



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Ciencias de la Salud**

**Comparación *in vitro* de la microfiltración coronal observada con  
ionómero de Vidrio Modificado con Resina, Vitrebond (3M ESPE) y  
Ionoseal (VOCO), en temporización dual tras el tratamiento  
endodóntico**

**Betty Pamela Barreno Naranjo**

**Johanna Monar Coloma, Dra.**

Tesis de grado presentada como requisito  
para la obtención del título de Odontólogo

Quito D.M., diciembre de 2014

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

**HOJA DE APROBACION DE TESIS**

**Comparación *in vitro* de la microfiltración coronal observada con  
Ionómero de Vidrio Modificado con Resina, Vitrebond (3M ESPE) y  
Ionoseal (VOCO), en temporización dual tras el tratamiento  
endodóntico**

**Betty Pamela Barreno Naranjo**

Johanna Monar, MPH.,  
Director de Tesis

.....

Dicson Andrade, Dr.,  
Miembro del Comité de Tesis

.....

José Maldonado, Dr.,  
Miembro del Comité de Tesis

.....

Ana Cristina Viteri, Dr.,  
Miembro del Comité de Tesis

.....

Fernando Sandoval, MSC.,  
Decano del Colegio de Odontología

.....

Quito D.M., diciembre de 2014

© DERECHOS DE AUTOR

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

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

Firma:

-----

Nombre: Betty Pamela Barreno Naranjo

C. I.: 172074579-1

Fecha: Quito, diciembre de 2014

## **DEDICATORIA**

A Dios por acompañarme siempre.  
A mis queridos padres,  
por ser el pilar de mi vida  
y el motivo de mi existencia

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco inmensamente a Dios por ser mi luz y guía para llegar a finalizar esta primera etapa.

A mis queridos padres por acompañarme en las mayores dificultades, ser mi apoyo incondicional y mi ejemplo a seguir. Por ser infaltables en los momentos más importantes de mi vida y brindarme todas las facilidades para completar esta meta.

A mis hermanos Michell y Marquito por su apoyo incondicional ante toda adversidad y ser parte indispensable para mi continuar.

A Patricio Sevilla Rienzi por ser mi motivación y caminar de mi mano.

A mis amigos, Gabriela Benalcázar, María Gracia Ortega, María José Jiménez y Bryan Medina, por alegrar cada día de este trayecto y demostrarme su sincera ayuda en toda necesidad.

A mis maestros por ser mi fuente de conocimiento.

## 1. Resumen

El tratamiento de endodoncia depende, en gran parte, de la calidad de la restauración temporal colocada entre citas. Se ha observado que ningún material ni técnica de obturación previenen por sí solos la penetración de fluidos, por lo que es de suma importancia el análisis continuo de las propiedades selladoras de distintos materiales. El presente estudio tuvo como finalidad comparar la microfiltración corono-apical de la técnica de temporización dual empleando Vitrebond (3M ESPE) y Ionoseal (VOCO) como base cavitaria junto con Coltosol (Coltene) como material temporal, simulando dos meses postratamiento. Los resultados indicaron que, bajo el marcador de azul de metileno y termociclos, los materiales presentan un comportamiento con alta significancia entre sí. En conclusión, el empleo de 2 mm de base de Vitrebond o Ionoseal en restauración combinada impide la filtración en el mismo grado y son una técnica recomendada para temporización.

**Palabras claves:** temporización, ionómero de vidrio modificado con resina, Vitrebond, Ionoseal, Coltosol, microfiltración

## 2. Abstract

Endodontics treatment depends greatly on the quality of the temporal restorations applied between appointments. It has been observed that no material or obturation technique alone prevents fluid penetration, which is why it is of the utmost importance the continuous analysis of the sealing properties of different materials. The present study had the purpose of comparing the coronal-apical microleakage of the dual-cure temporization technique with Vitrebond (3M ESPE) and Ionoseal (VOCO) as a cavity base together with Coltosol (Coltene) as a temporal material to simulate two-month post-treatment. The results show that under methylene blue and thermocycling, the materials present a highly significant behaviour among each other. In conclusion, the use of a 2mm base of Vitrebond or Ionoseal in combined restoration prevents leakage in the same degree and are recommended techniques for temporization.

**Key Words:** temporization, resin-modified glass ionomer, Vitrebond, Ionoseal, Coltosol, microleakage



## Tabla de contenido

1.	Resumen.....	7
2.	Abstract.....	8
3.	Introducción.....	11
4.	Objetivos .....	13
4.1.	Objetivo General .....	13
4.2.	Objetivos Específicos .....	13
5.	Hipótesis .....	14
6.	Marco teórico .....	15
6.1.	Dentina.....	15
6.2.	Tejido pulpar .....	16
6.2.1.	Enfermedad pulpar .....	16
6.2.1.1.	Cambios en pulpas inflamadas .....	18
6.2.1.2.	Tratamiento .....	19
7.	Restauraciones temporales.....	19
7.1.	Funciones de la restauración temporal .....	20
7.2.	Propiedades de material restaurador .....	21
8.	Cementos temporales .....	24
8.1.	Óxido de zinc: Coltosol (Coltene).....	24
8.2.	Ionómero de vidrio.....	25
8.2.1.	Ionómero de vidrio modificado con resina .....	28
8.2.1.1.	Vitrebond (3M ESPE) .....	29
8.2.1.2.	Ionoseal (VOCO).....	30
9.	Filtración marginal.....	30
10.	Instrumentos.....	32
10.1.	Calibrador de metal.....	32
11.	Metodología.....	34
12.	Resultados.....	47
13.	Discusión .....	52
14.	Conclusiones .....	61
15.	Recomendaciones .....	62
16.	Referencias .....	63

## Lista de figuras

### Tablas

Tabla 1. Materiales.....	35
Tabla 2. Instrumentos.....	36
Tabla 3. Distribución de grupos de estudio e identificación.....	43
Tabla 4. Registro de la microfiltración coronal .....	47
Tabla 5. Relación entre los distintos grupos de análisis y su significancia.....	50

### Ilustraciones

Ilustración 1. Calibrador de metal y sus partes .....	33
Ilustración 2. Promedio de microfiltración coronal .....	51

### Imágenes

Imagen 1. Limpieza de las muestras.....	37
Imagen 2. Acceso radicular .....	38
Imagen 3. Longitud de trabajo .....	39
Imagen 4. Sellado apical .....	39
Imagen 5. Preparación del conducto .....	40
Imagen 6. Grupo Vitrebond (3M ESPE) .....	41
Imagen 7. Grupo Ionoseal (VOCO) .....	42
Imagen 8. Colocación de Coltosol (Coltene) .....	43
Imagen 9. Dientes contenido en tubos falcon con saliva artificial.....	44
Imagen 10. Dientes en máquina de baño maría a 55°C.....	44
Imagen 11. Dientes en incubadora a 37°C.....	45
Imagen 12. Análisis de las muestras .....	46
Imagen 13. Espécimen del grupo experimental Ionoseal (VOCO) .....	48
Imagen 14. Espécimen del grupo experimental Vitrebond (EM ESPE) .....	49
Imagen 15. Espécimen del grupo control Coltosol (Coltene) .....	49

### 3. Introducción

El tratamiento de conductos tiene la finalidad de eliminar por completo la presencia de microorganismos y sus toxinas que son el factor etiológico de patología pulpar y periapical. Por ende, la salud periapical depende de un correcto y minucioso procedimiento que puede verse altamente amenazado por la nueva entrada de bacterias al conducto tratado. En conjunto, la endodoncia evita la pérdida del órgano dentario brindando una solución efectiva a cualquier causa de lesión dentaria.

Fathi et al (2007) mencionan que la microfiltración bacteriana se debe a la ausencia de sellado coronario por pérdida prematura de la restauración temporal o a una restauración definitiva inadecuada. Swanson y Madison (1987) determinaron que luego de tres días de exposición dentaria a saliva artificial se afectó alrededor del 85% de la porción radicular por ausencia de una adecuada restauración temporal. De esta forma, se concluye que el ingreso de microflora oral es la segunda causa del fracaso de la terapia y de la aparición de lesión periapical postratamiento (Naoum & Chandler, Temporization for endodontics, 2002). Debido a que ningún material ni técnica de obturación previenen por sí solos la penetración de bacterias es de suma importancia el correcto sellado coronal. Para este propósito, se ha sugerido la colocación de barreras intracoronarias en la cámara pulpar.

La colocación de material restaurador temporal en el acceso al conducto radicular permite aislarlo de la exposición continua a contaminantes de la cavidad oral. Es tal la necesidad de este procedimiento que Koagel et al (2008) mencionan que el sellado temporal es tan importante como la calidad de la técnica endodóntica.

Para que el material presente el sellado ideal debe permitir mínima o ninguna microfiltración, siendo efectivo en un ambiente húmedo.

De esta manera, se ha comprobado que la migración bacteriana y la actividad de las endotoxinas en el ápice radicular por exposición de la gutapercha a fluidos orales ocurren, como promedio, en 7 a 8 días. Sin embargo, este tiempo puede verse modificado con el empleo de *liners* o bases cavitarias de ionómero de vidrio que, con aproximadamente 1 mm de grosor, permite evitar la contaminación por 60 días (Maloney, McClanahan, & Goodell, 2005). Esto confirma la necesidad del empleo de un material provisional adecuado que mantenga un estado libre de infección hasta la colocación de una restauración coronaria definitiva sobre la obturación de los conductos.

Por todo lo antes mencionado, considero necesaria la realización de un estudio comparativo entre materiales de ionómero de vidrio de base cavitaria como medio de barrera intracoronaria frente a la filtración coronal, tras procesos de termociclaje y penetración de tinte.

## 4. Objetivos

### 4.1. Objetivo General

Determinar in vitro la capacidad de sellado de Vitrebond (3M ESPE) y de Ionoseal (VOCO), ambos materiales de ionómero de vidrio, como *liners* bajo material restaurador temporal Coltosol (Coltene), mediante la medición, con calibrador metálico, de la microfiltración producida tras ciclos de termociclaje y tinción con azul de metileno.

### 4.2. Objetivos Específicos

- Comparar la capacidad de materiales a base de ionómero de vidrio Vitrebond y de Ionoseal en prevenir la penetración en sentido corono-apical, de acuerdo al grado de penetración medido en cada caso.
- Determinar el grado de penetración en sentido corono-apical de los materiales Vitrebond y Ionoseal obtenido a 120 ciclos de termociclaje, semejante a dos meses pos-tratamiento, tiempo máximo recomendado para mantener un adecuado sellado del acceso radicular.
- Comparar la microfiltración coronal que permite el material Coltosol como único restaurador temporal frente a aquella obtenida con temporalización dual con Coltosol y material *liner* de ionómero de vidrio.

## 5. Hipótesis

El material de ionómero de vidrio de base cavitaria Vitrebond (3M ESPE) y Ionoseal (VOCO) manifiestan la misma capacidad de sellado frente a la microfiltración producida luego ciclos de termociclaje.

## 6. Marco teórico

### 6.1. Dentina

La dentina es un tejido conectivo mineralizado al que, autores como Tjaderhane et al (2012), lo han dividido en dos partes: extracelular y funcional. La dentina extracelular es el 70% del peso total del tejido dentinario y corresponde a la fase mineral rellena de cristales de hidroxiapatita y a la fase orgánica de matriz colágena tipo I. El componente funcional, por su parte, es el 20% del peso y está constituido por la predentina y los odontoblastos, las células formadoras del tejido.

En cuanto a la estructura de la dentina, el tejido está formado por túbulos dentinales y matriz intertubular, factores indispensables para propiedades mecánicas de absorción de fuerzas oclusales y de adhesión (Tjaderhane, Carrilho, Breschi, Tay, & Pashley, 2012). Los túbulos dentinales son cilindros rígidos cubiertos por dentina peritubular mineralizada que contienen a las prolongaciones citoplasmáticas de los odontoblastos (Perdigao, 2010). Estas estructuras irradian desde el borde de unión de la dentina-pulpa hacia el tejido pulpar, sin llegar a la unión dentina-esmalte y el cemento (Tjaderhane, Carrilho, Breschi, Tay, & Pashley, 2012). Su diámetro y cantidad es mayor cuando está cerca de la pulpa y disminuye mientras se aproxima al tejido del esmalte. De esta forma, la dentina profunda puede contener aproximadamente 25.300 a 32.000 túbulos por mm<sup>2</sup>, mientras que la dentina superficial posee alrededor de 13.700 a 16.500 por mm<sup>2</sup>. Cada túbulo dentinario está separado por dentina intertubular formada por fibras de colágeno y menor componente mineral(Perdigao, 2010).

