



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

TEMA:

**Evaluación in vitro del grado de penetración del cemento
obturador en premolares inferiores mediante microscopio
electrónico de barrido**

AUTOR (A):

Quimí Soriano, Xiomara Aracely

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
ODONTÓLOGA**

TUTOR:

Od. López Espinoza Javier Andrés

Guayaquil, Ecuador

26 de febrero del 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Quimí Soriano Xiomara Aracely**, como requerimiento para la obtención del título de **Odontóloga**.

TUTOR (A)



Firmado electrónicamente por:
JAVIER ANDRES LOPEZ
ESPINOZA
Validar únicamente con FirmaEC

f. _____
Od. López Espinoza Javier Andrés

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____
Bermúdez Velásquez, Andrea Cecilia

Guayaquil, a los 26 días del mes de febrero del año 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Quimí Soriano Xiomara Aracely**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Evaluación in vitro del grado de penetración del cemento obturador en premolares inferiores mediante microscopio electrónico de barrido** previo a la obtención del título de **Odontóloga**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 26 días del mes de febrero del año 2026

LA AUTORA

Xiomara Quimi S.

f. _____

Quimí Soriano Xiomara Aracely



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Quimí Soriano Xiomara Aracely**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Evaluación in vitro del grado de penetración del cemento obturador en premolares inferiores mediante microscopio electrónico de barrido**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 26 días del mes de febrero del año 2026


LA AUTORA:

Xiomara Quimí S.

f. _____

Quimí Soriano Xiomara Aracely

REPORTE COMPILATIO

 **CERTIFICADO DE ANÁLISIS**
magister

**QUIMI SORIANO XIOMARA
ARACELY**

0%
Textos
sospechosos

< 1% Similitudes (ignorado)
0 % similitudes entre comillas
0 % entre las fuentes
mencionadas

13% Idiomas no reconocidos
(ignorado)

Nombre del documento: QUIMI SORIANO XIOMARA ARACELY.docx
ID del documento: 583414cbe725da4b70f61e34f2c2a16270d59e87
Tamaño del documento original: 3,39 MB

Depositante: Javier Andrés López Espinoza
Fecha de depósito: 25/2/2026
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 25/2/2026

Número de palabras: 6402
Número de caracteres: 42.709

Ubicación de las similitudes en el documento:



AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mi tío Ufredo, por haberme brindado uno de los regalos más grandes que alguien puede recibir: la oportunidad de estudiar y formarme profesionalmente. Gracias por siempre querer lo mejor para mi vida y desde el fondo de mi corazón le pido perdón por los momentos en los que quizás no supe valorar todo su esfuerzo, este logro también es suyo. Estaré eternamente agradecida.

A mi tía Alicia, por su amor y su apoyo incondicional. Gracias por brindarme su ayuda cuando más lo necesité y sobre todo por cuidar de mi hija con tanto amor y dedicación en los momentos en los que mis ausencias me impedían estar en casa. Gracias por quererla como a una hija y por darme la tranquilidad de saber que estaba en buenas manos mientras yo luchaba por cumplir este sueño.

Gracias a mis primos, Jonatán y Adamaris, por ser mis compañeros en este camino universitario y por el apoyo constante que siempre nos hemos brindado, por compartir alegrías, preocupaciones. Gracias por estar presente, su compañía hizo este proceso más llevadero y significativo.

A mi familia, por ser mi base, mi mayor fuente de fortaleza. A lo largo de esta etapa, pude entender el verdadero significado de la familia, ese que va más allá de las palabras y se demuestra con apoyo, sacrificio y amor sincero. Quiero que sepan que los amo demasiado, porque sin su apoyo y su presencia en mi vida, no habría sido posible llegar hasta aquí.

A mi mejor amiga, Dariana, porque a pesar de la distancia me acompañó en cada etapa, gracias por siempre encomendarme a Dios en sus oraciones, por enseñarme a ser más agradecida y por ayudarme a fortalecer mi fe incluso en los momentos más difíciles. Gracias por su apoyo incondicional y por recordarme siempre la razón de este sueño.

