> Promedio de tejido según nivel y grupo en Post Instrumentación .....	58

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1.</b> Desgaste por niveles con R-Motion (Grupo A) .....	53
<b>Gráfica 2.</b> Desgaste por niveles mediante XP-Endo Shaper (Grupo B).....	54

## INTRODUCCIÓN

Según la Asociación Americana de Endodoncistas (AAE), la Endodoncia corresponde a una rama de la odontología que se basa en el estudio de la morfología, fisiología y patología del tejido pulpar y perirradicular. La práctica de la Endodoncia involucra el conocimiento de la etiología, diagnóstico y tratamiento de las lesiones pulpares y perirradiculares (Torabinejad & Walton, 2010). El principal objetivo del tratamiento endodóncico es preservar las piezas dentales cuya pulpa no posee la capacidad suficiente para conservar su vitalidad, debido a que ha sido afectada de forma irreversible principalmente por caries o trauma (Soares & Goldberg, 2012).

El tratamiento de Endodoncia es una combinación de procedimientos mecánicos y químicos que tienen como finalidad la limpieza y conformación de los espacios pulpares, junto con una correcta obturación de los conductos radiculares con un material de relleno compatible (Awawdeh, 2008). El profesional debe comprender la complejidad que conlleva el tratamiento de Endodoncia. Por lo que, es esencial la adquisición de un conocimiento amplio tanto de la morfología normal, como de las variaciones de la cavidad pulpar y anatomía interna de los conductos para el éxito de este tratamiento. De esta manera, se puede disminuir el porcentaje de fracasos dado por el desconocimiento de estas anatomías complejas (Cohen, 2016).

Los primeros premolares maxilares son piezas dentales con alto grado de dificultad para ser tratados endodóncicamente. Esto se debe a varios factores, entre los cuales se debe mencionar las distintas configuraciones de cavidad pulpar, número de raíces, número de conductos, dirección y depresiones longitudinales de las raíces (Awawdeh, 2008). Además, se menciona la presencia de un surco o invaginación en la cara palatina de la raíz vestibular, la cual se extiende por debajo de la bifurcación hasta el ápice (Jun Li , Ling, & Yihuai, 2013).

La frecuencia de esta invaginación es alta, basándose en varios estudios como el de Tamse quien menciona la presencia del surco palatino en un 97%, mientras que Lammertyn en un 83% y finalmente Jun Li con el 85.7%. Tomando en cuenta la frecuencia y profundidad del surco, se establece que está íntimamente relacionado con el grosor de la dentina, es decir, si el surco aumenta, la dentina disminuye o viceversa (Tamse, Katz, & Pilo, 2000) (Lammertyn, Rodrigo, Brunotto, & Crosa, 2009) (Jun Li, Ling, & Yihuai, 2013). Por lo que, esta característica toma importancia debido a las ampliaciones de los conductos en el momento del preparo mecánico de los mismos, debido a que es un factor que afecta en el pronóstico a largo plazo (Lammertyn, Rodrigo, Brunotto, & Crosa, 2009). De modo que, percances como la fractura dental y perforaciones no solamente pueden estar relacionadas con iatrogenias, sino también con la anatomía dental. Por ende, un conocimiento sobre los distintos sistemas rotatorios y manuales empleados en la preparación mecánica, evita una elección inadecuada proporcionando una mejor calidad en el tratamiento (Tamse, Katz, & Pilo, 2000) (Munari, Bowles, & Fok, 2009).

La introducción de níquel-titanio en los instrumentos rotatorios en Endodoncia, ha proporcionado muchas ventajas, como tiempo de preparación, corte eficaz y capacidad de centrado de canales en comparación con las limas manuales de acero inoxidable (Nogueira, y otros, 2018). Igualmente, el diseño de instrumentos y aleaciones incorporadas, permite conformar difíciles anatomías de conductos con una preparación mínimamente invasiva y conservando tanta dentina como sea posible (Perez, y otros, 2019).

Las aleaciones MaxWire han sido diseñadas específicamente para el instrumento XP-Endo Shaper, brindándole súper elasticidad y memoria de forma. Mientras que el sistema R-Motion se fabrican con una aleación de NiTi de grado médico. Ambos sistemas rotativos ejercen una presión

mínima sobre las paredes dentinarias, minimizando el desgaste excesivo de la dentina (FKG, XP-Endo Shaper, 2020).

### **Justificación**

El conocimiento preciso de la morfología interna del diente es de suma importancia para el éxito en el tratamiento de Endodoncia. La preparación endodóntica en los primeros premolares superiores presentan complicaciones con frecuencia, debido a la falta de conocimiento de su compleja anatomía, lo que puede provocar accidentes de procedimiento o mal pronóstico a largo plazo (Awawdeh, 2008).

La presencia del surco furcal en la raíz vestibular de estos dientes constituye una zona de peligro durante y después del tratamiento de Endodoncia (Herzl & Tamse, 2018). Se ha establecido una relación directa entre el volumen de la estructura dental y la capacidad del diente para resistir cargas oclusales; por lo tanto, la probabilidad de perforación o fractura en estas piezas, aumenta proporcionalmente con la cantidad de dentina extraída (Lammertyn, Rodrigo, Brunotto, & Crosa, 2009). A pesar de la importancia de esta característica anatómica, hay pocos estudios sobre la presencia del surco palatino, dejando de lado la importancia de la anatomía en estas piezas

Los cambios que se dan en la geometría del conducto radicular después de la preparación mecánica deben ser más dependientes del tipo de canal que de la técnica o instrumento utilizado para dar forma a los canales (Lammertyn, Rodrigo, Brunotto, & Crosa, 2009). Debido a esta razón, para este estudio se ha escogido sistemas de rotación que respeten la morfología original del conducto, sin generar un mayor desgaste de la dentina y, por ende, la conservación adecuada del surco furcal

El objetivo del presente estudio es analizar el desgaste del tejido presente entre el surco palatino y su distancia con el conducto de las raíces vestibulares de primeros premolares superiores, posterior a ser instrumentados con sistemas rotativos XP-Endo Shaper y R-Motion mediante el análisis con tomografía computarizada. Por lo que, este estudio va dirigido para los especialistas en Endodoncia, en el cual se podrá determinar qué sistema de rotación es el más indicado para el preparo mecánico de estas piezas, tomando en cuenta las características de su anatomía interna y el pronóstico a largo plazo (FKG, XP-Endo Shaper, 2020).

## **Objetivos**

### **Objetivo general.**

- Determinar el rango de seguridad en las raíces vestibulares de los primeros premolares superiores birradiculares, en base a la comparación de desgaste posteriormente a ser instrumentados con sistemas rotativos XP-Endo Shaper y R-Motion mediante el análisis con tomografía computarizada Cone Beam.

### **Objetivos específicos.**

- Identificar la cantidad de tejido remanente entre el surco palatino y el conducto, posterior a la instrumentación con ambos sistemas
- Establecer el sistema que genera mayor desgaste después de su respectiva instrumentación en los conductos radiculares
- Compartir los resultados obtenidos para aportar con un mayor conocimiento de los instrumentos a usar durante el tratamiento de conductos

## **Hipótesis**

### **Hipótesis nula (0).**

No habrá diferencia significativa en el desgaste de la zona de seguridad entre el sistema de instrumentación R-Motion y el sistema XP-Endo Shaper

### **Hipótesis de investigación (1).**

El sistema de instrumentación R-Motion será igual o mayor en el desgaste de la zona de seguridad en comparación con el sistema XP-Endo Shaper

### **Hipótesis de investigación (2).**

El sistema de instrumentación XP-Endo Shaper será igual o mayor en el desgaste de la zona de seguridad en comparación con el sistema R-Motion

## **Variables**

### **Variable Dependiente.**

- Zona de seguridad en raíces vestibulares de primeros premolares superiores

**Definición:** Dentina residual entre la pared y el punto más saliente del conducto

### **Variable Independiente**

- Tipos de sistemas de instrumentación rotatoria con diferente tratamiento térmico

**Definición:** Tratamiento de aleaciones de Niti que radica en el uso de temperaturas de transición entre las fases, con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas de la lima

- Sistema rotatorio R-.Motion
- Sistema rotatorio XP-Endo Shaper

## MARCO TEÓRICO

### Anatomía de primeros premolares superiores

Los primeros premolares maxilares son piezas dentales bicuspídeas que se caracterizan por ser anchas en sentido vestíbulo palatino, con la cúspide vestibular más prominente. Presenta una cámara pulpar ovoide extremadamente achatada en sentido mesio-distal y se expande más en sentido vestíbulo-palatino, presentando dos concavidades en el techo correspondientes a las cúspides vestibular y palatino, siendo la vestibular la más pronunciada (Cohen, 2016). En sección transversal, la pulpa aparece como una forma de riñón en los tercios medio y apical de la raíz, con una invaginación del conducto opuesta a la invaginación de la raíz (Pilo, Shapenco, & Lewinstein, 2008).

Así mismo, sus raíces están aplanadas en la dirección mesiodistal con un surco profundo a lo largo de la raíz. Los primeros premolares maxilares tienen una amplia gama de variabilidad en cuanto al número de raíces y conductos. Este inconstante número de conductos, es otra característica de estas piezas, donde se puede encontrar una, dos o tres raíces y conductos. Pineda y Kuttler, describen la incidencia de **conducto único entre 19.5% y 26.2%**. Según Vertucci, la incidencia de **dos conductos es de 69%**. Sin embargo, otros estudios han descrito una incidencia mayor entre **89,64% y 96,7%**, siendo el conducto palatino más largo que el vestibular y más ancho en sentido vestíbulo palatino (Vertucci & Gegauff, 1979) (Kartal, Ozcelik, & Cimilli, 1998) (Pineda & Kuttler, 2000). Y finalmente, la incidencia de tres conductos es de **5,88%** según Vertucci. Estos premolares de tres raíces también se conocen como molares de 3 canales en miniatura, molares pequeños o minimolares, suelen tener 2 raíces vestibulares y 1 raíz palatina o, con menos frecuencia, 1 raíz vestibular y 2 raíces palatinas, y cada raíz suele tener solo 1 conducto

radicular (Vertucci & Gegauff, 1979) (Ali Abmad & Abmad Alenezi, 2016). Cuando el conducto radicular es único es más achatado en sentido mesiodistal, mientras que cuando se presentan dos o más conductos radiculares tienen forma circular. Además, se observa que en dirección apical, los conductos se hacen más circulares (Cohen, 2016).

Datos actuales muestran que la mayoría de los agujeros apicales no coinciden con el foramen anatómico de las raíces apicales. Además, los conductos laterales se pueden encontrar en cualquier nivel de la raíz, pero son más frecuentes en el tercio apical (Ali Abmad & Abmad Alenezi, 2016).

### **Surco furcal.**

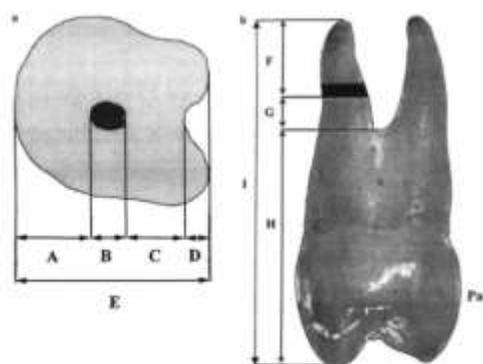
Su anatomía radicular compleja, puede resultar confusa durante los tratamientos endodónticos, debido a ciertas características anatómicas que implican raíces bifurcadas, furcación estrecha y concavidades mesiales profundas. En el caso de que las raíces fueran bifurcadas, se tiene presente el surco palatino de la raíz vestibular, que también se le conoce como concavidad furcal, surco de furca bucal o depresión del desarrollo (Tamse, Katz, & Pilo, 2000).