## **6.2. Tejido pulpar**

La pulpa es un órgano formado por tejido conectivo con origen mesenquimatoso y que, en conjunto con la dentina, constituye la unidad funcional o *complejo dentino-pulpar*. Está compuesta por nervios, vasos, fibras de tejido conectivo, odontoblastos y células inmunocompetentes. No posee sistema colateral de drenaje, por lo que depende de pocas arteriolas y vénulas que ingresan por la raíz (Cohen & Burns, 2004).

Se encuentra rodeada de paredes dentinarias rígidas que conforman un medio no distensible y limitante frente al aumento de presión intrapulpar. Pese a su protección dentinaria y de esmalte, es un tejido sensible a estímulos térmicos. A lo largo de la vida, la pulpa se encarga de formar dentina como medio de compensación frente a la pérdida de tejido sano de esmalte o dentina (Cohen & Burns, 2004).

### **6.2.1. Enfermedad pulpar**

La afectación pulpar puede ser originada por distintos factores etiológicos. El más importante es la infección producida por bacterias anaerobias y gramnegativas que causan lesión pulpar por vía coronal, mediante caries o fracturas, o radicular, mediante bolsas periodontales. Otras causas no menos importantes son traumatismos, electrogalvanismo, radiaciones, toxicidad de materiales dentales y fisiológicas dadas por el envejecimiento (López Marcos, 2004).

Las lesiones cariosas son el medio de contaminación pulpar más común. La irritación del tejido pulpar ocurre incluso antes de que la agresión bacteriana llegue a cámara debido a la liberación de toxinas bacterianas, e incluso reacciona con



estímulos pequeños desde una fisura en el esmalte. Las bacterias avanzan rápidamente desde una lesión incipiente hasta la unión dentino-esmalte, a partir de la cual llegan, de manera lateral y difusa, hasta la cavidad pulpar. Es tal el avance clínico de la acción bacteriana que no es radiográficamente visible. De hecho, solo el 60% de las lesiones son visibles en el examen radiográfico. En la irritación inicial, es decir a 1.1 mm de la pulpa- cuando aún no se ve afectada por contacto directo con las bacterias, se observa formación de dentina terciaria y leve inflamación pulpar, en estadios más avanzados- a 0.5 mm de distancia de la pulpa- hay la presencia de células inflamatorias como linfocitos, macrófagos hasta llegar a la formación de exudado frente a lesiones cariosas extensas (Ingle, 2002).

La dentina actúa como barrera de acuerdo a su grosor y el grado de mineralización. Conforme la lesión avanza, la permeabilidad dentinaria disminuye dado que el estímulo nocivo induce la formación de dentina irritante como barrera de defensa. Las lesiones agudas incitan la calcificación del espacio pulpar mientras que las lesiones crónicas, al ser más tiempo de desarrollo, inducen a la formación de dentina esclerótica. Se observan, entonces, dos capas: la más superficial o infectada y una más interna o afectada, la misma que ha sido desmineralizada por los ácidos y toxinas bacterianas. Esto explica el porqué de la terapia de recubrimiento pulpar indirecto. Sin embargo, estudios posteriores han demostrado la presencia de bacterias en los túbulos dentinarios profundos, en donde el diagnóstico se define como pulpitis irreversible (Ingle, 2002).

No solo la actividad bacteriana está involucrada en la enfermedad pulpar, sino también, las propias defensas del organismo. La inflamación crónica de la pulpa está

mediada como respuesta a antígenos que llegan hasta la misma mediante los túbulos dentinarios. Se ha determinado que, inicialmente, las células inmunitarias predominantes son linfocitos T (CD8). Conforme hay mayor lesión, los linfocitos T CD4 se encuentran en mayor número junto con linfocitos B y células plasmáticas (Sattari, Haghghi, & Tamijani, 2009).

#### **6.2.1.1. Cambios en pulpas inflamadas**

La irritación continua puede causar calcificación y reabsorción.

- **Calcificación:** se manifiesta en forma de piedras pulpares o calcificación difusa. Es el medio de defensa frente a traumatismo, caries, enfermedad periodontal o la etiología que haya sido responsable de la pulpitis irreversible. Las fibras colágenas de los vasos sanguíneos y la formación de trombos son los elementos inductores de la calcificación. Así mismo, la formación de tejido duro en las paredes dentinarias causada por el reemplazo de odontoblastos agredidos. El proceso de calcificación se conoce como *metamorfosis*. Mientras continúe el estímulo, la calcificación progresa causando obliteración de los conductos y de la cámara pulpar. Clínicamente se puede observar una corona de color amarillento. Puede observarse un aumento de respuesta al estímulo de calor o por el contrario, mantenerse asintomático. Percusión y palpación no causan respuesta anormal (Walton & Torabinejad, 2002).
- **Reabsorción interna:** Al haber tejido inflamatorio pulpar se inicia la actividad dentinoclástica, es decir, hay reabsorción de las paredes dentinarias desde el centro de la cavidad pulpar hacia afuera. Generalmente no se manifiestan

síntomas, sin embargo, la corona puede observarse con puntos de color rosado cuando la reabsorción involucra cámara. Respuesta clínica normal ante estímulos térmicos. Radiográficamente se observa radiolucidez radicular. Pueden progresar y llegar a perforar el periodonto lateral por lo que el tratamiento de conductos es de suma urgencia (Walton & Torabinejad, 2002).

#### **6.2.1.2. Tratamiento**

La lesión pulpar puede ser tratada dependiendo de las condiciones y el grado de afectación que presente. En caso de que exista exposición pulpar mínima es recomendable realizar protección pulpar directa o pulpotomía, realizando períodos de monitoreo y confirmación de recuperación pulpar. En caso de que el diagnóstico determine inflamación irreversible, el tratamiento más adecuado es la endodoncia. La misma que tiene como finalidad eliminar el tejido contaminado, obteniendo una pieza dentaria funcional y asintomática (Swedish Council on Health Technology Assessment , 2012).

### **7. Restauraciones temporales**

Las restauraciones temporales son descritas, de acuerdo al Glosario de Términos Prostodónticos, como una prótesis interina fija o removible, dental o maxilofacial, diseñada para promover la estética, estabilización y función por un tiempo límite, después del cual debe ser sustituida por una restauración definitiva (Patras, Naka, Doukoudakis, & Pissiotis, 2012).

### **7.1. Funciones de la restauración temporal**

Las restauraciones provisionales tienen el objetivo de proteger y mantener la integridad de las estructuras orales, debido a que permiten la obtención de estética y función por un límite de tiempo corto. No solo son parte temporal de los tejidos orales, sino que actúan como medio auxiliar para el clínico tratante. Es así como las restauraciones temporales son un medio diagnóstico y de evaluación del tratamiento definitivo (Patras, Naka, Doukoudakis, & Pissiotis, 2012).

El tratamiento provisional permite, además, proteger la salud periapical y periodontal mediante la cicatrización guiada de los tejidos. Esto implica la prevención de la migración de tejido gingival, control oclusal y evaluación de la higiene (Patras, Naka, Doukoudakis, & Pissiotis, 2012).

Durante la endodoncia, la temporización es un tratamiento altamente importante dado que previene la filtración bacteriana y la consecuente infección de los canales radiculares. De esta forma, es posible alcanzar un estado de esterilidad previo a la colocación de la restauración definitiva (Naoum & Chandler, Temporization for endodontics , 2002). Estudios han reportado que la gutapercha, por sí sola, no limita el paso de fluidos ni bacterias a los tejidos periapicales, de ahí la importancia del control de microfiltración mediante una barrera temporal (Madarati, Watts, & Qualtrough, 2008). Además de evitar el ingreso bacteriano, las restauraciones temporales permiten proteger la estructura coronal debilitada, impidiendo fracturas y la consecuente pérdida dental (Pieper, Zanchi, Rodrigues-Junior, Moraes, Pontes, & Bueno, 2009).

## 7.2. Propiedades de material restaurador

El material restaurador temporal a ser empleado debe cumplir ciertos parámetros en base a las necesidades clínicas. De esta forma es necesario considerar las propiedades mecánicas, físicas y de manipulación, sin dejar de lado las más importantes como la biocompatibilidad y las complicaciones que su uso puede conllevar. De esta manera, las características de un material ideal son nula reacción irritante a tejidos circundantes, alta fuerza tensil, estabilidad dimensional, adecuada adaptación marginal, estética aceptable, facilidad de contorneado y reparación (Patras, Naka, Doukoudakis, & Pissiotis, 2012).

Además es necesario tener en consideración la capacidad de sellado del material. Debe impedir el ingreso de bacterias, fluidos y materiales orgánicos al interior de la estructura dentaria para evitar la contaminación dentinaria y radicular, importantes en el éxito del tratamiento. Así mismo, el material empleado debe ser de fácil colocación y remoción, criterios necesarios para casos de acceso complicado y ausencia de estructura dentaria suficiente. Es necesario recalcar que la aplicación defectuosa de restauraciones temporales es considerada la segunda causa del dolor posoperatorio (Naoum & Chandler, Temporization for endodontics , 2002)

Son diversos los materiales que se emplean como temporales. Dentro del mercado existen cementos de fosfato de zinc, policarboxilato, óxido de zinc, óxido de zinc eugenol, ionómero de vidrio.

Estudios realizados por Bobotis et al (1989) determinaron que el cemento de fosfato de zinc no muestra filtración significativa y su capacidad de sellado es similar

al de coronas intactas tras pruebas de filtración de fluidos. Sin embargo, análisis efectuados por Marosky et al (1977) indican que presenta capacidad de sellado inferior al cemento de óxido de zinc o sulfato de calcio (Naoum & Chandler, *Temporization for endodontics* , 2002). Estos resultados son apoyados por otro estudio más reciente, el mismo que señala que este material permite un mayor grado de filtración con respecto al ionómero de vidrio y óxido de zinc, durante 1, 2 y 4 semanas de someter las muestras a ciclos de termociclaje(Madarati, Watts, & Qualtrough, 2008).

Análisis efectuados por Mayer y Eichholz (1977) determinaron que los cementos de óxido de zinc eugenol presentan sellado marginal menos efectivo frente a cementos de óxido de zinc tras ciclos de termociclaje y carga mecánica (Naoum & Chandler, *Temporization for endodontics* , 2002). Dentro de las marcas comerciales, el IRM es un cemento temporal en base de óxido de zinc eugenol, reforzado con polimetil metacrilato para mejorar las fuerzas compresivas, resistencia a la abrasión y dureza. La presencia de eugenol permite obtener propiedades antibacterianas en caso de colonización bacteriana por filtración. Estudios realizados por Beach et al (1996) demostraron que IRM no presenta mayor diferencia en temporización durante tres semanas con respecto a Cavit (3M ESPE). Así mismo, a través del método de filtración de fluidos, en un estudio realizado por Anderson et al (1988), se determinó que IRM presenta similar capacidad de sellado que una corona intacta hasta 7 días más tarde tras ciclos de termociclaje.

Sin embargo, existen otros estudios en base a penetración de tintura y penetración bacteriana que señalan propiedades del IRM inferiores a las obtenidas

con cemento de óxido de zinc sin eugenol (Naoum & Chandler, *Temporization for endodontics*, 2002). Tal es el caso del estudio realizado por Madarati et al (2008) en donde el cemento IRM presentó la media más alta de microfiltración tras 4 semanas de termociclaje, con respecto al ionómero de vidrio, óxido de zinc y el fosfato de zinc.

Pese a la disparidad entre los estudios mencionados, Naoum y Chandler (2002) recomiendan el empleo de IRM como material restaurador dado que puede proveer buena resistencia a la penetración bacteriana, en especial cuando se emplean preparaciones con radio de 6:1 de polvo-líquido. Además, el óxido de zinc eugenol presenta muy bajo cambio dimensional y absorción de agua (Laustsen, Munksgaard, Reit, & Bjorndal, 2005).

En cuanto a los cementos de ionómero de vidrio, existen diversos estudios que han registrado una buena capacidad de sellado, al igual que otros que contradicen este punto. Tal es el caso del estudio realizado por Zaia y otros (2002) que menciona que el cemento Vidrion R (White Artigós Dentarios) a base de ionómero de vidrio manifestó el peor resultado como barrera de microfiltración coronal con respecto al Coltosol (Coltene) y el IRM (Dentsply). El empleo del IV se recomienda en casos que requieran temporización a largo plazo, ya sea frente a la necesidad de apexificación o como medio de reconstrucción interina de una pieza dentaria con muy poca estructura, lo que facilita el aislamiento absoluto (Naoum & Chandler, *Temporization for endodontics*, 2002).

En medio de todos los cementos mencionados, el de policarboxilato ha resultado ser el menos recomendado. Estudios realizados por Marosky et al (1977) determinaron que su capacidad de sellado es el menos deseado tras la comparación

con cementos en base de óxido de zinc (Naoum & Chandler, *Temporization for endodontics*, 2002).