A mi tutor de tesis, el Dr. Javier López, quién es un excelente profesional, gracias por su guía, su paciencia y su dedicación durante todo este proceso. Gracias por compartir sus conocimientos y por brindarme no solo su apoyo

académico, sino también su calidad humana. Agradezco profundamente su confianza en mí y por motivarme, su apoyo fue fundamental para culminar este trabajo. Estaré sinceramente agradecida.

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Dra. Andrea Bermúdez, directora de la carrera, por abrirme las puertas de la institución y permitirme formar como una profesional. Gracias a sus enseñanzas y sus aulas adquirí conocimientos, experiencias, aprendizajes y valores que me acompañarán toda la vida.

A mis amigos Naim, Andrés, Kurt, Kevin, Belén, Daniela, Valentina, Estibaliz, quienes hicieron de mi etapa universitaria una de las experiencias más lindas de mi vida. En especial a Sofía Sotomayor y Alisson Carreño, por su apoyo incondicional, por los buenos y malos momentos, por las risas, las lágrimas compartidas, el estrés compartido y por cada recuerdo que quedará para siempre en mi corazón. Gracias por apoyarnos mutuamente y nunca soltarnos. Agradezco también el abrirme las puertas de su hogar cuando me encontraba lejos de la mía. Haciéndome sentir querida, acompañada y en casa. A todos mis amigos quienes forman parte de mi crecimiento personal, por apoyarme sin dudar, por levantarme cuando me sentía débil. Gracias por recordarme siempre lo fuerte que podía ser. Quiero que sepan que los quiero muchísimo y por convertirse en mi familia en los momentos que más los necesité. Este logro también está lleno de ustedes porque fueron un pilar fundamental en este camino.

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este proyecto de investigación a Dios, por ser mi guía, mi fortaleza y mi refugio en cada paso de este camino, por haberme dado la sabiduría y perseverancia para no rendirme.

A mi hija, Emma, quién es mi mayor bendición y el motor de mi vida. Cada esfuerzo es por ti y para ti, porque siempre ha sido mi mayor inspiración para seguir adelante. Perdóname por los momentos en los que tuve que separarme de ti para poder cumplir este sueño, eres mi fuerza y la razón por la que nunca me rendí.

A mi madre, por ser mi pilar fundamental desde el primer día, por estar a mi lado en cada paso de este camino, apoyándome incluso cuando no teníamos todo lo necesario, pero nunca faltaron sus ganas de verme salir adelante. Gracias infinitas por tus sacrificios silenciosos, por tu amor infinito y por darme fuerzas cuando sentía que no podía continuar.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ANDREA CECILIA, BERMÚDEZ VELÁSQUEZ
DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

OCAMPO POMA ESTEFANÍA DEL ROCÍO
COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

ANDREA CECILIA, BERMÚDEZ VELÁSQUEZ
OPONENTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD – ODONTOLOGÍA
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

CALIFICACIÓN

TUTOR (A)



Firmado electrónicamente por:
JAVIER ANDRES LOPEZ
ESPINOZA
Validar únicamente con FirmaEC

f. _____
Od. López Espinoza Javier Andrés

RESUMEN

Introducción: El sellado radicular es un paso fundamental en el éxito de un tratamiento endodóntico, los cementos obturadores complementan la obturación y favorecen el sellado tridimensional y, la técnica de obturación puede modificar el comportamiento del cemento obturador dentro del conducto. **Objetivo:** evaluar el grado de penetración de los cementos obturadores AH Plus y Bio C Sealer en los túbulos dentinarios de los tercios coronal, medio y apical de premolares inferiores obturados mediante la técnica de compactación vertical y condensación lateral en frío observados en microscopio electrónico de barrido. **Método:** estudio in vitro utilizando 40 dientes premolares inferiores extraídos no vitales, para comparar los resultados del grado de penetración entre los cementos obturadores AH Plus® (Root Canal Sealer, Dentsply Sirona) y BIO-C® Sealer (Angelus). **Resultados:** se encontró un efecto significativo del tercio sobre la penetración ($F = 4,279$; $p = 0,024$; $\eta p^2 = 0,106$), específicamente entre tercio medio y apical ($\Delta = 94,440 \mu\text{m}$; $p = 0,048$), sin diferencias del nivel coronal con medio y apical ($p \geq 0,05$). El tipo de cemento mostró influencia significativa en la penetración promedio ($p = 0,027$; $\eta p^2 = 0,128$), mientras que la técnica no evidenció diferencias ($F p = 0,647$; $\eta p^2 = 0,006$). No se observaron interacciones significativas de 2do orden y 3er orden ($p \geq 0,05$). **Conclusión:** en los premolares inferiores evaluados por SEM, el grado de penetración en túbulos dentinarios varió según el tercio, con mayor penetración en el tercio medio, con efecto del tipo de cemento, pero sin efecto de la técnica.