Según Gher y Vemino, la aparición del surco se da por una tendencia de la raíz para formar dos raíces vestibulares separadas durante el desarrollo de la pieza dental. Sin embargo, existe una teoría contradictoria, la cual estipula que, durante el crecimiento del germen dental con dos raíces, un diafragma se expande formando dos colgajos epiteliales horizontales, proliferándose para unirse, asimilando que no hubo depresión en la superficie radicular vestibular, por lo tanto, es morfológico y no una entidad del desarrollo (Gher & Vernino, 1980)

Tamse, quien realizó el primer estudio morfométrico, donde se seleccionaron 35 primeros premolares maxilares con raíces bifurcadas, almacenados en formalina al 10%. Después de haber limpiado las piezas dentales, cada diente se incrustó en un bloque de acrílico transparente y a la raíz se le cortó transversalmente de 1 mm de espesor con rueda de diamante, desde el ápice hasta la bifurcación (Tamse, Katz, & Pilo , 2000).

Indica la presencia de este surco con una frecuencia del 97%. La concavidad presentó un promedio de 0.40mm de profundidad (D). La distancia entre el canal y el surco (C) tuvo un promedio de 0.81mm. Mientras que la distancia desde el conducto hacia vestibular de la raíz (A) fue de 1.11mm. La distancia promedio a la parte más profunda de la invaginación es de la bifurcación es de 1.18mm (G), la cual va desapareciendo progresivamente a medida que se va acercando al ápice (F), finalmente se tiene la distancia de la bifurcación a la punta de la cúspide vestibular (H) (Tamse, Katz, & Pilo , 2000).

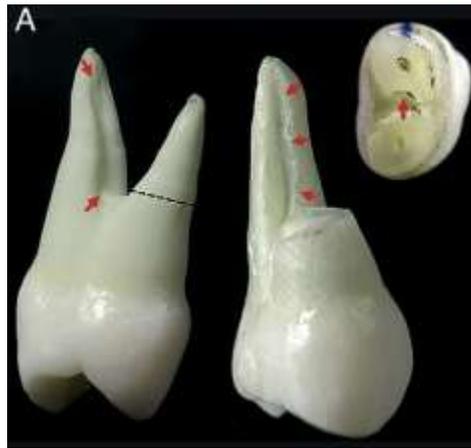
**Figura 1.** Puntos de medición de la furca palatina



**Fuente.** (Tamse, Katz, & Pilo , 2000).

Lammertyn, menciona que el surco furcal predomina en un 83% de los casos. Se presenta como una depresión del desarrollo, que inicia en el nivel de bifurcación, recorre una distancia media de 5,38 mm y desaparece hacia el ápice (Lammertyn, Rodrigo, Brunotto, & Crosa, 2009).

**Figura 2.** Microfotografía del surco furcal

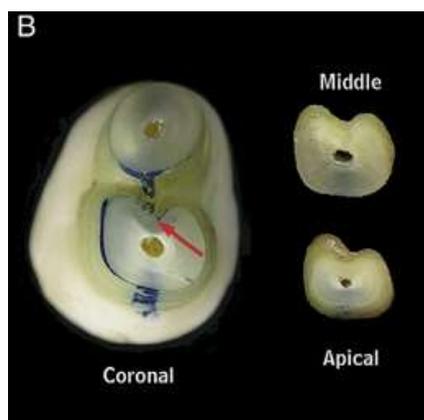


*Vista proximal (izquierda), vista palatina (centro) y corte transversal (derecha)*

**Fuente.** (Lammertyn, Rodrigo, Brunotto, & Crosa, 2009).

La profundidad media de este surco en el tercio apical es de 0.05mm, en el tercio medio de 0.34mm y en el tercio coronal de 0.36mm. demostrando que solo el 30% de los casos presentan el surco en el tercio apical. Además, indica que el ancho de la dentina es menor a 1 mm en la mayoría de los casos (Lammertyn, Rodrigo, Brunotto, & Crosa, 2009).

**Figura 3.** Micrografía en corte transversal

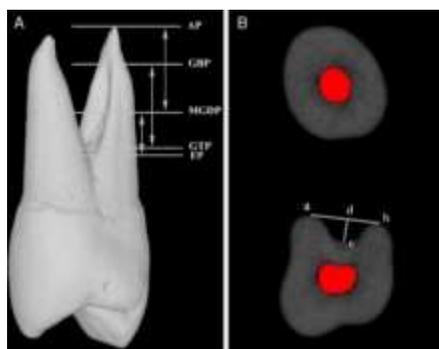


*Corte transversal muestra las medidas obtenidas*

**Fuente.** (Lammertyn, Rodrigo, Brunotto, & Crosa, 2009).

El estudio más reciente sobre las mediciones de la furca palatina, fue realizada por Jun Li, quien basó sus mediciones en cinco planos verticales: plano de furca (FP), plano del ápice (AP), plano superior de la ranura (GTP), plano inferior de la ranura (GBP) y plano de profundidad de ranura máxima (MGDP). Mientras tanto, en el plano horizontal, se tomó en cuenta cuatro puntos: línea de ranura (ab), vértice del surco (c), línea perpendicular a la línea ab (cd o MGDP) (Jun Li , Ling, & Yihuai, 2013).

**Figura 4.** Puntos de medición de la furca palatina

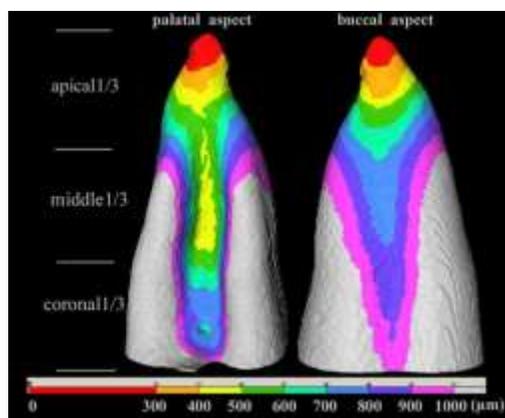


**Fuente.** (Jun Li , Ling, & Yihuai, 2013).

La prevalencia de surco de furca basándose en las mediciones anteriormente mencionadas, fue del 85.7%. Donde el 69.4% de los casos se localizaron en los dos tercios coronales de las raíces vestibulares, y el resto se extendieron hasta la zona apical, concluyendo que la longitud media del surco fue de 3.94 mm. La profundidad media de la ranura fue de 0.43mm (Jun Li , Ling, & Yihuai, 2013).

Además, se estudió el espesor de la pared de dentina mediante micro-CT y software de imagen profesional que proporcionó la imagen en 3D. Los valores resultantes fueron de 1.03mm en vestibular y 0.73mm en palatino, en la parte coronal de las raíces vestibulares. Mientras que en la parte media se obtuvo 0.79mm en vestibular y 0.66mm en palatino. Y en apical fueron de 0.26 en vestibular y 0.25 en palatino (Jun Li , Ling, & Yihuai, 2013).

**Figura 5.** Imagen codificada por color en 3D

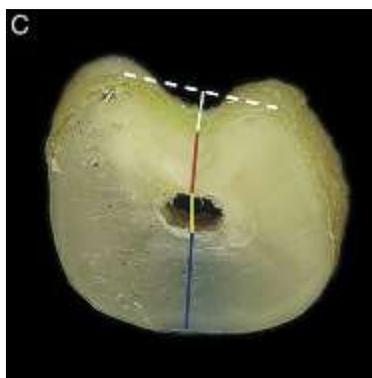


*Muestra la distribución del grosor de la pared en los aspectos vestibular y palatino de la raíz vestibular*

**Fuente.** (Jun Li , Ling, & Yihuai, 2013).

Se debe tomar en cuenta que la profundidad del surco, está íntimamente relacionado con el grosor de la dentina, es decir, si el surco aumenta, la dentina disminuye o viceversa. Por lo tanto, si la pieza presenta mayor extensión y profundidad externamente, más variaciones internas tendrá la pieza dental (Lammertyn, Rodrigo, Brunotto, & Crosa, 2009). Además, si la raíz es más ancha, la profundidad de la invaginación lo será de igual forma (Gher & Vernino, 1980).

**Figura 6.** Micrografía transversal con referencia de distancias



*Línea azul: ancho de la pared vestibular. Línea amarilla: diámetro del canal bucolingual. Línea roja: ancho de dentina palatina. Línea blanca: profundidad del surco furcal. Línea blanca punteada: nivel de referencia para la medición del surco furcal. Línea verde: ángulo del surco furcal*

**Fuente.** (Lammertyn, Rodrigo, Brunotto, & Crosa, 2009)

La profundidad del surco furcal es un factor de suma importancia a tomar en cuenta para la evaluación de la resistencia de la raíz frente a fracturas o perforaciones (Jun Li , Ling, & Yihuai, 2013). Estableciendo una relación directa entre el volumen de la estructura dental y la capacidad del diente para resistir las cargas oclusales. Se debe mencionar de igual forma, que la presencia de curvaturas es un factor extra que puede potenciar el debilitamiento dental. Por lo tanto, la pérdida

de dentina durante el proceso de instrumentación, aumenta la posibilidad de fractura dental. Además, se debe tomar en cuenta que el índice de fracturas es la tercera causa de pérdida dental, de las cuales el 56% de los casos ocurren en premolares (Lammertyn, Rodrigo, Brunotto, & Crosa, 2009).

Tomando en cuenta que la profundidad del surco furcal hacia palatino, tanto en el tercio coronal y medio, tienen un valor menor a 1mm y no se debería ensanchar excesivamente en estas zonas (Jun Li , Ling, & Yihuai, 2013).

### **Fractura vertical radicular**

Se conoce que los defectos dentinarios como grietas o fracturas, se introdujeron al realizar un tratamiento de endodoncia, siendo un resultado de las tensiones que ocurren cuando la tensión de tracción en la pared del conducto radicular supera la resistencia a la tracción restante de la dentina. Se destacó que la magnitud de las tensiones radiculares formadas durante la carga fue mayor cuando los conductos radiculares se prepararon para diámetros más grandes. Los diámetros más grandes de los canales preparados aumentaron la magnitud de las tensiones radiculares hasta en un 37% (Ossareh, Rosentritt, & Kishen, 2018).

Pueden ocurrir diferentes grados de pérdida de dentina durante la instrumentación del conducto radicular. Esta pérdida de dentina del conducto radicular alteraría la respuesta biomecánica del diente. Cualquier alteración significativa en la respuesta biomecánica de un diente puede influir en su resistencia a la fractura. Por lo que, preservar la dentina radicular ayudará a retener la integridad mecánica de los dientes tratados endodónticamente (Ossareh, Rosentritt, & Kishen, 2018).

Hay que recalcar que las fracturas verticales son perjudiciales, requiriendo en la mayoría de los casos la extracción de estos dientes. Por lo tanto, debe establecerse un equilibrio entre eliminar suficientemente los tejidos infectados y preservar la estructura del diente restante (Munari, Bowles, & Fok, 2009).

La susceptibilidad a la fractura de un diente es intrínseca a su morfología interna e interna, la última de las cuales puede ser alterada por instrumentación endodóntica. Estudios previos han destacado el valor de preservar la dentina radicular con el fin de mantener la integridad estructural de los dientes tratados con endodoncia (Munari, Bowles, & Fok, 2009).