Es necesario recalcar que los materiales provisionales deben cumplir con el requisito indispensable de tener poca influencia en la restauración definitiva. Es así como el empleo del cemento de óxido de zinc eugenol ha sido muchas veces evitado. El eugenol residual interviene en las propiedades físicas de la resina como disminución de la fuerza de unión e inestabilidad del color. Un estudio realizado por Hansen y Asmussen (1987) señala que los microespacios en la interfase restauración-diente aumentan en las cavidades que han llevado eugenol como componente del material temporal.

## **8. Cementos temporales**

### **8.1. Óxido de zinc: Coltosol (Coltene)**

El Coltosol (Coltene/Whaledent Inc.) es un cemento de fácil manipulación y remoción, no tóxico empleado para la obturación provisional de cavidades dentales. Está compuesto de 40% de óxido de zinc, sulfato de calcio hemihidratado (Laustsen, Munksgaard, Reit, & Bjorndal, 2005), tierra de diatomeas, fluoruro de Natrium y aroma de menta. Un estudio realizado por Pieper y otros (2009) determinó que el cemento temporal de óxido de zinc brinda alto sellado hermético por la expansión higroscópica que limita la filtración en la interfase. Así mismo, de acuerdo a Madarati, Watts, & Qualtrough (2008) el material ha demostrado tener similar capacidad de sellado marginal con respecto a los cementos de ionómero de vidrio.



Una de sus desventajas es la expansión por absorción de agua dado que, de acuerdo al fabricante, posee entre el 17 al 20% de expansión higroscópica. Esta característica hace que el material ejerza presión continua en contra de las paredes de la cavidad, dando como resultado la deflexión cuspídea, infracción coronal y fractura dentaria. De acuerdo a estudios, la distancia entre cúspides opuestas incrementa progresivamente entre los 0 a 20 días de haber colocado el material en medio acuoso (Laustsen, Munksgaard, Reit, & Bjorndal, 2005). Además, se ha observado que, pese a limitar la filtración a nivel de la interfase diente/restauración, el material da paso a filtración bacteriana a través de sí mismo, lo que podría conllevar la contaminación de los conductos (Pieper, Zanchi, Rodrigues-Junior, Moraes, Pontes, & Bueno, 2009). Es por ello que su empleo como cemento temporal se sugiere sea de no más de dos semanas (Zaia, y otros, 2002).

Su modo de uso lo describe detalladamente su casa comercial, siendo el siguiente el protocolo a seguir. Se debe humedecer la cavidad con agua, amasar el material y colocarlo con una espátula. El producto debe adaptarse minuciosamente a las paredes residuales mediante ligera presión y retirar los puntos altos de oclusión. Al entrar en contacto con fluidos, el cemento tarda de 20 a 30 minutos en endurecerse y se recomienda esperar de 2 a 3 horas para masticar. Para el retiro del material se recomienda usar ultrasonido o fresado y eliminar la pasta por partes (Coltene/Whaledent AG, 2014).

## **8.2. Ionómero de vidrio**

El ionómero de vidrio es un material resultante de una reacción ácido-base entre el ácido policarboxílico y el flúor-alumino-silicato en medio acuoso. En la actualidad, el producto ha sufrido modificaciones hasta convertirse en un cemento híbrido compuesto de polvo de flúor-alumino-silicato de calcio y solución acuosa de copolímeros de ácido acrílico y tartárico (De Bruyne & De Moor, 2004).

Se caracteriza por presentar alta resistencia al desgaste, fuerza flexural y limitar el desarrollo de lesiones cariosas tras la liberación de flúor (De Bruyne & De Moor, 2004).

Es considerado un material restaurador altamente adecuado por presentar coeficiente de expansión térmica similar a la dentina y esmalte (García Pereira, Pessutti Nunes, Palma Dibb, Powers, Roulet, & De Lima Navarro, 2002), baja o nula reacción exotérmica y contracción al ser colocado, formar un material duro tras la polimerización y unirse químicamente a la estructura dentaria, asegurando un correcto sellado marginal (Pieper, Zanchi, Rodrigues-Junior, Moraes, Pontes, & Bueno, 2009) e incrementando la resistencia dentaria (De Bruyne & De Moor, 2004). Sin embargo, sus propiedades adhesivas lo hacen dependiente de la manipulación del operador. De esta forma, la presencia de smearlayer y la colocación de capas amplias que conllevan a la contracción son factores que intervienen en el correcto desenvolvimiento del material (Madarati, Watts, & Qualtrough, 2008).

Otra de sus propiedades importantes es el efecto antimicrobiano. No se conoce exactamente el mecanismo por el cual se limita la proliferación bacteriana, pero se atribuye a la liberación de flúor junto con la acidez propia de sus

componentes y la presencia de zinc, compuesto con fuerte actividad antimicrobiana(De Bruyne & De Moor, 2004).

El ionómero de vidrio es el único material que se adhiere por sí solo al tejido dental mineralizado, es decir, no requiere de acondicionamiento ácido ni el empleo de sistema adhesivo. El medio por el cual ocurre la adhesión al sustrato dentinario se conoce como un mecanismo dual: mecánico y químico(Carvalho, Tjaderhane, Manso, Carrilho, & Carvalho, 2012).

En primera instancia, el ácido polialquenoico remueve el barrillo dentinario presente en los túbulos y, a su vez, expone fibras de colágeno. Los demás componentes que constituyen el material penetran y se difunden a lo largo del espacio obtenido, creando microretenciones e hibridación (Carvalho, Tjaderhane, Manso, Carrilho, & Carvalho, 2012). Tras la formación de la unión mecánica, la adhesión química se produce gracias una interacción iónica entre los grupos carboxilo del ácido polialquenoico y los iones de calcio de la hidroxiapatita de la dentina y el esmalte. Al estar compuesto por moléculas polares, el material puede liberar iones e introducirlos en la estructura dentaria, siendo estos iones de flúor que dan lugar a la remineralización y prevención de lesiones cariosas(Rodríguez, Rozas Ferrara, Campos Sánchez, Alaminos, Uribe Echeverría, & Campos, 2013).

En cuanto a sus aplicaciones en el campo de la endodoncia, el ionómero de vidrio ha sido empleado tanto en la endodoncia convencional como quirúrgica. El primero en emplearlo como cemento de canal fue Pitt Ford en el año 1979, para luego obtener modificaciones, por parte de Stewart en 1990, quien adicionó el sulfato de bario para incrementar la radiopacidad. Un año después, Ray y Seltzer

desarrollaron una fórmula con la capacidad de adherirse químicamente a las paredes dentinarias. Con los avances obtenidos y las propiedades ya descritas, el material ha sido empleado como cemento de conductos radiculares, en reparación de perforaciones y reabsorciones radiculares, unión de segmentos radiculares fracturados y como sellador de la entrada de los conductos (De Bruyne & De Moor, 2004).

En el campo quirúrgico, se ha descrito que el ionómero de vidrio contribuye a la mineralización ósea mediante la liberación de flúor, permite obtener baja irritación de los tejidos perirradiculares por su mínima citotoxicidad y contribuye con su efecto antimicrobiano. Se han obtenido buenos resultados de reparación dado que el alto grado de biocompatibilidad del material permite incluso reinserción del ligamento periodontal (De Bruyne & De Moor, 2004).

### **8.2.1. Ionómero de vidrio modificado con resina**

Los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina se diferencian de los cementos convencionales en contener un 10% de HEMA (2-hidroxietilmetacrilato). Se caracterizan por presentar algunas ventajas, dentro de las cuales se mencionan una mejor resistencia a la contaminación por humedad, mínima filtración y superior unión al sustrato dentinario (Yengopal & Mickenautsch, 2011).

Estas propiedades se atribuyen a la unión química del componente resinoso de las cadenas polialquenoicas junto con el hidrogel polimérico. Además, la adición del monómero resinoso HEMA permite la obtención de un material menos frágil que, a su vez, produce mejor humectación dentinaria para facilitar la formación de la capa híbrida. Lo que conlleva a la obtención de mejores fuerzas de unión con el diente

(García Pereira, Pessutti Nunes, Palma Dibb, Powers, Roulet, & De Lima Navarro, 2002).

Dentro de los nombres comerciales de los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina se encuentran Vitrebond (3M ESPE) y Ionoseal (VOCO).

#### **8.2.1.1. Vitrebond (3M ESPE)**

Vitrebond liner o material base es un ionómero de vidrio modificado con resina de curación dual. Está compuesto por dos partes: polvo y líquido. El polvo está formado por fluor-alumino-silicato de vidrio sensible a la luz. El líquido, por su parte, contiene ácido poliacrílico, HEMA, agua y fotoactivador, y es también fotosensible. Al mezclar ambas partes empieza la reacción ácido base, en donde los iones de vidrio reaccionan con los grupos carboxílicos y forman un mecanismo quelante, el cual continúa por un largo periodo de tiempo liberando iones de flúor (3M ESPE. Dental Products, 2012).

El Vitrebond es empleado para el sellado dentinario, protección térmica y refuerzo de la estructura dentaria. Estas funciones se obtienen gracias la adhesión química, liberación de flúor, difusión del calor y la mejora de retención y resistencia de la restauración definitiva (3M ESPE. Dental Products, 2012). Además, tiene efecto antimicrobiano por su bajo pH junto con la presencia de componentes formados en el proceso de polimerización: bromo bencina y yodo bencina (De Bruyne & De Moor, 2004).

Está indicado como material base de composite, amalgama, cerámica o restauraciones metálicas; más no se recomienda su uso para protección pulpar

directa. Permite un tiempo de trabajo total de 2 minutos y 40 segundos a temperatura ambiente, con un tiempo de mezcla de 10 a 15 segundos (3M ESPE. Dental Products, 2012).

#### **8.2.1.2. Ionoseal (VOCO)**

Ionoseal es un ionómero de vidrio modificado con resina empleado como liner/base de materiales restauradores como amalgama, cerámica o composite. Se caracteriza por su mejora en la viscosidad, la cual ha permitido obtenerlo en presentación de jeringa. Manteniendo las propiedades de alta fuerza comprensiva y transversa, permite colocar precisamente la cantidad necesaria en la cavidad. Dentro de sus indicaciones están, además de liner, sellador de fosas fisuras extensas y tratamiento de lesiones cariosas. Su modo de empleo es sumamente sencillo: se coloca el material en el piso de la cavidad con un grosor de aproximadamente 2 mm y se fotocura por 20 segundos (VOCO GmbH, s.f.).

### **9. Filtración marginal**

La filtración marginal ocurre principalmente por la falta de una correcta adhesión entre el tejido y el material empleado. La adhesión se ve altamente amenazada por algunos factores como son el retiro inadecuado de la capa de barrillo dentinario, la edad del paciente, la ubicación del tejido y el tratamiento químico que se ha realizado sobre la dentina (Carvalho, Tjaderhane, Manso, Carrilho, & Carvalho, 2012).

El barrillo dentinario se forma tras el corte del tejido dental y está compuesto de partículas de hidroxiapatita, fibras colágenas desnaturalizadas y bacterias. Se produce en una cantidad de aproximadamente 0.5 a 2 micrones que taponan los túbulos dentinarios, reduciendo la superficie libre para la adhesión (Carvalho, Tjaderhane, Manso, Carrilho, & Carvalho, 2012).

La edad del paciente es otro factor influenciado en la adhesión. En dientes adultos, la estructura y las propiedades de la dentina cambian mediante fenómenos de esclerosis y acumulo de depósitos minerales. Estos disminuyen el diámetro de los túbulos y así, la permeabilidad del tejido (Carvalho, Tjaderhane, Manso, Carrilho, & Carvalho, 2012).

La ubicación de la dentina y sus componentes a lo largo del diente pueden ser un factor influenciado en el grado de adhesividad que se obtiene. Los túbulos contienen mayor cantidad de agua cuando se aproximan más al tejido pulpar, lo que resulta en una disminución de fuerzas adhesivas en la dentina profunda. Además, el tejido próximo al complejo pulpar presenta menos dentina intertubular orgánica y con ello, menor superficie para formación de la capa híbrida. De esta manera, la dentina profunda tiene un potencial de adhesión menor que la dentina superficial en un 30 a 50%(Carvalho, Tjaderhane, Manso, Carrilho, & Carvalho, 2012).

El tratamiento químico efectuado sobre el tejido dentinario es también de suma consideración. Durante el protocolo endodóntico se emplean soluciones químicas como el hipoclorito de sodio, un agente proteolítico no específico que se caracteriza por ser antibacteriano y remover tejido orgánico, junto con iones de carbono y de magnesio. La disolución del componente mineral del sustrato dentinario

reduce las propiedades mecánicas del mismo. Además, el efecto oxidativo del hipoclorito de sodio conlleva a la liberación de radicales libres que interfieren en la formación de la capa híbrida e impide una correcta polimerización del material colocado sobre el tejido (Carvalho, Tjaderhane, Manso, Carrilho, & Carvalho, 2012).