Palabras clave: *cementos obturadores, conducto radicular, endodoncia, microscopía electrónica de barrido, obturación, túbulos dentinarios*

ABSTRACT

Introduction: Root canal sealing is a fundamental step for the success of endodontic treatment. Root canal sealers complement obturation and promote three-dimensional sealing, and the obturation technique may modify sealer behavior within the canal. **Objective:** To evaluate the degree of penetration of AH Plus and Bio-C Sealer into dentinal tubules at the coronal, middle, and apical thirds of mandibular premolars obturated using vertical compaction and cold lateral condensation, as observed under scanning electron microscopy (SEM). **Methods:** An in vitro study was conducted using 40 extracted non-vital mandibular premolars to compare penetration between AH Plus® (Root Canal Sealer, Dentsply Sirona) and Bio-C® Sealer (Angelus). **Results:** A significant effect of root third on penetration was found ($F = 4.279$; $p = 0.024$; $\eta p^2 = 0.106$), specifically between the middle and apical thirds ($\Delta = 94.440 \mu\text{m}$; $p = 0.048$), with no differences involving the coronal third compared with the middle or apical thirds ($p \geq 0.05$). Sealer type significantly influenced mean penetration ($p = 0.027$; $\eta p^2 = 0.128$), whereas the obturation technique showed no differences ($p = 0.647$; $\eta p^2 = 0.006$). No significant second- or third-order interactions were observed ($p \geq 0.05$). **Conclusion:** In mandibular premolars evaluated by SEM, dentinal tubule penetration varied by root third, with greater penetration in the middle third, and was affected by sealer type but not by the obturation technique

Keywords: *root canal sealers, root canal, endodontics, scanning electron microscopy, obturation, dentinal tubules*

INTRODUCCIÓN

El sellado radicular constituye uno de los pilares del éxito del tratamiento endodóntico, debido a que su eficacia se relaciona con el control de la filtración microbiana y la estabilidad del diente en el tiempo^{1,2}.

La anatomía del sistema de conductos radiculares representa un componente determinante para lograr un sellado homogéneo, debido a las variaciones morfológicas que pueden presentarse entre dientes y entre tercios radiculares³.

La penetración del cemento obturador y su adaptación a la dentina forman parte de los parámetros utilizados para valorar el desempeño del sellado en la interfaz dentina-material, ya que una obturación con adaptación deficiente puede asociarse con espacios interfaciales y mayor posibilidad de microfiltración^{2,4}.

La integridad del sellado en los túbulos dentinarios puede verse comprometida por una penetración

insuficiente del sellado en los tercios coronal, medio y apical del conducto, aumentando el riesgo de persistencia microbiana y, en consecuencia, el fracaso del tratamiento⁵.

En el caso de los premolares inferiores, pueden observarse conductos con configuraciones ovales o planas, además de curvaturas y cambios en la estructura dentinaria a lo largo de la raíz, lo que modifica el patrón de distribución del material obturador y condiciona el grado de penetración del cemento en los túbulos dentinarios³.

En este sentido, la variación del diámetro y la densidad tubular según el tercio radicular constituye un desafío para obtener una penetración uniforme del sellador y una adaptación consistente en toda la longitud del conducto⁴.

Los cementos obturadores se emplean de forma rutinaria para complementar la obturación y favorecer el sellado tridimensional; sin embargo, difieren en composición y comportamiento clínico^{5,6}.

Para el sellado radicular se consideran relevantes propiedades como la insolubilidad, la alcalinidad y la bioactividad, dado que se asocian con una mayor estabilidad del material y con un entorno menos favorable para la persistencia bacteriana ⁷.

Además, la técnica de obturación puede modificar el comportamiento del cemento obturador dentro del conducto⁸. La compactación vertical y las técnicas termoplásticas pueden favorecer una adaptación más íntima del material en comparación con la condensación lateral fría, aunque esta última mantiene uso extendido por su simplicidad y reproducibilidad ⁶.