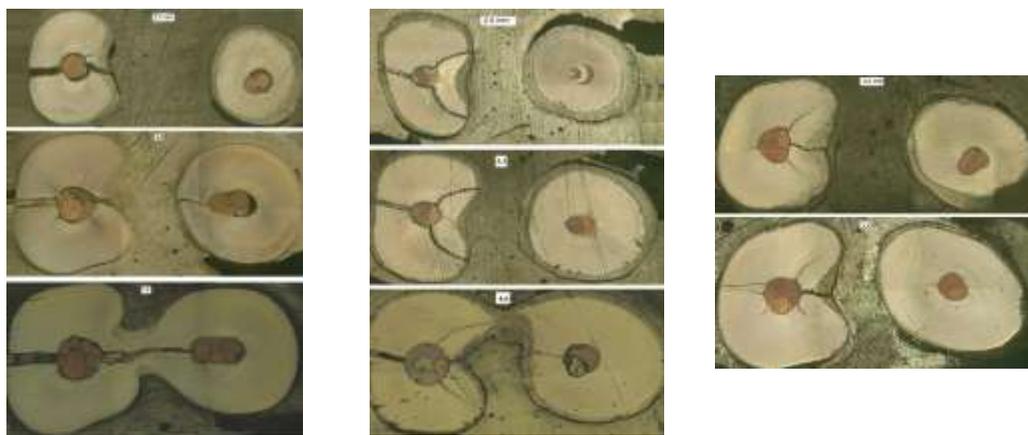
Los primeros premolares maxilares están dentro del grupo de dientes más susceptible a la fractura vertical radicular, perteneciendo al 42% de piezas afectadas, seguidos por primeros molares inferiores en un 36%, según el estudio de Rosen. Esto le convierte en el órgano dental con más posibilidad de sufrir este daño, terminando en la extracción de la misma (Rosen, 2012).

La característica mencionada anteriormente como surco furcal presente en la raíz vestibular de estos dientes es una superficie muy cóncava, siendo un pico de depresión que constituye una zona de peligro después del tratamiento de endodoncia, siendo la responsable de conducir a complicaciones a largo plazo como perforaciones y fractura vertical radicular (Herzl & Tamse, 2018).

Según muestra Herzl, en el estudio que realizó en piezas extraídas a causa de fractura radicular, el daño en las raíces vestibulares incluye grietas horizontales a cada lado del conducto, es decir que va desde la depresión surcal hasta la superficie del conducto, y, además, en algunos casos, desde la superficie del conducto hacia la superficie de la raíz. Estas grietas son causadas por

concentraciones de estrés en la raíz inducidas por la depresión del surco distribuyéndose axialmente. Sin embargo, la fractura puede también ocurrir en la raíz palatina, propagándose desde el istmo que conecta los dos canales. Vale recalcar, que a pesar de que exista o no la fractura en la raíz palatina, la trayectoria de las grietas en la raíz vestibular tiene un patrón, que corrobora el papel principal de la presión en este canal, lo que conduce a la fractura general de la pieza (Herzl & Tamse, 2018).

**Figura 7.** Fractura Vertical Radicular



*A y B. Fractura en ambas raíces (vestibular y palatina)*

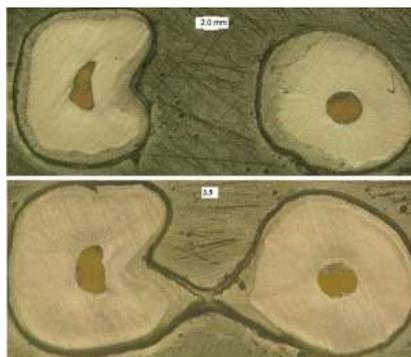
*C. Fractura en raíz vestibular*

**Fuente.** (Herzl & Tamse, 2018).

Las grandes variaciones en el tamaño y forma del conducto, pueden colaborar a la fase inicial de agrietamiento y posterior daño dental, debido a la reducción del espesor dentinal. Asimismo, los estudios sobre fractura vertical radicular sugieren que una de las principales causas es la presión transmitida a la pared del canal durante la condensación lateral de la gutapercha, siendo estas piezas vulnerables a esta fase del tratamiento de conductos. En consecuencia, para

prevenir la fractura vertical radicular, se debe minimizar las alteraciones de la forma del conducto durante la preparación mecánica del tratamiento de Endodoncia (Herzl & Tamse, 2018).

**Figura 8.** Pieza sin fractura vertical radicular



**Fuente.** (Herzl & Tamse, 2018).

## **Sistemas rotatorios.**

### **Historia.**

En el año de 1963, se desarrolló la aleación de níquel-titanio en el programa espacial estadounidense en el laboratorio de la Artillería Naval, recibiendo el nombre de “Nitinol”. Siendo el precursor para que en año de 1971 Andreasen y Hileman, fabriquen alambres de ortodoncia de níquel-titanio, debido a su bajo módulo de elasticidad, efecto de memoria de forma y alta flexibilidad. En 1975, Civjan conceptualizó la fabricación de instrumentos endodoncia a base de níquel-titanio. Un año más tarde, Walia, Brantley y Gerstein, presentaron los primeros instrumentos endodónticos NiTi, basándose en el mecanizado de alambre de ortodoncia (Gavini, y otros, 2018).

Durante muchos años, estos instrumentos se fabricaron exclusivamente mediante mecanizado convencional. Sin embargo, las distintas casas comerciales han mejorado el diseño de las limas y

los métodos de fabricación de las mismas, con variaciones principalmente en el diseño de la sección transversal, presencia o ausencia de superficies radiales y disposición de las superficies de corte a lo largo de la parte activa; teniendo como objetivo principal mejorar las propiedades de corte del instrumento y reducir el riesgo de fractura (Shen, Zhou, Zheng, Peng, & Haapasalo, 2013) (Gavini, y otros, 2018). Así mismo, el cambio en diseños transversales, junto con el desarrollo y avance en las aleaciones, son las características cambiantes que han ido proporcionado más ventajas, como la rapidez del tiempo de preparación, eficiencia de corte, resistencia a la fatiga torsional o fatiga cíclica. Presentando en el mercado varias alternativas de sistemas rotatorios (Nogueira, y otros, 2018)

En la actualidad, en promedio se tiene 160 sistemas de instrumentación mecanizados, fabricados con distintas aleaciones de NiTi, con o sin tratamiento térmico, movimiento céntrico o excéntrico, cinética recíproca o rotacional (Gavini, y otros, 2018).

### **Importancia.**

La preparación química- mecánica de las piezas permite la eliminación de tejido intrarradicular, mediante la limpieza, desinfección y conformación de las paredes cavitarias, creando un entorno biológico propicio para la reparación o conservación de los tejidos adyacentes (Gambarini, 2009). Por lo cual, en las últimas dos décadas los instrumentos de níquel-titanio (NiTi) se han convertido en una parte importante para el tratamiento de conductos, siendo cada vez más estudiados y aplicados por especialistas para el modelado de los canales radiculares, debido a que mantienen mejor la anatomía original del conducto, resultando en menos modificaciones del mismo (Shen, Zhou, Zheng, Peng, & Haapasalo, 2013) (Lee, Kwak, Ha, Abu-Tahun, & Kim, 2019).

### **Propiedades mecánicas del níquel-titanio.**

Las aleaciones de níquel-titanio presentan propiedades como la superelasticidad, teniendo la capacidad de deformarse entre 8-10% más allá de su límite elástico sin demostrar ninguna deformación residual, ya que al superar el límite elástico pasa a una deformación plástica, con la peculiaridad de ser una aleación con memoria de forma. Este efecto de memoria de forma es la capacidad del material de deformarse y regresar a su forma original, ya sea como consecuencia de una descarga o del calentamiento térmico (Gavini, y otros, 2018).

Según Thompson, tanto la superelasticidad como la memoria de forma, están asociados a la transformación martensítica termoelástica entre una fase martensítica y una fase austenítica. es decir, al cambio de fase de estado sólido. La fase austenítica hace referencia cuando los átomos se encuentran en disposición simétrica, es decir en su estado original a temperatura ambiente, permaneciendo rígidos y duros. Mientras que la fase martensítica se alcanza cuando se ha superado el límite elástico, presentan una forma asimétrica (cizalla/sierra), esta se presenta cuando el instrumento es inducido por estrés, presentándose como dúctiles y maleables (Gavini, y otros, 2018).

Las fases mencionadas anteriormente, son fases de transformación metálica que se dan durante la fabricación de la aleación, y también en la aleación que ya ha sido elaborada. Siendo el proceso de fabricación metalúrgica quien define el estado final de la aleación de níquel-titanio, ya sea en estado austenita o martensita (Gavini, y otros, 2018).

### **FKG Dentaire**

En 1931, la empresa W. E. Flückiger fue fundada por Willy Flückiger, ingeniero dental, con el objetivo de producir diversos elementos (varillas, ganchos, etc.). Con el transcurso de las

décadas se desarrolló como una fábrica de instrumentos endodónticos, convirtiéndose en el año 1994 en la empresa FKG Dentaire SA. En los últimos años, FKG ha lanzado instrumentos para tratar sistemas de conductos radiculares complejos, con un enfoque mínimamente invasivo evitando el daño a la estructura de la dentina (FKG, 2021).

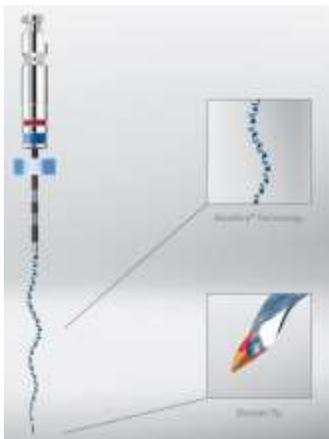
### **XP- Endo Shaper.**

Es un innovador instrumento de conformación introducido en 2015 por FKG (Suiza) que tiene como finalidad la limpieza del conducto 3D, mediante un mecanismo menos invasivo, simplificando las secuencias endodónticas (FKG, XP-Endo Shaper, 2020).

#### **Características de diseño.**

Este sistema presenta un diseño único que le permite eliminar residuos intracamerales, con un estrés mínimo sobre las paredes de dentina. A esto se le suma, su punta BT (Booster Tip) con seis bordes cortantes, tiene capacidad de expansión hasta tres veces el tamaño de su núcleo, permitiendo una adaptación perfecta a las irregularidades del canal con una guía óptima. Otra de sus características propias, es la aleación MaxWire que reacciona con la temperatura corporal lo que hace que se contraiga y expanda, brindándole resistencia a la fatiga cíclica, superelasticidad y flexibilidad extrema (FKG, XP-Endo Shaper, 2020).

**Figura 9.** Instrumento XP-Endo Shaper



**Fuente.** (FKG, XP-Endo Shaper, 2020).

Este sistema inicia con un diámetro ISO 15, que gradualmente aumenta a un diámetro 30 con conicidad 0.01. Después de la expansión del instrumento, se alcanza una preparación final del canal con un diámetro de 30.04. Esta forma mínima del canal de 0.04 es considerablemente pequeño, lo cual favorecería en los casos de primeros premolares maxilares (Veloza & Albuquerque, 2019).