Además de los puntos ya mencionados, la filtración coronal puede ser resultado de un inadecuado grosor o cantidad del material sellador, presencia de microespacios en la obturación de los conductos y fuerzas masticatorias intensas. Sin dejar de lado el cambio brusco de temperatura a la que es sometida la cavidad oral, la misma que produce cambios de expansión del material y de la dentina. La ausencia de sellado ocurre por la diferencia existente entre el coeficiente de expansión térmica de los materiales selladores y de la dentina, lo que provoca interfase entre ambos estratos (Zaia, y otros, 2002).

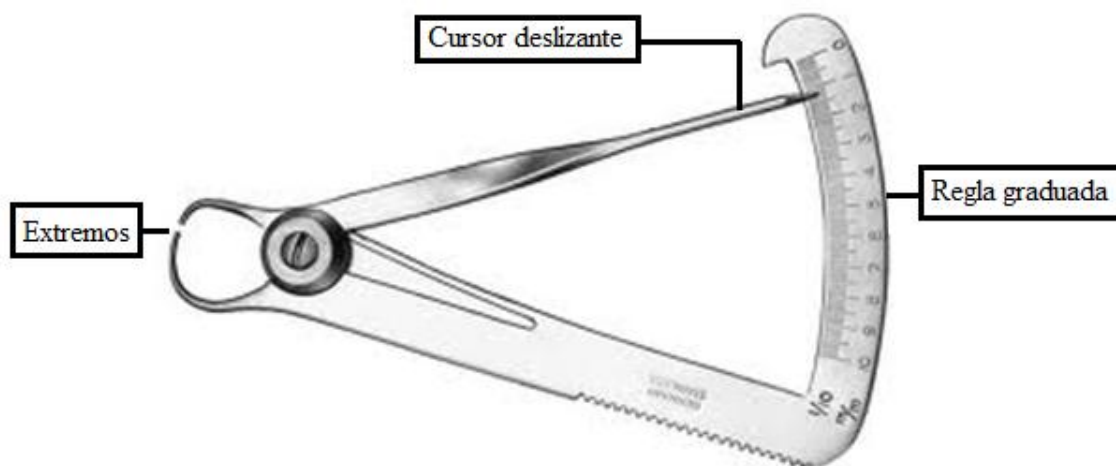
## **10. Instrumentos**

### **10.1. Calibrador de metal**

De acuerdo al diccionario de Prótesis Dental de Madrid, el calibrador de metal, también denominado *calibre*, es una herramienta empleada para la medición de grosor de materiales en milímetros y décimas de milímetros (Colegio Profesional de Protésicos Dentales de la Comunidad de Madrid, 2000). Es considerado un instrumento tipo vernier que permite obtener varias dimensiones en el campo dental, como son el grosor de láminas metálicas o de cera en prótesis (Miller, 1975).



El calibre o vernier consiste en una regla graduada con precisión que está conformada por dos extremos (1) y un indicador o cursor deslizante, ubicado sobre la regla, que continúa a uno de los extremos (2). El cursor indica la distancia existente entre las superficies que contactan los extremos (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, 2010).



**Ilustración 1.** Calibrador de metal y sus partes (<http://www.sanhigia.com>)

## **11. Metodología**

### **Tipo de estudio**

Se realizó un estudio experimental *in vitro* comparativo en el que se contrastó el comportamiento de dos grupos de dientes bovinos sellados con diferentes materiales de ionómero de vidrio Vitrebond (3M ESPE) y Ionoseal (VOCO) como base cavitaria y Coltosol (Coltene) como material restaurador común en ambos grupos, tras haber sido sometidos a tratamiento de endodoncia y ciclos de termociclado.

### **Muestras**

Las muestras empleadas fueron 22 dientes incisivos bovinos, con los siguientes criterios:

#### *Criterios de inclusión*

- Dientes bovinos frescos uni-radiculares
- Sin lesiones cariosas
- Coronas intactas
- Ápices cerrados

#### *Criterios de exclusión*

- Ápices abiertos
- Dientes con restauraciones previas
- Multi-radiculares

## Materiales e instrumentos

Los materiales empleados se describen a continuación:

Propósito	Descripción
<b>Desinfección</b>	Savlon (Liravlon)
	Alcohol antiséptico (FarmaNova)
<b>Sellado apical</b>	Resina Filtek Z250 XT (3M ESPE)
	Ácido ortofosfórico 35% Scotchbond (3M ESPE)
	Sistema adhesivo Single Bond 2 (3M ESPE)
<b>Tratamiento endodóntico</b>	Hipoclorito de Sodio al 5% (Clorox)
	EDTA 17% (Eufar)
	Gutapercha (Meta)
<b>A ser estudiado</b>	Cemento SealApex (SybronEndo)
	Vitrebond (3M ESPE): base y catalizador
	Ionoseal (VOCO): jeringa
	Coltosol (Coltene)
<b>Ciclos de termociclaje</b>	Saliva artificial (Salivsol, Lamosan)
	Azul de metileno (Casa de los químicos)

**Tabla 1.** Materiales

Los instrumentos empleados se describen a continuación:

Propósito	Descripción
-----------	-------------

<b>Desinfección</b>	Hoja de bisturí # 15 (Nipro)
	Mango de bisturí # 9 (S.S Medident)
<b>Tratamiento endodóntico</b>	Turbina (NSK)
	Fresas de diamante redondas, grano grueso y tamaño mediano (Zhengzhou)
	Fresas EndoZ (Dentsply, Maillefer)
	Cuchareta (Dentsply, Maillefer)
	Explorado de conductos DG-16 (Denstply, Maillefer)
	Limas K primera serie de 31 mm (Dentsply, Maillefer)
	Limas K segunda serie de 31 mm (Dentsply, Maillefer)
	Jeringa 5 ml (Nipro)
	Condensador lateral A (Dentsply, Maillefer)
	Condensador vertical (Gena)
	Lámpara de alcohol
<b>Restauración temporal</b>	Espátula de mezcla (Gena)
	Gutaperchero (Gena)
	Lámpara de luz halógena (Denjoy)
<b>Obtención y análisis de muestras</b>	Micromotor y pieza recta (NSK)
	Discos de carburo
	Calibrador de metal (Gena)
	Microscopio compuesto

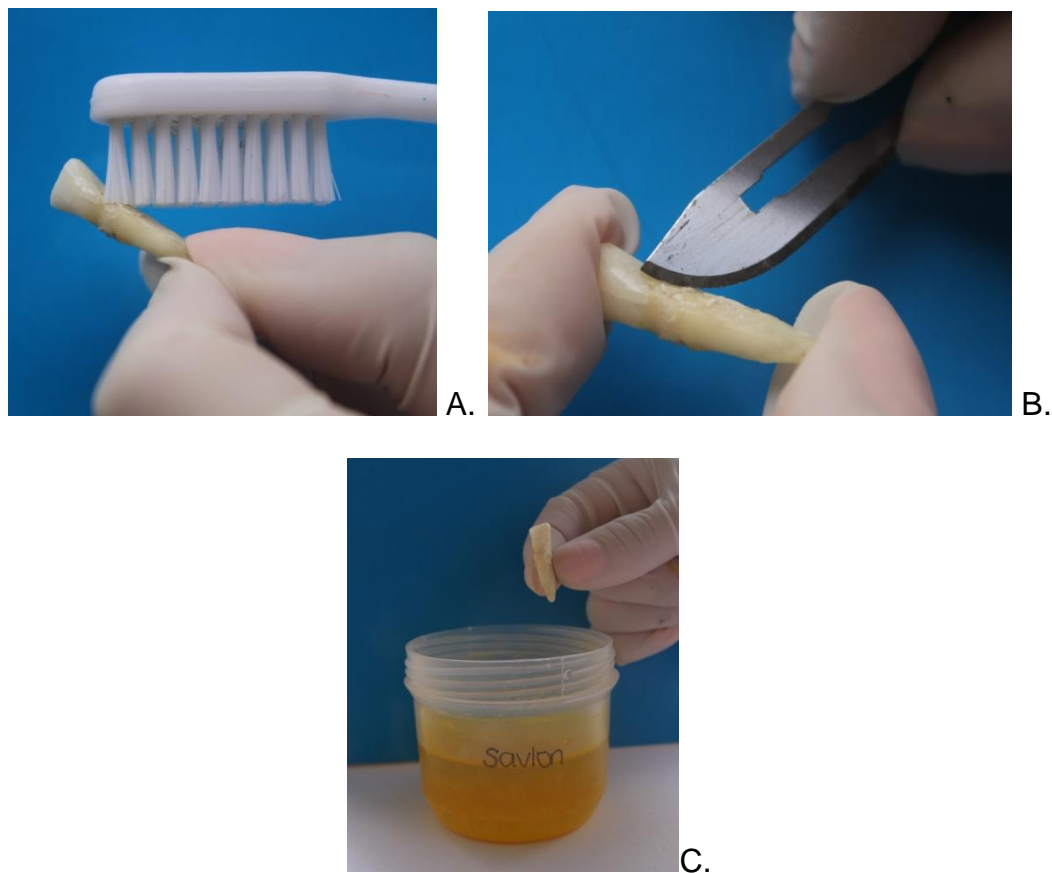
**Tabla 2.** Instrumentos

## Procedimiento

### 1. Limpieza y medio de conservación

Para realizar el estudio *in vitro* se emplearon 22 dientes bovinos: 18 para el grupo experimental y 4 para el grupo de control.

Inicialmente, los dientes se limpiaron con cepillo y alcohol. Se retiraron tejidos blandos remanentes con ayuda de un bisturí y se almacenaron en savlon por dos días.



**Imagen 1.** Limpieza de las muestras. **A.** Cepillado **B.** Retiro de tejidos blandos **C.**

Desinfección en savlon

## 2. Preparación coronaria

Para estandarizar las cavidades de acceso se empleó una plantilla de acetato, con la que se marcaron las dimensiones de 3 mm x 4 mm en la superficie oclusal. El acceso radicular se efectuó con turbina de alta velocidad, fresas de diamante redondas de tamaño mediano- grano grueso y fresas Endo Z para el alisado de paredes. El tejido orgánico presente en la cámara pulpar se retiró con cuchareta y el conducto fue localizado mediante el DG-16.



**Imagen 2.** Acceso radicular. **A.** Plantilla de acetato **B.** Empleo de fresa redonda y Endo Z **C.** Localización de conducto con DG-16

### 3. Preparación radicular

#### 3.1. Toma de longitud de trabajo

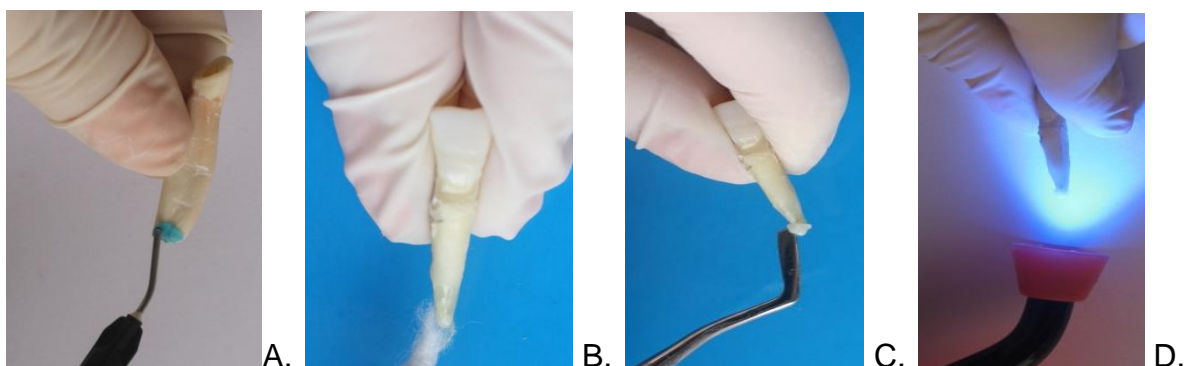
Tras la localización del conducto se tomó como longitud de trabajo 1 mm menos del límite del foramen apical observado tras introducir una lima K #10 inicial. Una vez registradas todas las longitudes de preparación, se procedió a realizar el sellado apical.