Para la evaluación microestructural, la microscopía electrónica de barrido ha sido empleada para valorar la penetración de selladores endodónticos en túbulos dentinarios⁹ y su adaptación interfacial, lo que permite comparar materiales y técnicas bajo condiciones controladas^{3,4}.

Otro aspecto relevante son los parámetros fisicoquímicos como la tensión superficial, la viscosidad, la solubilidad y el tamaño de partícula, entre diferentes selladores, ya que pueden repercutir en la interacción con la dentina y en la capacidad de penetración dentro de los túbulos^{10,11}.

Los selladores endodónticos utilizados en la presente investigación fueron AH Plus un sellador a base de resina epoxi, reconocido por su adecuada estabilidad dimensional, baja solubilidad y buena capacidad de adhesión a las paredes dentinarias¹². Además, es compatible con técnicas fría y caliente, características que favorecen la adaptación interfacial y el sellado del sistema de conductos radiculares ^{13,14}.

Y Bio-C Sealer un sellador biocerámico listo para usar, formulado a base de silicato de calcio, que presenta propiedades bioactivas y alcalinas, así como liberación de iones calcio, lo que se ha asociado con una interacción favorable con la dentina y un

entorno menos propicio para la supervivencia bacteriana ^{4,15}.

Entre los diseños in vitro disponibles en la literatura se observan ciertas variaciones tanto a nivel de metodológico como del órgano dental analizado, lo que vuelve pertinente abordar de forma directa la comparación entre Bio C Sealer y AH Plus en premolares inferiores con análisis por tercios mediante microscopio electrónico de barrido ¹⁶⁻¹⁸.

Por ello, la presente investigación tuvo como propósito evaluar el grado de penetración de los cementos obturadores Ah Plus y Bio C Sealer en los túbulos dentinarios de los tercios coronal, medio y apical de premolares inferiores obturados mediante la técnica de compactación vertical y condensación lateral observados en microscopio electrónico de barrido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio in vitro utilizando dientes premolares inferiores extraídos no vitales, para comparar el grado de penetración entre los cementos obturadores AH Plus® (Root Canal Sealer, Dentsply Sirona) y BIO-C® Sealer (Angelus).

La investigación se desarrolló en la Clínica de Odontología de la Facultad de Odontología de la UCSG y en el Instituto Nacional de Salud Pública e Investigación, en la ciudad de Guayaquil durante el período académico B-2025.

El universo lo conformaron piezas dentarias humanas, extraídas por diversas causas, con raíces íntegras y conductos completamente formados, donadas de distintas clínicas odontológicas de la ciudad de Guayaquil.

La muestra quedó constituida por 40 premolares inferiores permanentes, seleccionados de acuerdo con criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión

- Dientes premolares inferiores permanentes
- Dientes con raíces íntegras

- Dientes con el conducto completamente formado
- Dientes que presenten un solo conducto.

Criterios de exclusión

- Dientes incisivos, caninos y molares
- Dientes con caries profundas
- Dientes con restauraciones extensas
- Dientes con fracturas
- Dientes premolares inferiores con dos o más conductos.

Procedimiento:

1º. Preparación inicial y estandarización de las muestras

Se eliminaron los restos orgánicos de las piezas dentarias sumergiéndolos en hipoclorito de sodio (NaOCl) al 2,5% por 24 horas, posteriormente se sumergieron en agua para eliminar el NaOCl y se colocaron en solución salina para su conservación. para confirmar la condición unirradicular. Se realizaron radiografías digitales en sentido vestibular. para estandarizar la longitud radicular y facilitar el acceso endodóntico, la

corona se seccionó con disco de diamante bajo irrigación.

2º. Longitud de trabajo e irrigación

Se localizó la entrada del conducto radicular y se verificó su permeabilidad utilizando lima tipo K #10, con la cual se encontró la longitud de trabajo. Durante la instrumentación, se realizó irrigación con NaOCl al 5,25% (2,5 mL entre instrumentos) con aguja NaviTip de 30ga y 27mm de longitud a 2mm de la longitud de trabajo.