### **Movimiento.**

El movimiento giratorio que realiza es asimétrico, tomando una forma de microcirculación que se expande a temperaturas de 35°C o más. Esto quiere decir, que al inicio de la preparación, cuando el instrumento aún está a temperatura ambiente se encuentra en fase martensítica, manteniéndose recto (30.01) y en el momento que se introduce en el conducto radicular adopta una forma de serpiente (30.04) debido a la memoria molecular de la fase austenítica (Veloza & Albuquerque, 2019).

**Figura 10.** Movimiento giratorio XP-Endo Shaper



**Fuente.** (FKG, XP-Endo Shaper, 2020)

### **Instrucciones de uso.**

Se recomienda usar 3 instrumentos, iniciando con las limas K (10 y 15), seguida de la XP-Endo Shaper, la cual se trabaja de 800 a 1000 rpm con un torque de 1Ncm (FKG, XP-Endo Shaper, 2020).

**Figura 11.** Presentación Sistema XP-Endo Shaper



**Fuente.** (FKG, XP-Endo Shaper, 2020).

En el estudio de Nogueira se mostró su gran capacidad de resistencia a la fatiga cíclica, indicando su seguridad y adaptabilidad a la morfología del sistema de conducto radicular. Todo esto conlleva a producir menos cambios indeseables en la anatomía durante la preparación radicular (Nogueira, y otros, 2018).

### **Formación de microcracks con XP-Endo Shaper.**

En el estudio realizado por Aydin y colaboradores, se comparó al instrumento XP-Endo Shaper, con Reciproc Blue y Wave One Gold. La muestra fue de ocho dientes por cada grupo, donde analizaron la formación de Microcraks en la raíz mesial de los molares mandibulares seleccionados de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión. En las imágenes tomadas previas a la instrumentación, se observaron defectos dentinarios en los siguientes porcentajes distribuidos en los tres diferentes grupos: 25.99% XPS, 31.99% WOG, 36.66% RPCB. Debido a que eran microfisuras dentinarias previas, se concluyó que la preparación del conducto radicular no produjo ni formación de nuevas grietas ni propagación de grieta, proporcionando flexibilidad y menos estrés dentinario de parte de la XP-Endo Shaper (Aydin, Keskin, & Ozyurek, 2018).

### **R-Motion.**

Es un nuevo sistema de instrumentos introducidos en 2020 por FKG (Suiza) que tiene un enfoque mínimamente invasivo, debido a sus características exclusivas (FKG, R-Motion, 2021).

#### **Características.**

Su sección transversal tiene un diseño triangular equilátero redondeado con bordes afilados, y en su punta se aprecia un diseño que optimiza el movimiento recíprocante, esta combinación mejora el corte hasta la región apical, sin afectar la dentina. Además, tiene un pulido electroquímico y tratamiento térmico (FKG, R-Motion, 2021).

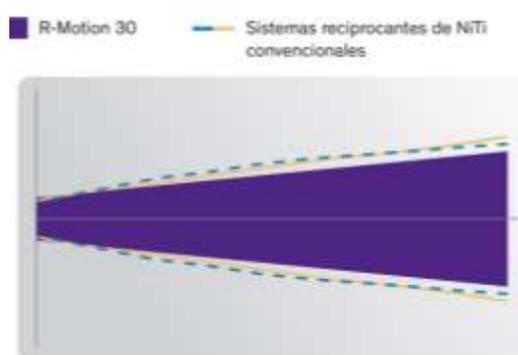
**Figura 12.** Sección transversal y Punta



**Fuente.** (FKG, R-Motion, 2021).

Su tratamiento térmico, reconocible por el color azul, le brinda ventajas en comparación con los sistemas reciprocantes de NiTi convencionales, como es el aumento de 3,3 en flexibilidad y 3,6 en resistencia a la fatiga cíclica, ofreciendo menor riesgo a la fractura del mismo y, por ende, mayor seguridad del paciente. Asimismo, disminuye el transporte en un 60% debido a su capacidad de centrado, preservando la anatomía del conducto radicular. La razón de su centrado es debido al núcleo interno que es fino y menos invasivo, reduciendo el exceso de eliminación y limitando la tensión sobre la dentina en un 40%, ofreciendo una mayor eficacia de corte (FKG, R-Motion, 2021).

**Figura 13.** Núcleo interno



**Fuente.** (FKG, R-Motion, 2021).

Otra característica que le da ventaja sobre los sistemas convencionales, es la presencia de láminas de corte suavemente alternas, que le confiere 42% menos en el efecto de atornillamiento, siendo menos agresiva y permitiendo una suave progresión, simplificando su empleo y teniendo más control por parte del operador (FKG, R-Motion, 2021).

### **Movimiento.**

Es el primer sistema reciprocante de la casa FKG, presentando un movimiento oscilatorio que se caracteriza por girar en una dirección y luego revertir la misma antes de completar un giro de rotación completa; lo cual significa que, corta en sentido antihorario regresando en sentido horario para liberar el atornillamiento. Este movimiento trabaja por debajo del límite elástico del instrumento, extendiendo la vida del instrumento (Ahn & Kim, 2016).

### **Instrucciones de uso.**

Son 5 instrumentos que conforman el sistema R-Motion. Previo al uso de estos, se usa una lima para exploración y reconocimiento del conducto radicular, de preferencia una lima K de preserie 10.02, con la que se registra la longitud de trabajo a la cual se va a conformar el canal (FKG, R-Motion, 2021).

Posterior, se empieza con la lima R-Motion Glider con tope de color blanco, que tiene la función de preensanchar. Esta lima presenta un ISO 15 con conicidad variable, en donde los primeros milímetros hasta el tercio medio tienen una conicidad 3 y desde el tercio medio hasta el tercio cervical tienen una conicidad 6. Esta variabilidad de taper junto con su diseño exclusivo, permite una instrumentación suave, sin proporcionar un ensanchamiento grande en la porción apical, ya que se trabaja levemente en esta zona; sin embargo, desde tercio medio a cervical la

ampliación un poco mayor que genera, facilita la entrada a los siguientes instrumentos (FKG, R-Motion, 2021).

Debido a que la finalidad de tratamiento en base al sistema R-Motion es de lima única, después del uso de la lima encargada del Glide Path, el clínico tiene la opción de escoger entre las limas R-Motion 25.06 (tope color rojo) y R-Motion 30.04 (tope color azul), según la anatomía del conducto a trabajar, siendo el objetivo de estos instrumentos la conformación y limpieza del canal. Sin embargo, si el profesional necesita de una ampliación mayor, se puede continuar con las limas de ampliación apical que corresponden a R-Motion 40.04 (tope color negro) y/o R-Motion 50.04 (tope color amarillo). Cabe señalar que las cinco limas anteriormente mencionadas, se las puede encontrar en medidas de 21, 25 y 31 mm de longitud (FKG, R-Motion, 2021).

**Figura 14.** Presentación Sistema R-Motion



**Fuente.** (FKG, R-Motion, 2021).

## **METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Diseño.**

Este estudio es un análisis experimental *in vitro*, comparativo y estadístico, por medio del cual se propone mostrar el tejido remanente existente en los primeros premolares superiores birradiculares, después de la instrumentación rotatoria con dos sistemas endodónticos diferentes, con la finalidad de comparar los márgenes de seguridad que brinda cada sistema, basándose en la distancia entre el surco palatino y el conducto radicular.

### **Muestra.**

Se usó una muestra de veinte primeros premolares superiores birradiculares anonimizados y donados por consultorios dentales, que hayan sido conservados en suero fisiológico después de su extracción y que tengan presente el surco palatino

### **Criterios de inclusión.**

- Primeros premolares superiores birradiculares
- Presencia del surco palatino en raíz vestibular
- Raíces bien formadas
- Sin anomalías de desarrollo
- Sin tratamiento endodóntico
- Sin obstrucciones radiculares
- Sin calcificaciones
- Piezas sin alteraciones de agentes químicos

**Criterios de exclusión.**

- Ausencia del surco palatino en la raíz vestibular
- Piezas endodonciadas
- Presencia de obstrucciones radiculares
- Presencia de anomalías de desarrollo
- Raíces fusionadas
- Piezas con alteraciones de agentes químicos

**Metodología.**

Una vez que la muestra se recolectó bajo los criterios de inclusión y exclusión anteriormente mencionados, se procedió a su respectiva limpieza, con el retiro de cálculos y tejidos restantes externos. Seguido de una desinfección final por 10 minutos en hipoclorito de sodio al 5.25%. Asimismo, los conductos de las raíces se permeabilizaron con una lima K 10 de preserie, con el objetivo de pasar 1mm del foramen apical. Posteriormente, la muestra se dividió en dos grupos aleatoriamente (grupo A y grupo B), 10 primeros premolares superiores por cada grupo (Fig. 15 y 16).

**Figura 15.** Muestra del Grupo A



**Figura 16.** Muestra del Grupo B



Las muestras se descoronaron con un disco de diamante a nivel del límite amelo cementario. Seguido, se fijaron en un troquel de acrílico para evitar su movimiento en el momento de la tomografía. (Fig. 17-18). Previo a la realización de los troqueles, se colocó cera en el ápex y en la entrada a los conductos, con el fin de bloquear la entrada de acrílico al conducto radicular.

**Figura 17.** Troquel de acrílico Grupo A

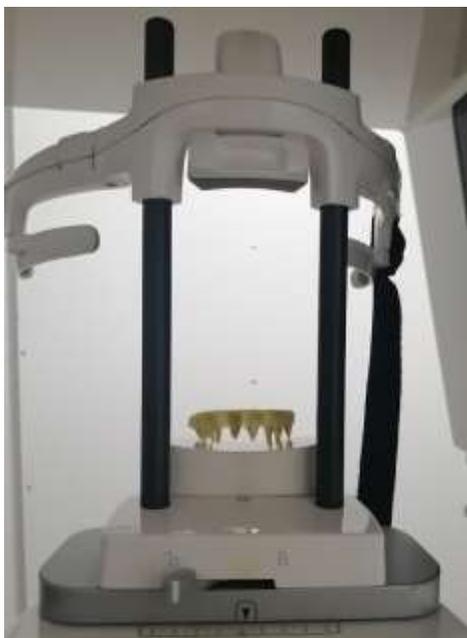


**Figura 18.** Troquel de acrílico Grupo B



Los troqueles se llevaron al tomógrafo para obtener las medidas previas a la instrumentación (Fig. 19).