**Imagen 3.** Longitud de trabajo a 1 mm inferior a límite de foramen apical

### 3.2. Sellado apical

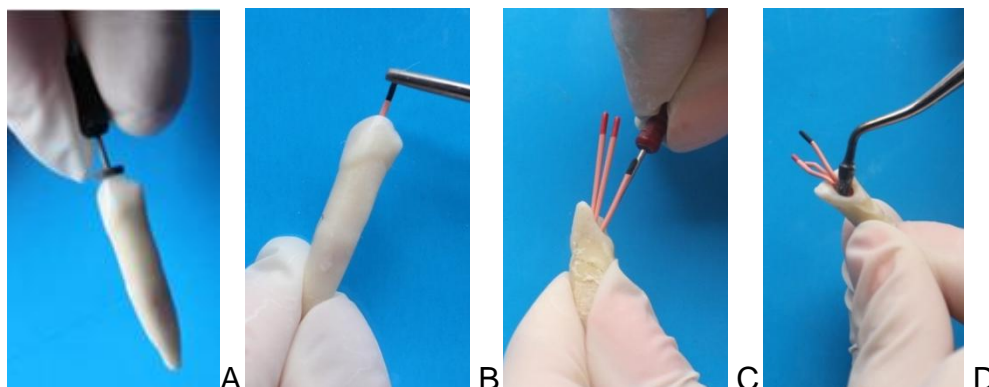
A nivel apical, se realizó acondicionamiento con ácido ortofosfórico al 35% por 15 segundos, se lavó con abundante agua por 30 segundos y se secó la superficie con aire. Se colocó el sistema adhesivo en dos capas con fotopolimerización de 10 segundos entre cada una. Finalmente, se colocó la resina y se polimerizó por 20 segundos.



**Imagen 4.** Sellado apical. **A.** Colocación de ácido fosfórico **B.** Sistema adhesivo **C.** Resina **D.** Fotopolimerización

### 3.3. Instrumentación radicular

Se empleó la técnica ápico-coronal con limas K manuales, manteniendo como lima maestra la #40. La irrigación con 1 mL de hipoclorito de sodio se realizó tras la instrumentación con cada lima. Al terminar la técnica, se realizó el protocolo de irrigación de 10 ml de hipoclorito de sodio, suero fisiológico y EDTA 17% por 1 minuto. El conducto se secó con conos de papel #40 y se obturó con cono maestro de gutapercha # 40 y conos accesorios con técnica de condensación lateral. A continuación se cortaron los penachos de gutapercha a la entrada de cada conducto con condensador vertical y calor.



**Imagen 5.** Preparación del conducto. **A.** Lima maestra #40 **B.** Cono maestro #40 **C.** **D.** Obturación

### 4. División de grupos experimentales y de trabajo

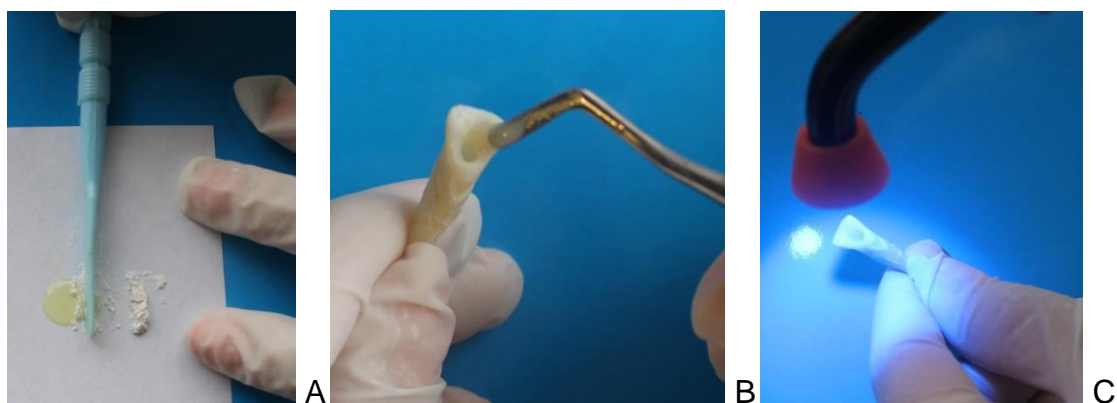
Tras la eliminación del exceso de gutapercha de la cámara pulpar, los dientes fueron seleccionados de manera aleatoria para los grupos de análisis. Se los identificó con



los colores celeste (Vitrebond), verde (Ionoseal) y gris (Coltosol). Se marcó dentro de la cavidad los 2 mm destinados a ser ocupados por ionómero de vidrio, con una sonda periodontal.

#### 4.1. Grupo experimental # 1 (Vitrebond, celeste)

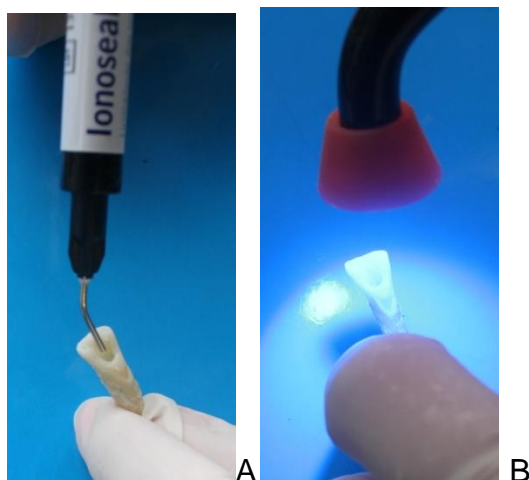
Se colocó 2 mm de base cavitaria Vitrebond de acuerdo a las instrucciones del fabricante en los 9 dientes escogidos aleatoriamente. Para ello, se colocó una cuchara dispensadora de polvo con una gota de líquido, obteniendo un ratio de mezcla de 1.4/1.0. Se mezcló con una espátula, llevando el polvo hacia el líquido, en un área de 2.5 cm en el papel de mezcla, hasta obtener una preparación lisa y brillante. Se colocó el material sobre la superficie dentaria sin agua ni saliva en un grosor de 2 mm. Se sometió a luz por 30 segundos (3M ESPE. Dental Products, 2012). En la cavidad restante, se colocó Coltosol como restauración temporal.



**Imagen 6.** Grupo Vitrebond (3M ESPE). **A.** Mezcla del producto **B.** Colocación en la cavidad **C.** Fotopolimerización

#### 4.2. Grupo experimental # 2 (Ionoseal, verde)

Se colocó Ionoseal, en presentación de jeringa, directamente sobre el piso de la cavidad con un grosor de 2 mm y se fotocuró por 20 segundos (VOCO GmbH, s.f.). En la cavidad restante, se colocó Coltosol como restauración temporal.



**Imagen 7.** Grupo Ionoseal (VOCO). **A.** Colocación en la cavidad **B.**

Fotopolimerización

#### 4.3. Grupo control (Coltosol, gris)

Se colocó el material Coltosol cubriendo toda la cavidad de acceso y se compactó con bolita de algodón humedecida en alcohol.



**Imagen 8.** Colocación de Coltoso (Coltene)

<b>Tipo</b>	<b>Grupo</b>	<b>Base cavitaria/ Cemento temporal</b>	<b># Dientes</b>	<b>Ciclos de baño maría, refrigeración e incubación</b>	<b>Color de identificación</b>
<b>Experimental</b>	1	Vitrebond (3M ESPE)	9	120	Celeste
	2	Ionoseal (VOCO)	9	120	Verde
<b>Control</b>	3	Coltoso (Coltene)	4	120	Gris

**Tabla 3.** Distribución de grupos de estudio e identificación

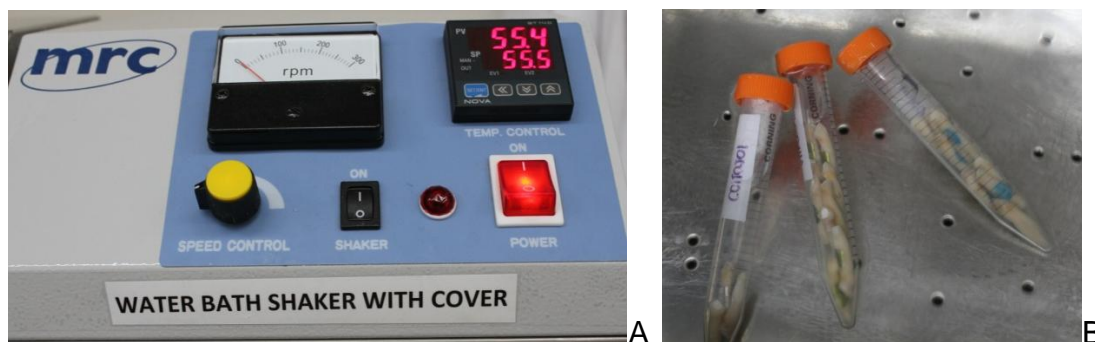
## 5. Manejo de las muestras

Los dientes endodonciados se almacenaron en tubos falcon de 15 ml cubiertos totalmente con saliva artificial y fueron colocados bajo refrigeración a 5°C, manteniendo 100% de humedad por 48 horas para asegurar el correcto asentamiento de los materiales (Zmener, Benegas, & Pameijer, 2004).

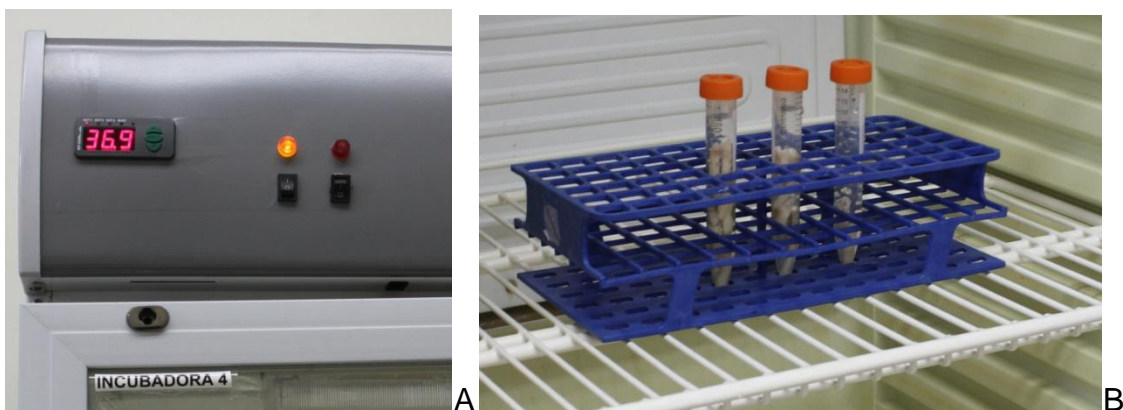


**Imagen 9.** Dientes contenido en tubos falcon con saliva artificial

Luego, las muestras contenidas en los tubos fueron sometidas a 120 ciclos de termociclaje. Cada ciclo y exposición térmica consistió en baño maría a 55°C, colocación en incubadora a 37°C y refrigeración a 5°C, con una duración de 2 minutos cada exposición y con intervalo de 10 segundos entre cada una. El número de ciclos es una aproximación a 2 cambios de temperatura en boca del paciente por 60 días, siendo los grados mencionados, los extremos de temperaturas a los que la cavidad oral puede ser sometida (Swanson & Madison, 1987).



**Imagen 10. A-B** Dientes en máquina de baño maría a 55°C



**Imagen 11. A-B Dientes en incubadora a 37°C**

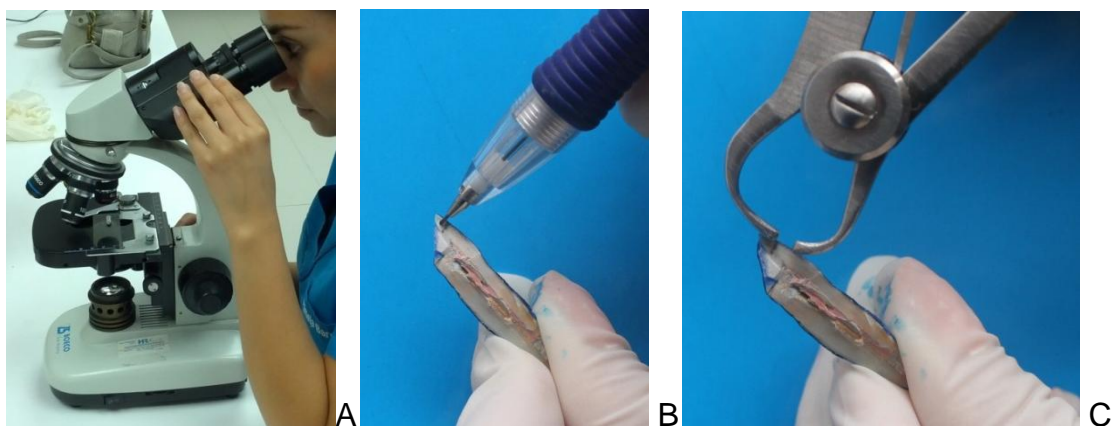
Los especímenes fueron cubiertos con dos capas de esmalte de uñas alrededor de toda la superficie dentaria, exceptuando 2 mm perimetrales a la unión restauración Coltosol- diente. Posteriormente, fueron sumergidos en azul de metileno al 1% a 37°C, en una incubadora, durante 24 horas (Swanson & Madison, 1987).

Al retirar los dientes del tinturante, se los lavó con abundante agua y se los secó minuciosamente. Luego, fueron seccionados con corte longitudinal en sentido vestíbulo-lingual con micromotor, disco de carburo y refrigeración. Los segmentos fueron enumerados para su correcta manipulación (Maloney, McClanahan, & Goodell, 2005).

## **6. Análisis de las muestras**

Cada segmento obtenido fue analizado con ayuda de microscopio compuesto a una magnificación de 4x. El límite de la filtración observada en vestibular y lingual, y el espesor del material Coltosol fueron marcados con lapicero y medido, en milímetros, con calibrador de metal. Las mediciones respectivas fueron realizadas por dos

observadores sin conocimiento del estudio y las medidas definitivas se obtuvieron por promedio. Todos los datos fueron correctamente tabulados para analizarlos mediante el modelo estadístico ANOVA.



**Imagen 12.** Análisis de las muestras. **A.** Empleo de microscopio compuesto  
**B.** Delimitación de la filtración con lapicero **C.** Medición con calibrador de metal

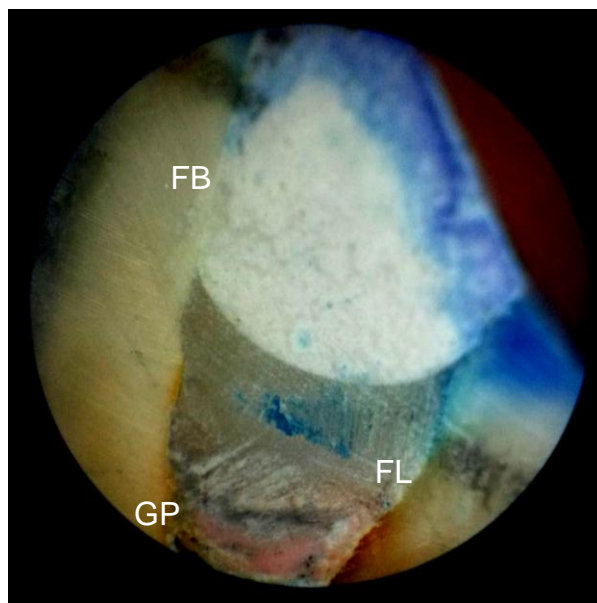
## 12. Resultados

La tabla 4 muestra el registro de datos obtenidos tras la visualización, a magnificación 4x con microscopio compuesto, de las muestras de los grupos experimentales Vitrebond y Ionoseal, y del grupo control Coltosol.

Muestra	Vitrebond (3M ESPE)		Ionoseal (VOCO)		Control Coltosol(Coltene)	
	Bucal (mm)	Lingual (mm)	Bucal (mm)	Lingual (mm)	Bucal (mm)	Lingual (mm)
	<b>1</b>	2,3	1,1	1,7	2,1	2,2
<b>2</b>	2,9	2	1,8	1,8	2,6	2,2
<b>3</b>	1,5	2,1	1,8	1,4	1,8	1,5
<b>4</b>	1,5	1,8	2,6	1,8	2,3	1,4
<b>5</b>	1,5	2	2,3	1,3	--	--
<b>6</b>	2,1	1,3	1,6	1,8	--	--
<b>7</b>	2,1	2,1	1,9	1,8	--	--
<b>8</b>	1,5	1,7	1,6	1,9	--	--
<b>9</b>	0,8	1,7	1,2	2,4	--	--
<b>Promedio</b>	<b>1,8</b>	<b>1,76</b>	<b>1,83</b>	<b>1,81</b>	<b>2,23</b>	<b>2,05</b>

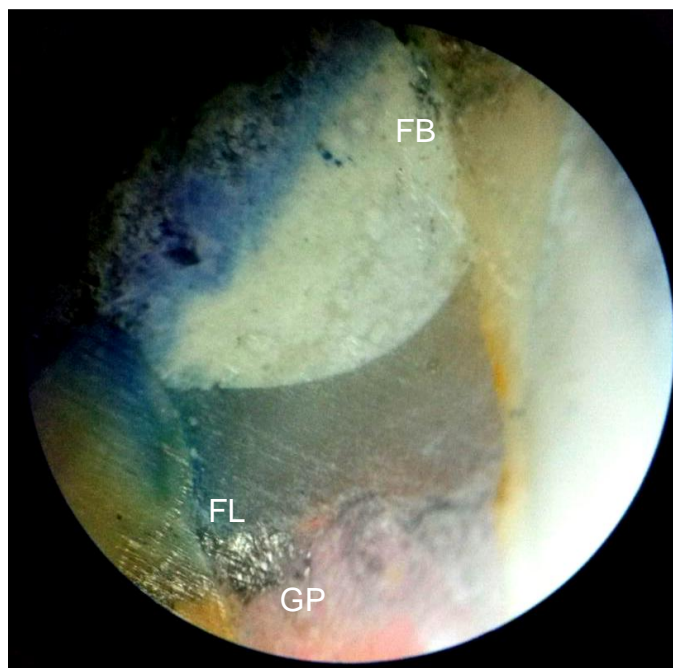
**Tabla 4.** Registro de la microfiltración coronal observada en las superficies bucal y lingual de los grupos experimentales Vitrebond y Ionoseal, y del grupo control Coltosol.

Tras el sometimiento a ciclos de termociclaje y tinturación con azul de metileno, todos los especímenes de los grupos experimentales mostraron filtración coronaria en las superficies bucal y lingual. En el caso del grupo Vitrebond, las muestras mostraron filtración por vestibular con un promedio de 1.8 mm, mientras que por lingual fue de 1.76 mm. El grupo Ionoseal tuvo un promedio de penetración de tinte de 1.83 mm por bucal y de 1.81 mm por lingual. El grupo control Coltosol mostró filtración coronaria en todos sus especímenes, siendo por vestibular un promedio de 2.23 mm y por lingual 2.05 mm.

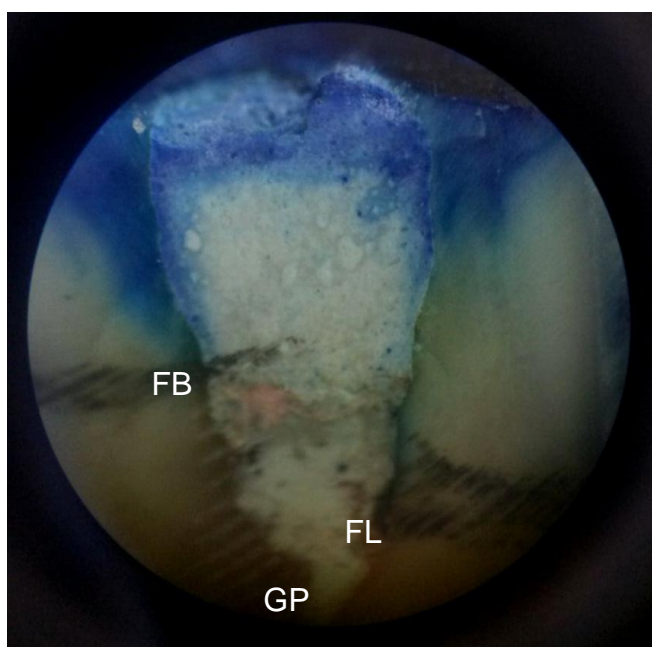


**Imagen 13.** Espécimen del grupo experimental Ionoseal (VOCO) visto con microscopio a 4X. **FB** Filtración por bucal **FL** Filtración por lingual y **GP** Gutapercha.





**Imagen 14.** Espécimen del grupo experimental Vitrebond (EM ESPE) visto con microscopio a 4X. **FB** Filtración por bucal **FL** Filtración por lingual y **GP** Gutapercha.



**Imagen 15.** Espécimen del grupo control Coltisol (Coltene) visto con microscopio a 4X. **FB** Filtración por bucal **FL** Filtración por lingual y **GP** Gutapercha.

Los resultados fueron obtenidos tras el Análisis de Varianza (ANOVA) en donde se tomó como referencia al valor 0.05 para  $p$ . Siendo  $p \leq 0.05$  cuando existe diferencia estadísticamente significativa. Caso contrario,  $p \geq 0.05$ .

Entonces se determina que, por la superficie bucal, no existe diferencia estadísticamente significativa entre el compuesto Vitrebond y Ionoseal ( $p=0,989$ ). Lo mismo sucede con la relación del grupo control Coltosol que no muestra significancia estadística con respecto a Vitrebond ( $p= 0.348$ ) y Ionoseal ( $p=0.404$ ).

La superficie lingual indica resultados semejantes. No se encontró diferencia estadísticamente significativa entre el compuesto Vitrebond y Ionoseal ( $p=0.962$ ). Así mismo, el grupo control Coltosol no presenta diferencia significativa con respecto al Vitrebond ( $p=0.521$ ) y al Ionoseal ( $p= 0.648$ ).

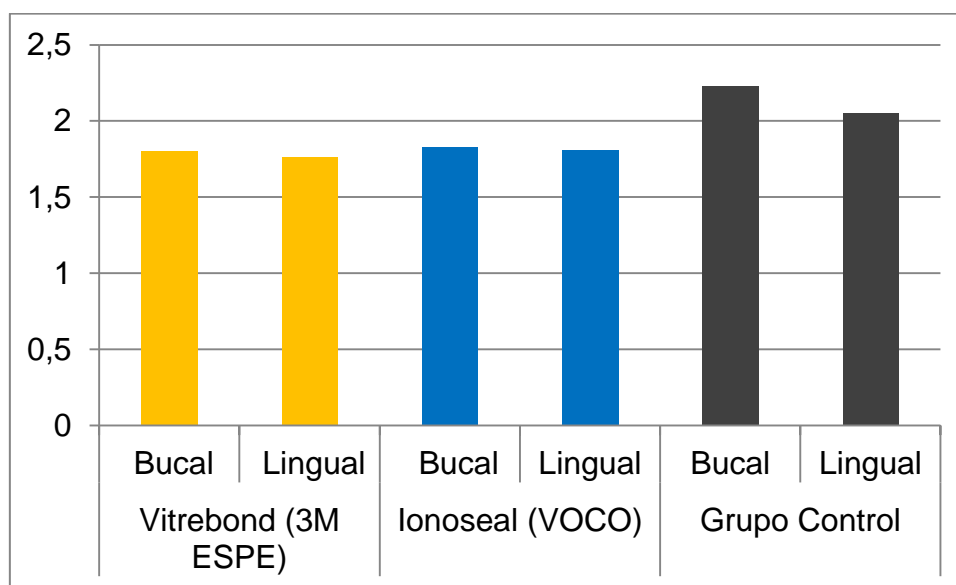
		<b>Bucal</b>		<b>Lingual</b>	
<b>Material</b>	<b>Comparación de variables</b>	<b>P</b>	<b>Diferencia estadísticamente significativa</b>	<b>P</b>	<b>Diferencia estadísticamente significativa</b>
<b>Coltosol</b>	Vitrebond	0,348	<b>NO</b>	0,521	<b>NO</b>
	Ionoseal	0,404	<b>NO</b>	0,648	<b>NO</b>
<b>Vitrebond</b>	Ionoseal	0,989	<b>NO</b>	0,962	<b>NO</b>

**Tabla 5.** Relación entre los distintos grupos de análisis y su significancia estadística

De ahí que, a través de las siguientes hipótesis, se puede determinar la relación existente entre la técnica de temporización combinada con Vitrebond y Ionoseal como base cavitaria.

- Hipótesis nula (H0): El empleo de Vitrebond como base cavitaria en la temporización dual presenta igual microfiltración coronal que el Ionoseal.
- Hipótesis alternativa (H1): El empleo de Vitrebond como base cavitaria en la temporización dual presenta mayor microfiltración coronal que el Ionoseal.

Tomando en consideración el valor  $P > 0.05$ , en las superficies tanto bucal como lingual, la hipótesis nula es aceptada.



**Ilustración 2.** Promedio de microfiltración coronal de superficies bucal y lingual de los materiales Vitrebond y Ionoseal del grupo experimental, y Coltosol del grupo control.

### 13. Discusión

El estudio presentado tuvo la finalidad de contrastar la capacidad de sellado coronal de dos materiales empleados como *liners*, Vitrebond (3M ESPE) y Ionoseal (VOCO), en la técnica de protección dual de los conductos radiculares. Para el mismo, se pretendió someter las muestras a condiciones orales muy similares a las encontradas en la clínica, tales como los cambios extremos de temperatura (5°C a 55°C) y el empleo de saliva artificial. Pese a esto, el estudio presenta ciertas limitaciones como son el control de la cantidad exacta de Coltosol colocado en cada cavidad, la ausencia de contaminación durante la ejecución de todo el procedimiento y el número de termociclos manuales reducido a dos comidas diarias por 60 días (120 ciclos).