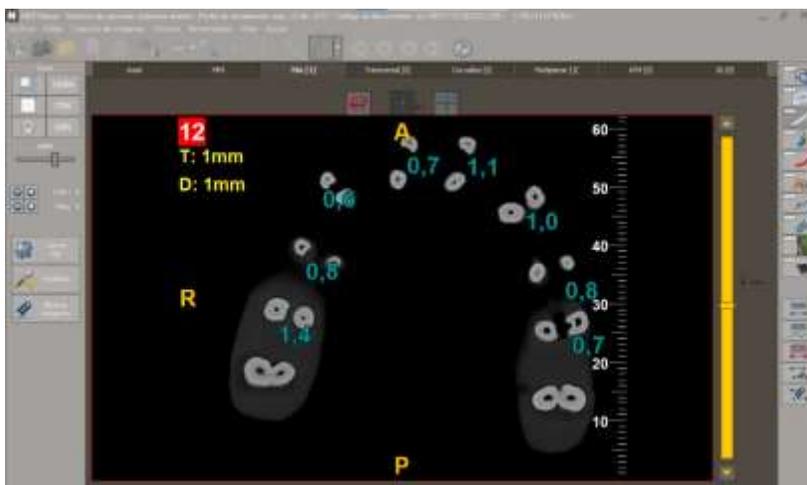
**Figura 19.** Troquel fijado en el tomógrafo



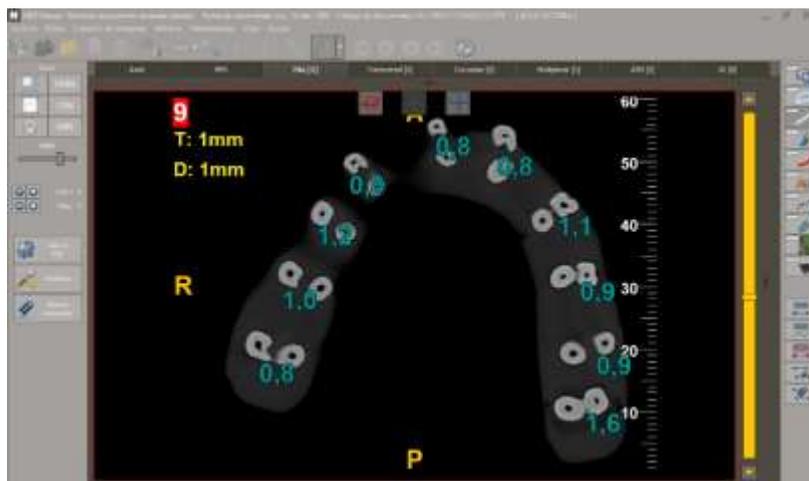
Tras realizar las tomografías previas a la instrumentación, se procede a extraer las primeras medidas necesarias para el estudio. Tanto en la tomografía del grupo A, como en la del grupo B, se preseleccionaron 22 cortes, tomando en cuenta puntos de referencia para que coincidan con los futuros cortes de 2 tomografías post instrumentación. En el grupo A, el surco palatino de las diferentes muestras, aparecieron desde el corte 7 hasta el corte 19, dependiendo del largo de cada una. Mientras que en el grupo B, el surco palatino apareció desde el corte 5 hasta el corte 15.

Las medidas se tomaron desde el punto más saliente del conducto hasta la parte más profunda del surco palatino de la raíz vestibular de cada pieza, a diferentes longitudes: desde 1 hasta 7mm (Fig. 20 y 21).

**Figura 20.** Medidas pre instrumentación en el corte 12 desde del CBCT: GRUPO A



**Figura 21.** Medidas pre instrumentación en el corte 9 desde del CBCT: GRUPO B



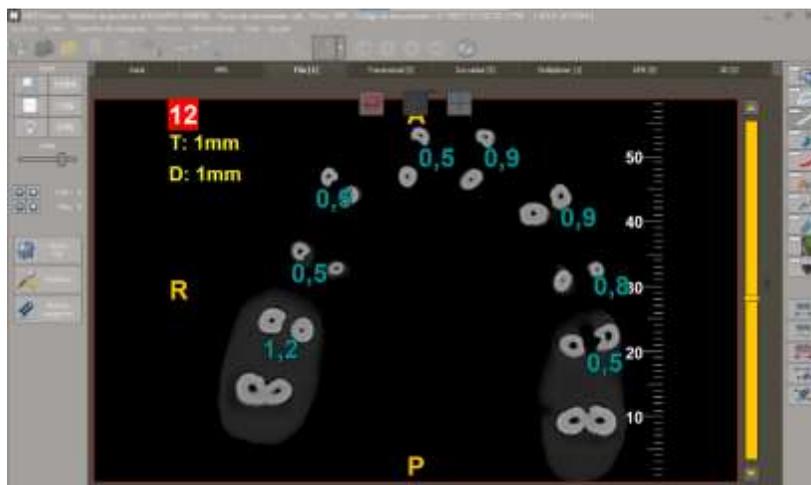
Una vez que se obtuvieron las primeras medidas, se procedió a la instrumentación de ambos grupos:

1. El grupo A se instrumentó con R-Motion (FKG).
  - a. Se trabajó con el motor X-SMART PLUS en movimiento recíprocante
  - b. Se permeabilizó con lima K preserie 10.02 y se registró la longitud de trabajo.
  - c. Se instrumentó con lima R-Motion Glider para pre ensanchar
  - d. Se instrumentó con R-Motion 30.04 con movimientos de entrada y salida, hasta que la lima alcance la longitud de trabajo. Cada tres movimientos de picoteo se irrigó con hipoclorito de sodio al 5.25% y se patentizó.
2. El grupo B se instrumentó con XP- Endo Shaper (FKG)
  - a. Se trabajó con el motor X-SMART PLUS a 900rpm con un torque de 1Ncm
  - b. Se permeabilizó con lima K preserie 10.02 y se registró la longitud de trabajo.
  - c. Se instrumentó con lima K 15.02

- d. Se instrumentó con XP-Endo Shaper con movimientos de entrada y salida, hasta que la lima alcance la longitud de trabajo. Cada tres movimientos de picoteo se irrigó con hipoclorito de sodio al 5.25% y se patentizó.

Finalizando este proceso, se tomó nuevamente la tomografía para la obtención de nuevos datos, con los cuales se evaluó el ancho de dentina palatina restante de la raíz vestibular, siguiendo las mismas instrucciones tomadas en cuenta antes de la instrumentación de las piezas dentales (Fig. 20 y 21).

**Figura 2223.** Medidas post instrumentación en el corte 12 desde del CBCT: GRUPO A





Se constató si existen diferencias significativas entre las medias de las diferentes longitudes del grupo A (R-Motion) y del grupo B (XP-Endo Shaper) por separado, tanto en la pre instrumentación como en la post instrumentación. Posteriormente, se compararon las medias de las diferentes longitudes entre ambos grupos, antes y después de la instrumentación. Para ambos análisis se aplicó la prueba de ANOVA.

Finalmente, se debe detallar la operacionalización de las variables, a modo de captar su sentido y adecuación al contexto. Para lo cual, se presenta la tabla 1 a continuación:

**Tabla 1.** Operacionalización de las variables

Variable	Definición operacional	Tipo	Clasificación	Indicador categórico	Escala de medición
Tratamiento térmico de los instrumentos endodónticos	Tratamiento de aleaciones de Niti que radica en el uso de temperaturas de transición entre las fases, con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas de la lima	Independiente	Cualitativa nominal	R-Motion XP-Endo Shaper	A B
Zona de seguridad en raíces vestibulares de primeros premolares superiores	Dentina residual entre la pared y el punto más saliente del conducto	Dependiente	Cuantitativa continua	Ancho de dentina palatina a diferentes longitudes	Valor de dentina en milímetros

**Elaboración:** Daniela Alvarado Cabrera

## RESULTADOS

### Recolección de datos

En las muestras de ambos grupos, se tomaron las medidas en las diferentes longitudes de la misma pieza, antes y después de la instrumentación. Estas medidas se expresan en milímetros y están detalladas en las siguientes tablas (Tab. 2-3-4-5).

**Tabla 2.** Rango de seguridad pre instrumentación: Grupo A (R-Motion)

GRUPO A: Pre instrumentación							
Muestra	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	7mm
1	0,9	0,8	0,6	0,8	0,8	0,9	0,8
2	1,5	1,4	1,1	0,9	0,9	0,8	0,8
3	1	0,9	0,9	0,8	0,8	0,6	0,5
4	1	0,8	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7
5	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6
6	1,2	1,1	1	1,3	1,2	1,1	0,8
7	1,2	1	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8
8	1,5	1,4	1,1	1,1	0,8	0,8	0,8
9	1,3	0,8	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5
10	1,1	0,9	1	1,1	0,9	0,9	0,9

**Fuente:** Registro de información      **Elaboración:** Daniela Alvarado Cabrera

**Tabla 3.** Rango de seguridad post instrumentación: Grupo A (R-Motion)

GRUPO A: Post instrumentación							
Muestra	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	7mm
1	0,9	0,8	0,6	0,5	0,8	0,8	0,5
2	1,2	1,2	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6
3	0,8	0,6	0,7	0,5	0,5	0,4	0,3
4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4
5	1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5
6	1,3	1	1	1,1	0,9	0,9	0,6
7	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,7	0,8
8	1,4	1,1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,6
9	1,2	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,3
10	0,9	0,9	1	0,9	0,9	0,8	0,7

**Fuente:** Registro de información      **Elaboración:** Daniela Alvarado Cabrera

**Tabla 4.** Rango de seguridad pre instrumentación: Grupo B (XP-Endo Shaper)

GRUPO B: Pre instrumentación							
Muestra	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	7mm
1	0,6	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,8
2	1,4	1	1	1	0,9	0,9	0,8
3	1	0,9	1,1	1,2	1,3	1,2	0,9
4	1	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,5
5	0,9	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,5
6	0,9	0,8	0,8	0,6	0,8	0,9	0,9
7	1,1	0,8	0,7	0,5	0,8	0,8	0,7
8	0,9	0,9	0,6	0,8	0,8	0,9	0,8
9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,4
10	1,6	1,1	0,8	0,8	0,8	0,7	0,5

**Fuente:** Registro de información      **Elaboración:** Daniela Alvarado Cabrera

**Tabla 5.** Rango de seguridad post instrumentación: Grupo B (XP-Endo Shaper)

GRUPO B: Post instrumentación							
Muestra	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	7mm
1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
2	1,3	1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,6
3	1	0,9	1	0,9	1,2	1,2	0,8
4	1	0,8	0,5	0,5	0,7	0,6	0,5
5	0,9	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,3
6	0,8	0,8	0,5	0,6	0,5	0,8	0,8
7	1,1	0,9	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5
8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,8	0,8	0,5
9	0,9	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3
10	1,2	0,8	0,6	0,8	0,8	0,5	0,5

**Fuente:** Registro de información      **Elaboración:** Daniela Alvarado Cabrera

### Resultados de los grupos de estudio

Las medias del desgaste de tejido con las respectivas técnicas de instrumentación, se expone en la tabla 6, donde se puede observar que los valores de pre instrumentación son mayores en

comparación a los valores de post instrumentación en los dos grupos de estudio, lo cual es un resultado razonable. Así mismo, existe una disminución progresiva a medida que aumentan los milímetros aplicados en dirección longitudinal del canal hacia el ápice.

Los valores de las medias tomando en cuenta la pre instrumentación, tanto en el grupo A como en el grupo B, no tienen grandes diferencias al compararlas. Sin embargo, al observar los valores de ambos grupos en post instrumentación, existen mayores diferencias en sus medias.

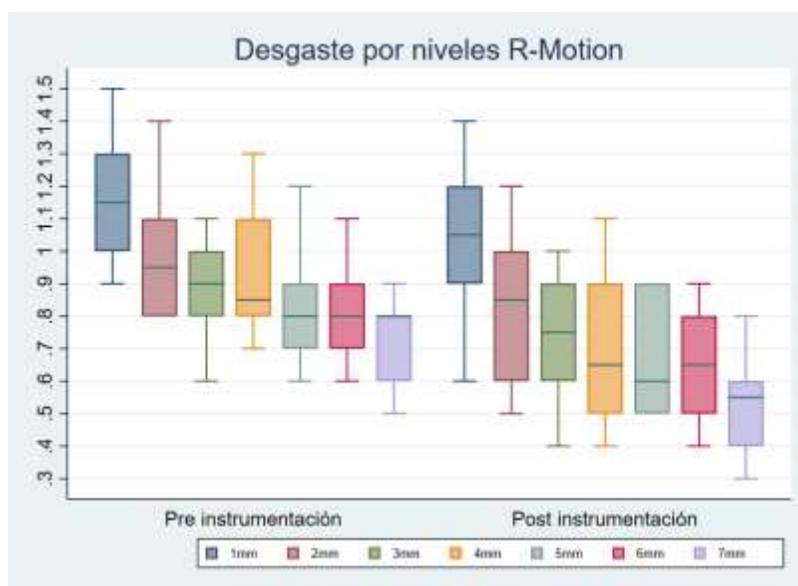
**Tabla 6.** Medias de rango de seguridad para los grupos A y B

GRUPO		1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	7mm
<b>A</b>	<i>Pre instrumentación</i>	1.18	1.01	0.89	0.92	0.82	0.81	0.72
	<i>Post instrumentación</i>	1.04	0.83	0.74	0.69	0.68	0.65	0.53
<b>B</b>	<i>Pre instrumentación</i>	1.03	0.86	0.79	0.78	0.81	0.77	0.68
	<i>Post instrumentación</i>	0.96	0.80	0.66	0.65	0.71	0.67	0.54
<b>Total</b>	<i>Pre instrumentación</i>	1.10	0.93	0.84	0.85	0.81	0.79	0.70
	<i>Post instrumentación</i>	1.00	0.81	0.70	0.67	0.69	0.66	0.53

\*Datos en milímetros

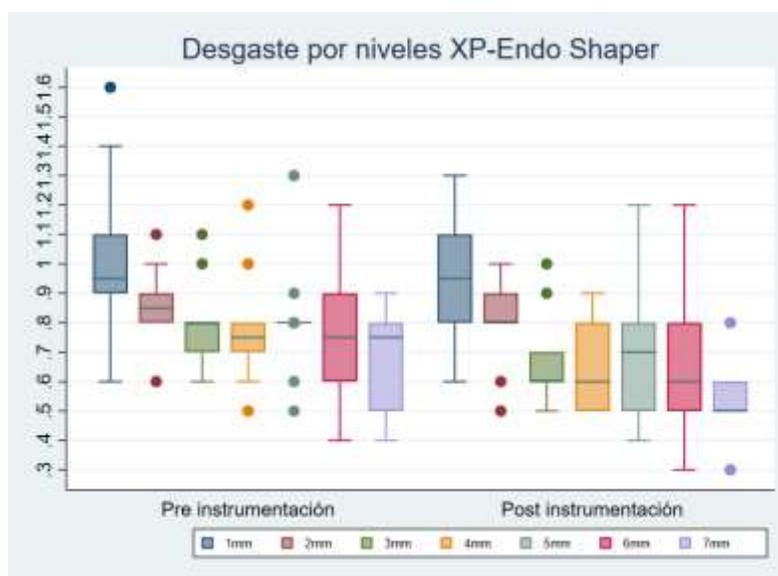
Los datos mencionados anteriormente se pueden valorar más a profundidad en el Gráfico 1 que corresponde al grupo A (R-Motion). En la pre instrumentación la dimensión del tejido es menor, en especial, a 1mm. Con respecto a los otros niveles de tejido, el desgaste es mayor a medida que aumentan los milímetros aplicados. Siendo la dimensión de tejido mucho menor en la post instrumentación, como se mencionó anteriormente.

**Gráfica 1.** Desgaste por niveles con R-Motion (Grupo A)



En el Gráfico 2, se muestra las medias correspondientes al grupo B (XP-Endo Shaper) a diferentes niveles del tejido, esto se realiza en pre y post instrumentación. En el caso de pre instrumentación, la dimensión del tejido es mayor, en especial a 1mm. Los otros niveles de tejido disminuyen a medida que aumentan los milímetros aplicados hasta los 4mm. En tanto, este comportamiento no es igual para los niveles 5, 6 y 7mm puesto que muestran más tejido. Se debe destacar que existe presencia de valores atípicos, los cuales puede suscitarse por error en la recopilación de la información o porque efectivamente poseen este comportamiento debido a una mayor variabilidad de la morfología en este grupo, a pesar de la selección aleatoria. Esto se destaca en especial en la pre instrumentación. Sin embargo, son pocos los datos atípicos en cada uno de los niveles.

**Gráfica 2.** Desgaste por niveles mediante XP-Endo Shaper (Grupo B)



### Análisis descriptivo

A continuación, se detalla el análisis descriptivo e inferencial de los métodos de instrumentación y grupos de análisis, a 7 niveles de tejido entre el conducto y el surco palatino desde 1 a 7 mm.

En las siguientes tablas se muestra la diferencia entre las medias de cada uno de los grupos: R-Motion y XP-Endo Shaper; así como, la instrumentación pre y post. En este estudio, la prueba aplicada es análisis de varianza (ANOVA). Así, la hipótesis nula de la que parte el presente estudio, menciona que la media de la variable es la misma en ambos grupos. En contraposición, la hipótesis alternativa menciona que al menos dos medias difieren de forma significativa. ANOVA permite comparar múltiples medias, pero lo hace mediante el estudio de las varianzas. Para analizar la

hipótesis del caso se revisa el valor p, si este es menor que o igual al nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula.

Según la literatura, en este tipo de estudios se realizan a un nivel de confianza del 95%. Lo que conlleva un nivel de significancia de 5%. En las siguientes tablas se analizará el p-valor con dicho nivel de significancia y cuando la prueba sea significativa al 5% se señalará el p-valor con un asterisco (\*).

### **Análisis de resultados del Grupo A: R-Motion.**

La tabla 7 muestra la aplicación de R-Motion, por lo que, el promedio de tejido es mayor a nivel 1mm; mostrándose un ligero aumento en la pre instrumentación con un valor de 1.18 y 1.04 para post instrumentación. Esto se refleja de manera similar para los demás niveles. No obstante, posterior a la instrumentación, la diferencia es significativa solamente al 5% los niveles 4mm (0.02) y 6mm (0.04). Mientras que en el resto de longitudes no existen diferentes significativas.

**Tabla 7.** Promedio de tejido según nivel e instrumentación en R-Motion

Nivel	Instrumentación	Media	Error estándar	Intervalo de confianza		p-valor
1mm	Pre instrumentación	1.18	0.06	1.05	1.31	0.18
	Post instrumentación	1.04	0.08	0.88	1.20	
2mm	Pre instrumentación	1.01	0.07	0.86	1.16	0.10
	Post instrumentación	0.83	0.08	0.68	0.98	
3mm	Pre instrumentación	0.89	0.06	0.78	1.00	0.10
	Post instrumentación	0.74	0.06	0.61	0.87	
4mm	Pre instrumentación	0.92	0.06	0.80	1.04	0.02 *
	Post instrumentación	0.69	0.07	0.54	0.84	

5mm	Pre instrumentación	0.82	0.05	0.72	0.92	0.08
	Post instrumentación	0.68	0.06	0.57	0.79	
6mm	Pre instrumentación	0.81	0.05	0.71	0.91	0.04 *
	Post instrumentación	0.65	0.05	0.54	0.76	
7mm	Pre instrumentación	0.72	0.04	0.63	0.81	0.01
	Post instrumentación	0.53	0.05	0.43	0.63	

\*Datos en milímetros

### **Análisis de resultados del Grupo B: XP-Endo Shaper.**

En la Tabla 8 se aplica XP-Endo Shaper, donde se muestra un mayor promedio de tejido en pre instrumentación en cada uno de los niveles de 1mm a 7 mm, al igual que el anterior grupo. Sin embargo, no se visualiza una diferencia significativa posterior a la instrumentación, en ninguno de los niveles.

**Tabla 8.** Promedio de tejido según nivel e instrumentación en XP-Endo Shaper

Nivel	Instrumentación	Media	Error estándar	Intervalo de confianza		p-valor
1mm	Pre instrumentación	1.03	0.09	0.85	1.21	0.54
	Post instrumentación	0.96	0.07	0.83	1.09	
2mm	Pre instrumentación	0.86	0.04	0.77	0.95	0.36
	Post instrumentación	0.80	0.05	0.70	0.90	
3mm	Pre instrumentación	0.79	0.05	0.69	0.89	0.09
	Post instrumentación	0.66	0.05	0.55	0.77	
4mm	Pre instrumentación	0.78	0.06	0.65	0.91	0.12
	Post instrumentación	0.65	0.05	0.55	0.75	
5mm	Pre instrumentación	0.81	0.07	0.68	0.94	0.32

	Post instrumentación	0.71	0.07	0.56	0.86	
6mm	Pre instrumentación	0.77	0.07	0.63	0.91	0.35
	Post instrumentación	0.67	0.08	0.51	0.83	
7mm	Pre instrumentación	0.68	0.06	0.56	0.80	0.10
	Post instrumentación	0.54	0.05	0.43	0.65	

\*Datos en milímetros

### **Análisis comparativo de ambos grupos.**

Al analizar la pre instrumentación y comparar los grupos R-Motion y XP-Endo Shaper en cada uno de los niveles de tejido, se muestra en la tabla 9 que la diferencia es no significativa en cada uno de los niveles (1mm a 7mm) de ambos grupos.

**Tabla 9.** Promedio de tejido según nivel y grupo en Pre Instrumentación

Nivel	Grupo	Media	Error estándar	Intervalo de confianza		p-valor	Decisión
1mm	R-Motion	1.18	0.06	1.05	1.31	0.19	Retener hipótesis nula
	XP-Endo Shaper	1.03	0.09	0.85	1.21		
2mm	R-Motion	1.01	0.07	0.86	1.16	0.09	Retener hipótesis nula
	XP-Endo Shaper	0.86	0.04	0.77	0.95		
3mm	R-Motion	0.89	0.06	0.78	1.00	0.20	Retener hipótesis nula
	XP-Endo Shaper	0.79	0.05	0.69	0.89		
4mm	R-Motion	0.92	0.06	0.80	1.04	0.12	Retener hipótesis nula
	XP-Endo Shaper	0.78	0.06	0.65	0.91		
5mm	R-Motion	0.82	0.05	0.72	0.92	0.91	Retener hipótesis nula
	XP-Endo Shaper	0.81	0.07	0.68	0.94		
6mm	R-Motion	0.81	0.05	0.71	0.91	0.64	

	XP-Endo Shaper	0.77	0.07	0.63	0.91		Retener hipótesis nula
7mm	R-Motion	0.72	0.04	0.63	0.81	0.60	Retener hipótesis nula
	XP-Endo Shaper	0.68	0.06	0.56	0.80		

\*Datos en milímetros

Por otro lado, al revisar la post instrumentación, en la tabla 10 se puede observar que no existe una diferencia significativa entre los grupos R-Motion y XP-Endo Shaper en ningún nivel de 1mm a 7mm. Esto sucede a pesar de que las medias de tejido en R-Motion son mayores que en XP-Endo Shaper.