Idealmente, un tratamiento endodóntico requiere de la colocación de una restauración definitiva inmediata, sin embargo, esto no es comúnmente efectuado en la práctica diaria. La exposición de gutapercha a saliva artificial sin barrera intracoronaria resulta en contaminación bacteriana del 79% al 85% de los canales en tan solo 3 días (John, Webb, Imamura, & Goodell, 2008). Es por ello que el empleo de barrera es un procedimiento imperativo para garantizar el éxito del tratamiento (Pisano, DiFiore, McClanahan, Lautenschlager, & Duncan, 1998)

La hipótesis probada fue que Vitrebond y Ionoseal, de distintas casas comerciales, manifiestan la misma capacidad de sellado como base cavitaria de una restauración temporal en técnica sánduche. En base a los resultados encontrados, la hipótesis se acepta, pues no se determinó una diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ) entre ambos grupos experimentales.

Los materiales probados presentan el mismo comportamiento como barrera intracoronaria, pues ambos materiales están constituidos por ionómero de vidrio junto con un componente resinoso. Numerosos estudios demuestran que el empleo de 2 mm de composite colocado sobre la gutapercha permite una reducción importante de lesión periapical por recontaminación (Yamauchi, Shipper, Buttke, Yamauchi, & Trope, 2006). De ahí que, el empleo de ionómero de vidrio modificado con resina IVMR permite obtener una barrera eficaz cuando se requiera una temporización prolongada mayor a 2 o 3 semanas. Esto se obtiene debido a su adhesión química con los iones de calcio de la dentina (Barthel, Strobach, Briedigkeit, Gobel, & Roulet, 1999), así como por sus efectos antimicrobianos atribuidos a la liberación de flúor y bajo pH (John, Webb, Imamura, & Goodell, 2008) (Tselnik, Baumgartner, & Marshall, 2004). De hecho, un estudio efectuado por Tselnik et al (2004) señaló que la filtración del ionómero de vidrio ocurre a los 52 días de ser expuesto a la cavidad oral. Resultado similar al obtenido por Mavec et al (2006) cuyo estudio determinó filtración a los 57.4 días.

La integración de resina de fotocurado permite obtener un material con menor deshidratación. Pese a que el ionómero de vidrio forma uniones químicas de baja fuerza (8 Mpa), la adhesión se caracteriza por ser dinámica. Esto implica que, tras la ruptura de uniones por estrés dental, nuevos enlaces son continuamente formados con la superficie que contacta. Así mismo, presenta baja contracción por polimerización y coeficiente de expansión térmica similar al dentario (Schwartz & Fransman, 2005).

Las propiedades ideales de un material destinado a ser barrera intracoronaria incluyen: fácil manipulación, correcto sellado de la interfase restauración-diente, adecuada adhesión a la estructura dentaria, nula interferencia con la restauración definitiva (Wolcott, Hicks, & Himel, 1999) y fácil remoción (Jenkins, Kulild, Williams, & Lyons, 2006). El ionómero de vidrio es un material que cumple con estas características e incluso puede formar parte de la restauración permanente. En base a la experiencia formada con este estudio, Ionoseal permite una mejor manipulación, gracias a su presentación en jeringa, lo que lo hace menos susceptible a fallas del operador. Mientras que Vitrebond puede ser sujeto a distintos errores como son la dispensación del contenido polvo-liquido, un inadecuado manejo del tiempo operatorio y la presencia de burbujas al momento de la colocación dentro de la cavidad. Sin embargo, los resultados no indican una diferencia significativa entre la filtración que permite cada material, por lo que ambos son una muy buena opción como base temporal.

En cuanto al grado de penetración en sentido corono-apical obtenido con la simulación a dos meses pos-tratamiento, el estudio determinó que la base de ionómero de vidrio impide el contacto directo de fluidos con la gutapercha del tercio coronal. Lo que podría explicarse por las características antes mencionadas sumada la capacidad de absorción de agua. Esto conlleva a la expansión del material junto con un mejor sellado en la interfase (Tselnik, Baumgartner, & Marshall, 2004). Además, el IVMR presenta propiedades visco elásticas favorables para una mejor adaptación marginal y reducción del estrés en las paredes cavitarias (Geerts, Seidel, Albert, & Gueders, 2010). Esto coincide con otros estudios que han determinado una

disminución de filtración, con el empleo de ionómero de vidrio, en la técnica combinada de dos materiales. Maloney et al (2005) demostraron que un *liner* de 1 a 2 mm reduce de manera significativa la penetración de fluidos en dientes endodonciados sometidos a termociclado.

Pese a que la microfiltración coronal que permite el material Coltosol como único restaurador temporal es más alta, no presentó diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ) con respecto a la temporización dual. La filtración observada del grupo control fue mayor pero solo llegó hasta la unión restauración-gutapercha, sin involucrar el relleno radicular. El Coltosol es un material premezclado en presentación lista para ser colocado en la cavidad, lo que lo independiza de factores relacionados con el manejo clínico (tiempos de mezcla, fraguado prematuro) que pueden intervenir en las propiedades del mismo (Zmener, Benegas, & Pameijer, 2004). La expansión lineal que sufre el Coltosol por absorción de fluidos aumenta un 62% su volumen inicial (Rodrigues Ferreira, Poncioni, Vaconcellos, Pires, Do Carmo, & Machado, 2013) y puede favorecer a una mejor adaptación con las paredes cavitarias, limitando la filtración hasta cierto grado de tolerancia (Damman, Grazziotin-Soares, Farina, & Cecchin, 2012). Un estudio realizado por Deveaux et al (1999) determinó que Cavit, de composición semejante al Coltosol, impide la filtración coronaria hasta 21 días de haber sido colocado. Así mismo, Beach et al (1996) demostraron un correcto sellado a tres semanas de prueba. Esto puede justificar que, al doble de tiempo, la filtración observada en el presente estudio aún no haya llegado a la porción radicular.

Es importante recalcar la importancia del grosor del material contenido en la cavidad. Cementos en base a óxido de zinc tienen fuerza compresiva baja por lo que sus propiedades selladoras dependen de la masa colocada (Naoum & Chandler, 2002). Se ha descrito la necesidad de colocar material temporal en un grosor de 3.5 a 4 mm para obtener un sellado adecuado, dado que son materiales de retención física (Zmener, Benegas, & Pameijer, 2004) . Jenkins et al (2006) menciona que Cavit no retrasa la filtración sino hasta tener a un grosor de 3 mm. En el experimento realizado, la media del grosor colocado fue de 4.2 mm por vestibular y de 3.4 por lingual, que va muy de acuerdo a lo citado, y lo que significa un factor ventaja para el grupo control.

Sin embargo, parte de la literatura recalca ciertas desventajas del Coltosol. Un estudio realizado por Jenkins et al (2006) encontró que el óxido de zinc libre de eugenol, componente principal de Coltosol, no provee de un sellado consistente incluso con 4 mm de material. De acuerdo a Laustsen et al (2005) el incremento de volumen del material causa estrés y una vez sobrepasado el límite de tolerancia, se forman fisuras dentarias que dan paso a la filtración (Laustsen, Munksgaard, Reit, & Bjorndal, 2005). El material, además, permite la penetración a través de sí mismo debido a las porosidades que presenta y por ende, el aumento de permeabilidad que da paso a una mayor absorción de fluidos (Ángel, 1999). Esto se ve sustentado por Madarati et al (2007) quienes observaron deficiencia en la habilidad de sellado a partir de la cuarta semana. Por lo mismo y pese a que no se observó filtración de importancia, el fabricante recomienda usar Coltosol por no más de dos semanas.



En cuanto a la metodología empleada, se seleccionó la técnica de filtración de tinte en dientes bovinos por los siguientes motivos. Los dientes bovinos son considerados un buen sustituto de los dientes humanos por presentar morfología e histología muy similar. A nivel macroscópico están constituidos por corona y porción radicular formados por esmalte, dentina y cemento sin diferencia al de los humanos (Posada, Sánchez, Gallego, Peláez, Restrepo, & López, 2006). Al ser dientes de mayor tamaño, el tejido pulpar es más amplio pero presenta los mismos elementos constitutivos histológicos, siendo estos la zona odontoblástica, zona poco celular, zona celular y zona central. De acuerdo a la descripción microscópica, la dentina bovina está compuesta básicamente por colágeno tipo I y los túbulos dentinarios. Éstos últimos suelen ser de mayor diámetro y cantidad a nivel radicular más que coronal (Schilke, Lisson, Bauss, & Geurtsen, 2000). El tamaño de los túbulos dentinarios próximos a pulpa son de 2.4 a 2.8 micras en dientes bovinos y de 2.5 micras en dientes humanos, y en la porción media de la dentina coronal es de 2 en bovinos y de 1.5 en humanos. Con respecto al número de túbulos, en la porción coronal de dientes bovinos se encuentran, en promedio, 25000 túbulos por mm<sup>2</sup> y en dientes humanos de 20000 a 23000 por mm<sup>2</sup> (Posada, Sánchez, Gallego, Peláez, Restrepo, & López, 2006). En ambos casos, los valores son muy próximos entre sí. Esto es respaldado por un estudio realizado por Schilke et al (2000) quienes determinaron que no existe diferencia significativa entre el diámetro y el número de los túbulos dentinarios coronales de dientes bovinos frente a la dentina humana. Además, los dientes bovinos permiten una mejor manipulación de las muestras por

su tamaño, no presentan caries en su generalidad, son fáciles de ser obtenidos y tienen edad similar entre las muestras(Soto, Stanke, & Rioseco, 2000).

Existen distintos protocolos para determinar el grado de filtración marginal en las piezas dentarias. El termociclado es una metodología estándar en literatura de odontología restauradora y es considerado la única prueba in vitro que permite obtener una simulación real del estrés térmico que sufre la cavidad oral(Geerts, Seidel, Albert, & Gueders, 2010). Así mismo, simula el envejecimiento que sufren los materiales al ser expuestos a temperaturas calientes y frías extremas, lo que modifica sus propiedades físicas, causando fatiga en la adhesión e interfases(Maloney, McClanahan, & Goodell, 2005). De ahí que, uno de los ideales es que los materiales posean un coeficiente de expansión térmica semejante a los tejidos dentales, característica significativa del IVMR(Geerts, Seidel, Albert, & Gueders, 2010).

Durante la práctica clínica, es necesario tomar en consideración la carga masticatoria. Una persona realiza cerca de 2000 procesos masticatorios por día, con una carga de 1.3 kg al masticar alimentos suaves (Cruz, Shigetani, Kota, Iwaku, & Goodis, 2002). Este factor puede ser determinante en el desempeño de los materiales dentales y no fue reproducido en el estudio actual. Sin embargo, un experimento realizado por Cruz et al (2002) en donde compararon la habilidad de sellado de materiales temporales aplicando en distintos grupos estrés térmico y carga, concluyeron que los termociclos influyen de forma importante en las propiedades, mientras que los ciclos de carga no mostraron efecto significativo.

La penetración de tinte es una técnica que ha sido empleada, en aproximadamente un 82% de los estudios de filtración en endodoncia, como método de evaluación de la filtración coronal. Esto es por su fácil acceso, manipulación y almacenamiento de tintes, junto con el criterio próximo al real que se obtiene con su difusión (Tabares & García, 2009). Se han realizado algunos estudios en los que se evalúan el nivel de penetración de distintos tintes y su precisión en el grado de filtración que manifiestan. Se ha determinado que el pH de la solución es de importancia debido a su capacidad de desmineralizar el sustrato dentinario (Amarante, Coelho, Correr, De Sousa, & Consani, 2006). Sin embargo, análisis como el realizado por Youngson et al (1998) determinan que trazadores, como el azul de metileno, con o sin buffer penetran los túbulos dentinarios en una extensión similar (Youngson, Glyn Jones, Manogue, & Smith, 1998). Autores como Oliver et al (1991) indican que la presencia de aire en medio de la cavidad y la restauración pueden ser un factor interviniente en la penetración del tinte, por lo que recomiendan someter a las muestras a vacuum para asegurarse la eliminación de todas las burbujas atrapadas. Sin embargo, estudios como los realizados por Ferreira et al (2008) y Pathomvanich et al (1996) no indican diferencia significativa entre técnicas de inmersión pasiva, empleo de vacuum y presurización, por lo que no consideran necesario el empleo de máquinas con esta finalidad.