**Tabla 10.** Promedio de tejido según nivel y grupo en Post Instrumentación

Nivel	Grupo	Media	Error estándar	Intervalo de confianza		p-valor	Decisión
1mm	R-Motion	1.04	0.08	0.88	1.20	0.44	Retener hipótesis nula
	XP-Endo Shaper	0.96	0.07	0.83	1.09		
2mm	R-Motion	0.83	0.08	0.68	0.98	0.74	Retener hipótesis nula
	XP-Endo Shaper	0.80	0.05	0.70	0.90		
3mm	R-Motion	0.74	0.06	0.61	0.87	0.34	Retener hipótesis nula
	XP-Endo Shaper	0.66	0.05	0.55	0.77		
4mm	R-Motion	0.69	0.07	0.54	0.84	0.65	Retener hipótesis nula
	XP-Endo Shaper	0.65	0.05	0.55	0.75		
5mm	R-Motion	0.68	0.06	0.57	0.79	0.75	Retener hipótesis nula
	XP-Endo Shaper	0.71	0.07	0.56	0.86		
6mm	R-Motion	0.65	0.05	0.54	0.76	0.84	Retener hipótesis nula
	XP-Endo Shaper	0.67	0.08	0.51	0.83		

7mm	R-Motion	0.53	0.05	0.43	0.63	0.90	Retener hipótesis nula
	XP-Endo Shaper	0.54	0.05	0.43	0.65		

\*Datos en milímetros

## DISCUSIÓN

Este estudio permitió la validación de la hipótesis nula, la cual establece que no hay una diferencia significativa entre ambos sistemas ( $p < 0.05$ ), tras comparar el rango de seguridad que está determinado por el desgaste del tejido dentinal entre el surco furcal y el conducto radicular en las raíces vestibulares de los primeros premolares superiores. Sin embargo, se mostró que los valores medios de la cantidad de tejido dentinal se redujeron después de la preparación mecánica con ambos sistemas rotatorios.

Existen estudios limitados relacionados con la presente investigación. Katz y col. evaluaron el desgaste ocasionado consecuentemente por la preparación de las raíces vestibulares para la adaptación de postes en los primeros premolares superiores bifurcados. Las muestras se instrumentaron con limas manuales hasta 45.02, seguido de la preparación con Gates Glidden 2 y 3, fresas Largo 2 y 3, y finalmente con ParaPost 3 y 4 con diámetros de 0.9 y 1.0. Al considerar la reducción en la cara lingual de la raíz vestibular, mencionaron que el desgaste era de 0.68mm en tercio cervical y 0.66mm en tercio medio, correspondiendo a los valores más bajos de dentina residual registrados en la raíz vestibular, lo cual fue atribuido al surco furcal (Katz, 2006). En comparación con el presente estudio, dichos valores discrepan notablemente de los obtenidos, en especial en el tercio cervical (0.81 a 0.7 mm y 0.69 a 0.67 mm, en el tercio cervical y medio respectivamente). Por otra parte, los valores del tercio medio se asemejan a los mencionados por Pilo y col. quienes informaron que la media del tejido dentinal restante fue de 0.82 después de las preparaciones con limas tipo K de tamaño 40 en el ápice, seguido de la preparación con Gates Glidden 2 y 3, y fresas ParaPost 3 y 4 (Pilo, Shapenco, & Lewinstein, 2008). La ligera diferencia

en los valores medios de desgaste podría atribuirse a la ubicación más coronal o apical de la medición del corte.

Mangal y *col.* mostraron que las fresas Gates Glidden en comparación con las limas manuales eliminaron significativamente más dentina que los sistemas motorizados en todas las paredes del conducto vestibular (bucal, palatino, mesial y distal) (Mangal, y otros, 2018). De la misma forma, Harandi y *col.* informaron que las fresas Gates Glidden con instrumentos manuales eliminaron significativamente más dentina que los sistemas rotativos, ya que al comparar solo entre los sistemas rotativos OneShape y ProTaper no hubo diferencias significativas en la eliminación de dentina, lo que podría explicarse por una mayor rigidez en las fresas GG y acero inoxidable que en los instrumentos de Ni-Ti (Harandi, Mohammadpour, Moudi, Ehsani, & Khafri, 2017). Esto concuerda con el presente estudio donde tampoco hubo diferencia significativa en el desgaste ocasionado por la instrumentación de las limas R-Motion y XP-Endo Shaper.

Un conocimiento sólido de la morfología de la raíz vestibular y la probabilidad de variación en la conformación del conducto radicular se considera importante para el éxito o fracaso clínico de los procedimientos en endodoncia, ya que una preparación mecánica sin considerar el rango de seguridad determinado por el tejido dentinario remanente entre el surco palatino y el conducto, puede conducir al fracaso del tratamiento por la susceptibilidad a la fractura vertical radicular. La fractura de los dientes tratados endodóticamente aumenta proporcionalmente con un aumento en la cantidad de extracción de dentina radicular, debido a su estrecho ancho mesiodistal, la presencia de concavidades radiculares mesiales profundas y especialmente al renombrado surco palatino en la raíz vestibular (Di Wu, y otros, 2020) (Sathorn, Palamara, Palamara, & Messer, 2005) (Ossareh, Rosentritt, & Kishen, 2018). Esta característica morfológica de gran importancia tiene una

prevalencia del 85.7% según Jun Li, mientras que según Lammertyn es del 83% y, por último, según Tamse del 97%. (Tamse, Katz, & Pilo , 2000) (Lammertyn, Rodrigo, Brunotto, & Crosa, 2009) (Jun Li , Ling, & Yihuai, 2013).

Se eligieron los sistemas rotatorios R-Motion y XP-Endo Shaper de la casa FKG, para la instrumentación de las muestras, puesto que su preparación mecánica provoca un conservador adelgazamiento de la dentina, exhibiendo un buen desempeño en la preparación del conducto radicular debido a sus características correspondientes (FKG, R-Motion, 2021) (FKG, XP-Endo Shaper, 2020).

Existen limitaciones inherentes en el diseño del presente estudio *in vitro*. Dado que estos dientes no fueron sometidos a fuerzas funcionales de la cavidad oral, no se puede estimar el impacto de los procedimientos intrarradiculares en la tasa de supervivencia del diente en boca. El uso de CBCT en un escenario clínico puede no siempre ser factible debido a la limitación en que el paciente acepte realizarse la tomografía. Este estudio se realizó en condiciones ideales. Sin embargo, para reforzar aún más los resultados del presente estudio, se puede aumentar la cantidad de muestras o evaluar otros dientes con variaciones morfológicas. Se puede optar por el uso de microCT en lugar de CBCT para tener una mayor precisión en los datos a obtener. Por lo tanto, este estudio abre perspectivas para futuras investigaciones.

## CONCLUSIONES

A partir de los resultados de este estudio, como de los objetivos planteados se presentan las siguientes conclusiones de la investigación:

El rango de seguridad de las raíces vestibulares de los primeros premolares superiores birradiculares, es semejante frente al desgaste de dentina por parte del sistema R-Motion como del sistema XP-Endo Shaper.

La cantidad de tejido remanente de dentina entre el surco palatino y el conducto radicular después de la instrumentación con los sistemas XP-Endo Shaper y R-Motion es similar.

El sistema R-Motion genera un mayor desgaste después de su respectiva instrumentación de los conductos radiculares. Sin embargo, no existe diferencia estadísticamente significativa al compararla con el sistema XP-Endo Shaper.

El espesor irregular en la cara palatina de las raíces vestibulares de los primeros premolares maxilares bifurcados con surcos de furca, debe considerarse durante el tratamiento endodóntico y protésico. Por lo que, se debe realizar una preparación mecánica conservadora, es decir se debe evitar limas con una alta conicidad. Además, se debe dar preferencia a la raíz palatina sobre la raíz vestibular para la colocación del poste en el caso de ser necesario.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar una investigación similar al presente estudio, con el uso de MicroCT con la ventaja de un registro 3D de todos los parámetros en el estudio, sin la necesidad de descoronar las muestras, y con un análisis preciso de los datos utilizando el software asociado con esta tecnología.

Así mismo, se recomienda ampliar los estudios utilizando un mayor número de piezas dentarias, conociendo la edad, el sexo y el desgaste según el tercio de la raíz, para determinar datos con mayor porcentaje de precisión y que tenga una gran relevancia para futuras investigaciones.

## REFERENCIAS

- Ahn, S., & Kim, H. (2016). Kinematic effects of nickel-titanium instruments with reciprocating or continuous rotation motion: A systematic review of in vitro studies. *Journal of Endodontics*, 42 (7), 1009-1017.
- Aksoy, Ç., Keriş, E., Yaman, H., Ocak, M., Geneci, F., & Çelik, H. (2019). Evaluation of XP-endo Shaper, Reciproc Blue, and ProTaper Universal NiTi Systems on Dentinal Microcrack Formation Using Micro-Computed Tomography. *Journal of Endodontics*, 45(3):338-342.
- Ali Abmad, I., & Abmad Alenezi, M. (2016). Root and Root Canal Morphology of Maxillary First Premolars: A Literature Review and Clinical Considerations. *Journal of Endodontics*, 1-12.
- Awawdeh, L. (2008). Root Form and Canal Morphology of Jordanian Maxillary First Premolars. *Journal of Endodontics*, 34 (8), 956-961.
- Aydin, Z., Keskin, N., & Ozyurek, T. (2018). Effect of Reciproc blue, XP-endo shaper, and WaveOne old instruments on dentinal microcrack formation: A micro-computed tomographic evaluation. *Wiley*, 1-5.
- Bal, S., Pare, S., Unnikrishnan, A., Shetty, D., Kumar, H., & Ragher, M. (2020). Detection of Dentinal Microcracks in Radicular Dentin after Shaping with XP-endo Shaper, Neoendo Flex Files, and Hero Shaper Using Scanning Electron Microscope: An In Vitro Study. *Journal of Pharmacy and BioAllied Sciences*, Vo.12, N.12, pg: 259-263.
- Belluci, C. (2002). A study on the thickness Of radicular dentine and cementum in anterior and premolar teeth. *International Endodontic Journal*, 35, 594-606.

Cohen. (2016). *Vías de la Pulpa*. Barcelona: Elsevier.

Di Wu, Dan-ging Hu, Bing-chang-Xin, De-gang Sun , Zhi-pu Ge, & Jing-yuan Su. (2020). Root canal morphology of maxillary and mandibular first premolars analyzed using cone-beam computed tomography in a Shandong Chinese population. *Medicine*, 15; 99 (20): e20116.

FKG. (10 de Julio de 2020). *XP-Endo Shaper*. Obtenido de <https://www.fkg.ch/xpendo/>

FKG. (29 de 04 de 2021). *FKG History*. Obtenido de <https://www.fkg.ch/about-us/history>

FKG. (3 de Marzo de 2021). *R-Motion*. Obtenido de <https://www.fkg.ch/products/endodontics/canal-shaping-and-cleaning/r-motion>

Gambarini, G. (2009). An initial investigation on torsional properties of nickeltitanium instruments produced with a new manufacturing method. *Australian Endodontic Journal*, 35,70-72.

Gavini, G., dos Santos, M., Caldeira, C., de Lima Machado, M., Freire, L., Iglecias, E., . . . Candeiro, G. (2018). Nickel–titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Critical Review Endodontic Therapy*, 32: 44-65.

Gher, M., & Vernino, A. (1980). Root morphology clinical significance in pathogenesis and treatment of periodontal disease. *J Am Dent Assoc*, 101: 627-33.

Harandi, a., Mohammadpour, F., Moudi, E., Ehsani, M., & Khafri, S. (2017). CBCT Assessment of Root Dentine Removal by Gates-Glidden Drills and Two Engine-Driven Root Preparation Systems. *Iran Endod J*, 12 (1): 29-33.

Herzl, C., & Tamse, A. (2018). Vertical Root Fracture in Buccal Roots of Bifurcated Maxillary Premolars from Condensation of Gutta-percha. *Journal of Endodontics*, 1-5.

- Jun Li , Ling, L., & Yihuai, P. (2013). Anatomic Study of the Buccal Root with Furcation Groove and Associated Root Canal Shape in Maxillary First Premolars by Using Micro-Computed Tomography . *Journal of Endodontics*, Vo.39 N.2, Pág: 265-268.
- Kartal, N., Ozcelik, B., & Cimilli, H. (1998). Root canal morphology of maxillary premolars. *Journal of Endodontics*, 24: 417-9.
- Katz, A. (2006). Residual Dentin Thickness in Bifurcated Maxillary Premolars After Root Canal and Dowel Space Preparation. *Journal of Endodontics*, 32 (3), 202-205.
- Lammertyn, P., Rodrigo, S., Brunotto, M., & Crosa, M. (2009). Furcation Groove of Maxillary First Premolar, Thickness and Dentin Structures. . *Journal of Endodontics*, (35), 814-817.
- Lee, J.-Y., Kwak, S., Ha, J.-H., Abu-Tahun, I., & Kim, H.-C. (2019). Mechanical Properties of Various Glide Path Preparation Nickel-titanium Rotary Instruments. *Journal of Endodontics*, 45 (2): 199-204.
- Maldonado, J. (2013). Rango de seguridad en raíces bucales de primeros premolares superiores después de instrumentación rotatoria con Mtwo y Twisted Files. *Universidad San Francisco de Quito*, 1-59.
- Mangal, S., Mathew, S., Murthy, S., Nagaraja, S., Dinesh, K., & Ramesh, P. (2018). Cone-beam computed tomographic evaluation of remaining dentin thickness in bifurcated roots of maxillary first premolars after rotary instrumentation and post space preparation: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 21 (1): 63-67.

- Munari, L., Bowles, W., & Fok, A. (2009). Relationship between Canal Enlargement and Fracture Load of Root Dentin Sections. *Dental Materials*, 35: 818-824.
- Nogueira, E., Leal, V., Goncalves, F., Siqueria, A., dos Santos, H., Moreira, D., & De-Deus, G. (2018). Cyclic and Torsional Fatigue Resistance of XP-endo Shaper and TRUShape Instruments. *Journal of Endodontics*, 168-172.
- Ossareh, A., Rosentritt, M., & Kishen, A. (2018). Biomechanical studies on the effect of iatrogenic dentin removal on vertical root fractures. *Journal of Conservative Dentistry*, 21 (3): 290-296.
- Perez, M., González, J., Olivieri, J., Abella, F., Jaramillo, D., & Durán, F. (2019). TRUShape Versus XP-endo Shaper: A Micro-computed Tomographic Assessment and Comparative Study of the Shaping Ability- An In Vitro Study. *Journal of Endodontics*, 1-6.
- Pilo, R., Shapenco, E., & Lewinstein, I. (2008). Residual dentin thickness in bifurcated maxillary first premolars after root canal and post space preparation with parallel-sided drills. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, Vo. 99 (4): 267-273.
- Pineda, F., & Kuttler, Y. (2000). Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7275 root canals. *Journal of Endodontics*, Vo.26, No.6, page: 359-363.
- Rosen, E. (2012). Medico Legal aspects of vertical root fractures in root filled teeth. *International Endodontic Journal*, 7-11.

- Sathorn, C., Palamara, J., Palamara, D., & Messer, H. (2005). Effect of root canal size and external root surface morphology on fracture susceptibility and pattern: a finite element analysis. *Journal of Endodontics*, 31 (4): 288-92.
- Shen, Y., Zhou, H., Zheng, Y., Peng, B., & Haapasalo, M. (2013). Current Challenges and Concepts of the Thermomechanical Treatment of Nickel-Titanium Instruments. *Journal of Endodontics*, Vo.39, N.2, pág: 163-172.
- Soares, & Goldberg. (2012). *Endodoncia Técnica y fundamentos*. Argentina: Panamericana.
- Tamse, A., Katz, A., & Pilo, R. (2000). Furcation Groove of Buccal Root of Maxillary First Premolars- A Morphometric Study. *Journal of Endodontics*, Vo-26, No.6, pag: 359-363.
- Torabinejad, M., & Walton, R. (2010). *Endodoncia Principios y Práctica*. España: Elsevier.
- Veloza, C., & Albuquerque, D. (2019). Microcomputed Tomography Studies of the Effectiveness of XP-endo Shaper in Root Canal Preparation: A Review of the Literature. *The Scientific World Journal*, 1-5.
- Vertucci, F., & Gegauff, A. (1979). Root canal morphology of the maxillary first premolar. *J Am Dent Assoc*, 99:194-8.

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo A: Certificado de Exención.....	71
Anexo B: Oficio de Enmienda y Renovación.....	73

## ANEXO A: CERTIFICADO DE EXENCIÓN



UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO - USFQ



### Certificado de exención

Nº. CE017.2021-P2021.066TPG  
Quito, 21 de abril de 2021

Doctora  
Daniela Carolina Alvarado Cabrera  
Investigadora Principal  
Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Ciudad

**Referencia:** Protocolo 2021-066TPG  
**Informe de evaluación:** IE01.E091.2021-CEISH-USFQ

De nuestra consideración:

El Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos de la Universidad San Francisco de Quito (CEISH-USFQ), notifica a usted que analizó la investigación que se describe a continuación:

DATOS DE LA INVESTIGACIÓN				
<b>Códigos USFQ</b>	CEISH: 2021-066TPG			
<b>Título de la Investigación</b>	Rango de seguridad en raíces vestibulares de primeros premolares superiores, posterior a la instrumentación rotatoria con Sistemas XP Endo Shaper y R-Motion: estudio in vitro, Ecuador 2021.			
<b>Tipo de estudio</b>	In vitro con muestras previamente recolectadas y anonimizadas.			
<b>Investigadores + afiliación institucional</b>	<b>Investigador</b>	<b>Institución</b>	<b>Rol en la investigación</b>	
	1_Daniela Carolina Alvarado Cabrera	Universidad San Francisco de Quito USFQ	Investigador principal	
	2_José Eduardo Maldonado Paredes		Directora de tesis	
	3 Galo Izquierdo		Estadístico	
<b>Lugar de implementación</b>	<b>Zona</b>	<b>Provincia</b>	<b>Ciudad</b>	<b>Centro de investigación</b>
	09	Pichincha	DMQ	Laboratorio de Odontología de la USFQ
<b>Duración del estudio</b>	cinco meses (junio a octubre 2021)			
<b>Breve resumen del estudio</b>	<p>Objetivo general: Determinar el rango de seguridad en las raíces vestibulares de los primeros premolares superiores birradiculares, posteriormente a ser instrumentados con sistemas rotativos XP-Endo Shaper y R-Motion mediante el análisis con tomografía computarizada Cone Beam.</p> <p>Universo: premolares superiores donados por profesionales odontólogos de diferentes consultorios odontológicos.</p> <p>Muestra: 10 premolares superiores</p> <p>Muestreo: por conveniencia por lo cual no se requiere cálculo de muestra.</p> <p>Metología: Las muestras serán divididas en dos grupos experimentales: G1 instrumentación con sistema XP-Endo Shaper y G2 instrumentación con sistema R-Motion</p>			



UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ



Este estudio se cataloga como “*exento*”, de acuerdo con las regulaciones internacionales que rigen las investigaciones en seres humanos.

El CEISH-USFQ otorga este certificado, toda vez que la investigación cumple con uno o más criterios elegibles para una exención:

Investigación con recopilación y/o análisis de datos anonimizados, obtenidos de registros existentes.	<input type="checkbox"/>
Investigación in-vitro, con piezas dentarias extraídas previamente, donadas voluntariamente y anonimizadas	<input checked="" type="checkbox"/>
Investigación con recopilación y/o análisis de datos disponibles públicamente.	<input type="checkbox"/>
Investigación con recolección de datos de manera anonimizada.	<input type="checkbox"/>
Investigación que evalúe anónimamente programas públicos o prácticas educativas.	<input type="checkbox"/>
Investigación que evalúe anónimamente el sabor y/o calidad de alimentos, o estudios de aceptación del consumidor.	<input type="checkbox"/>

Documentos que sustentan y que se utilizarán en la investigación	Versión	Fecha	# pgs
1 Protocolo de investigación	E01	20 abr 2021	08
2 Justificación de NO aplicación del formulario de consentimiento	E01	20 abr 2021	01
3 Instrumentos de investigación: Matriz para recolección de datos	E1	20 abr 2021	02

Este certificado tiene una vigencia de cinco meses, **desde el 01 de junio de 2021 hasta el 31 de octubre de 2021**, tomando en cuenta la fecha de inicio y el período de duración del estudio especificado en el Protocolo de investigación presentado (versión E01).

Esta certificación aplica solo para las actividades descritas en los documentos revisados según el informe de evaluación No. **IE01-E091.2021-CEISH-USFQ**. Cualquier modificación a los documentos antes aprobados debe ser notificada a este Comité, para un nuevo análisis y determinación del nivel de riesgo.

El CEISH-USFQ deslinda cualquier responsabilidad en cuanto a la veracidad de la información presentada.

Iván Sisa, MD, MPH, MS  
 Presidente CEISH-USFQ  
 Correo electrónico: [comitebioetica@usfq.edu.ec](mailto:comitebioetica@usfq.edu.ec)



Adjunto: Informe de evaluación del estudio  
 cc. Archivo digital del estudio  
 IS/ammt

## ANEXO B: OFICIO DE ENMIENDA Y RENOVACIÓN



UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ



Oficio No.142-2021-CAM1.R1-P21.066TPG-CEISH-USFQ  
Quito, 07 de septiembre de 2021

Doctora  
Daniela Carolina Alvarado Cabrera  
Investigadora principal  
Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Presente

**Asunto:** Aprobación de la enmienda 01 y renovación 01 al estudio  
**Referencia:** Protocolo 2021-066TPG

De nuestra consideración:

El Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos de la Universidad San Francisco de Quito (CEISH-USFQ), notifica a usted que, con informe **IM1.R1-178.2021-CEISH-USFQ**, evaluó las solicitudes de enmienda 01 y renovación 01 del estudio: **Rango de seguridad en raíces vestibulares de primeros molares superiores, posterior a la instrumentación rotatoria con Sistemas XPEndo Shaper y R-Motion: estudio in vitro, Ecuador 2021**, resolviendo aprobar:

1. Una extensión del estudio por dos meses adicionales, según la versión 02 del protocolo:

**Desde el 01 de noviembre de 2021 hasta el 31 de diciembre de 2021**

2. Las siguientes enmiendas:

# Enm	Fecha Solicitud	Documento	Idioma Versión	Fecha	Descripción de Enmienda
M1	24 ago 2021	Protocolo	E02	24 ago 2021	1. Cambio de fecha de término del estudio de 31 de octubre 2021 a 31 dic 2021. 2. Extensión de duración de 4 a 6 meses 3. Ajuste de cronograma acorde a nueva fecha de término.

Por lo anterior, los siguientes documentos se considerarán los últimos aprobados y en vigencia:

Última versión de documentos que quedan vigentes	Apro-bado	Idioma Versión	Fecha documento	# Pgs
1. Protocolo de investigación	M1	E02	24 ago 2021	11
2. Justificación de NO aplicación del formulario de consentimiento	CE	E01	20 abr 2021	01
3. Instrumentos de investigación: Matriz para recolección de datos	CE	E01	20 abr 2021	02

El CEISH-USFQ deslinda cualquier responsabilidad en cuanto a la veracidad de la información presentada.

Atentamente,

Iván Sisa, MD, MPH, MS  
Presidente CEISH-USFQ  
comitebioetica@usfq.edu.ec



Adjunto: Informe de evaluación de M1-R1  
cc. Archivo digital del estudio  
IS/ammt