El azul de metileno es uno de los agentes de tintura más comúnmente usados dado que tiñe con facilidad la interfase diente-restauración. Esto se debe a su tamaño de partículas muy parecido a los productos bacterianos causantes de la patogenicidad (Machado Cunha, Freire, Fernandes de Morais, Dametto, Farias, & De

Freitas, 2013). Además, es observado bajo luz visible, no es absorbido por el agua ni los cristales de hidróxi-apatita de la matriz dentinaria y presenta una mejor penetración con respecto a los isotopos (Joseph & Singh, 2012). Su bajo peso molecular lo hace semejante a nutrientes bacterianos como el azúcar (Wu & Wesselink, 1993) y le permite difundirse fácilmente por espacios microscópicos incluyendo canales accesorios y los túbulos dentinales. De hecho, su patrón de filtración se ha visto semejante al del ácido butírico, un metabólico bacteriano (Ahlberg, Assavanop, & Tay, 1995). Una de sus desventajas es la hidrólisis en Tional, un compuesto incoloro, cuando contacta con materiales alcalinos (Amarante, Coelho, Correr, De Sousa, & Consani, 2006). Sin embargo, Coltosol presenta pH neutro (Coltene/Whaledent AG, 2014) y el ionómero de vidrio modificado con resina es ligeramente ácido (3M ESPE. Dental Products, 2012), por lo que esta desventaja no perjudica en el estudio.

Pese a que el método de filtración de tinción no es tan certero como los estudios realizados con penetración bacteriana, Tamse et al (1998) considera que la combinación de azul de metileno junto con sección longitudinal de las muestras es la más apropiada dentro de las técnicas de filtración.

Por los detalles metodológicos mencionados es importante recalcar que los resultados obtenidos en el presente estudio deben ser limitadamente extrapolados. Es decir, significan una información preliminar útil para conocer, con aproximación, las propiedades de sellado de los materiales probados

## 14. Conclusiones

Bajo las limitaciones que manifiesta el estudio in vitro realizado se puede concluir que:

- No hay diferencia estadísticamente significativa en la filtración encontrada con el empleo de 2 mm de Ionoseal (VOCO) y Vitrebond (3M ESPE), como base cavitaria de restauración temporal combinada.
- La penetración coronal observada en el grupo experimental Vitrebond fue de 1.8 mm en la superficie bucal y de 1.76 mm en lingual tras la simulación a dos meses pos-tratamiento.
- La penetración coronal observada en el grupo experimental Ionoseal fue de 1.83 mm en la superficie bucal y de 1.82 mm en lingual tras la simulación a dos meses pos-tratamiento.
- Pese a que la restauración temporal con 2 mm de ionómero de vidrio base y Coltosol como material externo presentó menor filtración con respecto al grupo control, la protección coronaria no ocurre por tiempo indefinido. Por lo tanto, con el empleo de la técnica dual, la restauración definitiva debe realizarse en un máximo de 60 días, siempre y cuando la barrera se encuentre correctamente colocada en la cavidad.
- La microfiltración coronal del grupo control Coltosol mostró mayor filtración en las muestras pero no presenta diferencia estadísticamente significativa con respecto a la temporalización dual

## **15.Recomendaciones**

Considero necesario realizar estudios que evalúen la microfiltración coronal empleando pruebas con cultivos bacteriológicos que permita obtener resultados más próximos a la realidad. También podrían usarse técnicas cuantitativas como filtración de fluidos, la misma que no requiere de la destrucción de las muestras y permite que el corte generado, dependiente de la anatomía, no sea un factor interviniente en el análisis.

Es importante, además, conocer el tiempo exacto en el que empieza la filtración coronal por lo que estudios divididos en tiempos específicos podrían ser de gran utilidad. Finalmente, estudios que combinen la carga masticatoria con termociclos podría significar una mayor aproximación a las condiciones clínicas.

## 16. Referencias

- 3M ESPE. Dental Products. (2012). Vitrebond. Light Cure Glass Ionomer Liner/Base. 3M , 3-13.
- Ahlberg, K., Assavanop, P., & Tay, W. (1995). A comparison of the apical dye penetration patterns shown by methylene blue and India Ink in root filled teeth . *International Endodontic Journal* , 30-34.
- Amarante, D., Coelho, M., Correr, L., De Sousa, M., & Consani, S. (2006). Influence of the methodology and evaluation criteria on determining microleakage in dentin-restorative interfaces. *Clinical Oral Investigation* , 317-323.
- Ángel, V. (1999). Comparación entre la filtración marginal y la disolución del IRM, RID y Coltosol. *CES Odontología* , 29-37.
- Barthel, C., Strobach, A., Briedigkeit, H., Gobel, U., & Roulet, J. (1999). Leakage in roots coronally sealed with different temporary fillings. *Journal of Endodontics* , 731-734.
- Carvalho, R., Tjaderhane, L., Manso, A., Carrilho, A., & Carvalho, C. (2012). Dentin as a bonding substrate. *Endodontic Topics* , 62-88.
- Cohen, S., & Burns, R. (2004). *Vías de la pulpa*. Madrid: Mosby.
- Colegio Profesional de Protésicos Dentales de la Comunidad de Madrid. (2000). Diccionario de Prótesis Dental. 1-71.
- Coltene/Whaledent AG. (2014). Coltosol F. Safety Data Sheet. *Coltene* , 1-8.
- Cruz, E., Shigetani, K., Kota, K., Iwaku, M., & Goodis, H. (2002). A laboratory study of coronal microleakage using four temporary restorative materials. *International Endodontic Journal* , 315-320.
- Damman, D., Grazziotin-Soares, R., Farina, A., & Cecchin, D. (2012). Coronal microleakage of restorations with or without cervical barrier in root-filled teeth. *Revista Odontológica Científica* , 208-212.
- De Bruyne, M., & De Moor, R. (2004). The use of glass ionomer cements in both conventional and surgical endodontics . *International Endodontic Journal* , 91-104.
- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. (2010). Instrumental de medición . *Universidad Nacional de Cuyo* , 1-5.
- García Pereira, L., Pessutti Nunes, M., Palma Dibb, R., Powers, J., Roulet, J., & De Lima Navarro, M. (2002). Mechanical Properties and Bond Strength of Glass-ionomer Cements . *Journal of Adhesive Dentistry* , 73-80.

- Geerts, S., Seidel, L., Albert, A., & Gueders, A. (2010). Microleakage after thermocycling of three self-etch adhesives under resin- modified glass ionomer cement restorations . *International Journal of Dentistry* , 1-10.
- Ingle, J. (2002). *Endodontics*. London: BC Decker.
- Jenkins, S., Kulild, J., Williams, K., & Lyons, W. L. (2006). Sealing ability of three materials in the orifice of root canal systems obturated with gutta-percha . *Journal of Endodontics* , 225-227.
- John, A., Webb, T., Imamura, G., & Goodell, G. (2008). Fluid Flow Evaluation of Fuji Triage and Gray and White ProRoot Mineral Trioxide Aggregate Intraorifice Barriers. *Journal of Endodontics* , 830-832.
- Joseph, R., & Singh, S. (2012). Evaluation of apical sealingability of four different sealers using centrifuging dye penetration method. An in vitro study. *The Journal of Contemporary Dental Practice* , 830-833.
- Laustsen, M., Munksgaard, E., Reit, C., & Bjorndal, L. (2005). A temporary filling material may cause cusp defelction, infractions and fractures in endodontically treated teeth. *International Endodontic Journal* , 653-657.
- López Marcos, J. (2004). Etiología, clasificación y patogenia de la patología pulpar y periapical . *Medicina Oral* , 52-62.
- Machado Cunha, T., Freire, B., Fernandes de Morais, J., Dametto, F., Farias, A., & De Freitas, L. (2013). In vitro evaluation of coronal microleakage of some temporary sealing materials used in endodontic and three different endodontic sealers. *JSM Dentistry* , 1-3.
- Madarati, A., Watts, D., & Qualtrough, A. (2008). Time-dependence of coronal seal of temporary materials used in endodontics. *Australian Endodontic Journal* , 89-93.
- Maloney, S., McClanahan, S., & Goodell, G. (2005). The effect of thermocycling on a Colored Glass Ionomer intracoronal barrier. *Journal of Endodontics* , 526-528.
- Miller, E. (1975). *Prótesis Parcial Removible*. México D.F: Interamericana.
- Naoum, H., & Chandler, N. (2002). Temporization for endodontics . *International Endodontic Journal* , 964-978.
- Patras, M., Naka, O., Doukoudakis, S., & Pissiotis, A. (2012). Management of Provisional Restorations´Deficiencies: A literature review. . *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* , 01-14.
- Perdigao, J. (2010). Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. . *Dental Materials* , 24-37.



- Pieper, C., Zanchi, C., Rodrigues-Junior, S., Moraes, R., Pontes, L., & Bueno, M. (2009). Sealing ability, water sorption, solubility and toothbrushing abrasion resistance of temporary filling materials. *International Endodontic Journal* , 893-899.
- Pisano, D., DiFiore, P., McClanahan, S., Lautenschlager, E., & Duncan, J. (1998). Intraorifice sealing of gutta-percha obturated root canals to prevent coronal microleakage. . *Journal of Endodontics* , 659-662.
- Posada, M., Sánchez, C., Gallego, G., Peláez, A., Restrepo, L., & López, J. (2006). Dientes de bovino como sustituto de dientes humanos para su uso en la odontología. Revisión de literatura. *Revista CES Odontología* , 63-68.
- Rodrigues Ferreira, F., Poncioni, B., Vaconcellos, T., Pires, M., Do Carmo, J., & Machado, J. (2013). Antimicrobial activity of three temporary endodontic coronal sealers. *Gaúcha odontológica* , 307-312.
- Rodríguez, I., Rozas Ferrara, C., Campos Sánchez, F., Alaminos, M., Uribe Echeverría, J., & Campos, A. (2013). An In Vitro Biocompatibility Study os Conventional and Resin-modified Glass Ionomer Cements . *Journal of Adhesive Dentistry* , 541-546.
- Sattari, M., Haghighi, A., & Tamijani, H. (2009). The relationship of pulp polyp with the presence and concentration of inmunoglobulin E, histamine, interleukin 4 and interleukin 12. *Australian Endodontic Journal* .
- Schilke, R., Lisson, J., Bauss, O., & Geurtsen, W. (2000). Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Archives of Oral Biology* , 355-361.
- Schwartz, R., & Fransman, R. (2005). Adhesive Dentistry and Endodontics: Materials, Clinical Strategies and Procedures for Restoration of Acces Cavities: A Review. *Journal of Endodontics* , 151-165.
- Soto, C., Stanke, F., & Rioseco, M. (2000). Diente de bovino. Una alternatia a los dientes humanos como sustrato en investigación. Revisión bibliográfica. *Facultad de Odontología de la Universidad de Chile* , 19-29.
- Swanson, K., & Madison, S. (1987). An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part I. Time periods. *Journal Of Endodontics* , 56-59.
- Swedish Council on Health Technology Assessment . (2012). Methods of Diagnosis and Treatment in Endodontics. *The Swedish Report* , 155-207.
- Tabares, P., & García, E. (2009). Análisis de los métodos de filtración . *Científica Dental* , 21-28.
- Tjaderhane, L., Carrilho, M., Breschi, L., Tay, F., & Pashley, D. (2012). Dentin basic structure and composition. An overview. *Endodontic Topics* , 3-29.

- Tselnik, M., Baumgartner, C., & Marshall, G. (2004). Bacterial leakage with Mineral Trioxide Aggregate or a Resin-Modified Glass Ionomer used as a coronal barrier. *Journal of Endodontics* , 782-784.
- VOCO GmbH. (s.f.). Ionoseal Light-curing Glass Ionomer Composite Cement. *VOCO The dentalists* , 1-5.
- Walton, R., & Torabinejad, M. (2002). *Principles and Practice of Endodontics*. United States: Saunders Company.
- Wolcott, J., Hicks, M., & Himel, V. (1999). Evaluation of pigmented intraorifice barriers in endodontically treated teeth. *Journal of Endodontics* , 589-592.
- Wu, M., & Wesselink, P. (1993). Endodontic leakage studies reconsidered. Part I Methodology, application and relevance . *International Endodontic Journal* , 37-43.
- Yamauchi, S., Shipper, G., Buttke, T., Yamauchi, M., & Trope, M. (2006). Effect of orifice plugs on periapical inflammation in dogs. . *Journal of Endodontics* , 524-526.
- Yengopal, V., & Mickenautsch, S. (2011). Caries-preventive effect of resin-modified glass ionomer cement versus composite resin: a quantitative systematic review. . *European Archives of Paediatric Dentistry* , 5-17.
- Youngson, C., Glyn Jones, C., Manogue, M., & Smith, I. (1998). In vitro dentinal penetration by tracers used in microleakage studies. *International Endodontic Journal* , 90-99.
- Zaia, A., Nakagawa, R., De Quadros, I., Gomes, B., Ferraz, C., Teixeira, F., y otros. (2002). An in vitro evaluation of four materials as barriers to coronal microleakage in root filled teeth. *International Endodontic Journal* , 729-734.
- Zmener, O., Benegas, G., & Pameijer, C. (2004). Coronal microleakage of three temporary restorative materials: An in vitro study. *Journal of Endodontics* , 582-584.