3º. Instrumentación del conducto radicular

En 20 piezas se inició la instrumentación manual con una lima K #10 introducida hasta la longitud de trabajo establecida, con movimientos suaves de limado y rotación, para explorar y permeabilizar el conducto radicular. Se continuó de manera secuencial con limas manuales tipo K #10, #15, #20, #25 y #30 como lima apical maestra. Se realizó step back con lima #35 a 1 mm menos de la longitud de trabajo y lima #40 a 2 mm menos de la longitud de trabajo. Después del uso de cada lima el conducto fue irrigado con

NaOCl con el fin de eliminar detritos y mantener la limpieza del conducto.

En 20 premolares se procedió a la instrumentación mecanizada del conducto radicular, utilizando un sistema reciprocante rotatorio endodóntico con limas Wave One Gold, siguiendo recomendaciones del fabricante. Para iniciar la conformación mecanizada se introdujo el instrumento Small hasta la longitud de trabajo con movimientos suaves y controlados, seguido los instrumentos Primary de Wave One Gold y Medium completando la preparación del conducto radicular, con irrigación de NaOCl después de cada instrumento. La preparación final se estandarizó hasta WaveOne Gold Medium (35/.06).

Independientemente del protocolo de instrumentación, todas las muestras siguieron un esquema estandarizado de irrigación y preparación previo a la obturación.

4º. Irrigación final y secado

Se realizó una irrigación con suero fisiológico intraconducto para la eliminación de cualquier residuo de todos los premolares, seguida de

un protocolo final con 5ml de NaOCl al 5,25% y 5ml de EDTA al 17% activado de forma ultrasónica durante 1 minuto, (tres ciclos de 20). Finalmente, los conductos se secaron con puntas de papel estériles.

5º. Asignación de grupos experimentales

Las 40 muestras se distribuyeron aleatoriamente en cuatro grupos (n=10) según el sellador y la técnica de obturación: Grupo A: AH Plus (cono WOG MEDIUM) + compactación vertical termoplastificada (onda continua; tapón apical de 3 mm con aditamentos alfa/beta). Grupo B: AH Plus + condensación lateral fría. Grupo C: Bio-C Sealer (cono WOG MEDIUM) + compactación vertical termoplastificada (onda continua; tapón apical de 3 mm con aditamentos alfa/beta). Grupo D: Bio-C Sealer + condensación lateral fría.

6º. Condiciones de almacenamiento previo al SEM

Después de la obturación, las muestras se mantuvieron a 37 °C para permitir el fraguado del sellador.

7º. Preparación de especímenes para SEM

Posterior al fraguado, cada raíz se seccionó longitudinalmente bajo irrigación en dos mitades, las muestras fueron colocadas sobre una placa portaobjetos utilizando cinta/adhesivo de carburo, asegurando fijación y estabilidad. Luego se realizó metalización mediante recubrimiento con una capa fina de oro para mejorar la conductividad eléctrica y obtener imágenes de mayor calidad. Cada grupo estuvo dividido en dos subgrupos de cinco muestras y fueron analizadas en el Microscopio Electrónico de Barrido.

Figura 1 *Metalización mediante recubrimiento con una capa fina de oro.*



8º. Evaluación del grado de microfiltración por tercios

Cada muestra fue analizada en tres niveles específicos del conducto radicular, en tercio coronal, tercio medio y tercio apical. Se obtuvo una microfotografía por cada tercio

del diente, donde fueron analizadas mediante el software propio del microscopio electrónico. A través de este programa se realizó la medición del grado de penetración del cemento endodóntico en los túbulos dentinarios, evaluando y cuantificando dicha penetración en cada uno de los tercios radiculares.

9º. Registro de información

Los datos se almacenaron en una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel.

Procesamiento de resultados y técnicas estadísticas

Para el procesamiento de resultados se utilizó el software estadístico SPSS (IBM, Corp. Versión 27). El grado de penetración fue resumido mediante estadísticos descriptivos, (media, desviación estándar. Se realizaron pruebas de verificación de supuesto de normalidad (Shapiro-Wilk $n < 50$) y de homocedasticidad (Levene).

Para la comparación del grado de penetración se utilizó un Modelo Lineal General (GLM) de medidas repetidas, considerando tercio radicular (corona, medio, apical) como factor-intrasujeto y los

factores tipo de Cemento y técnica de obturación como factores inter-sujeto.

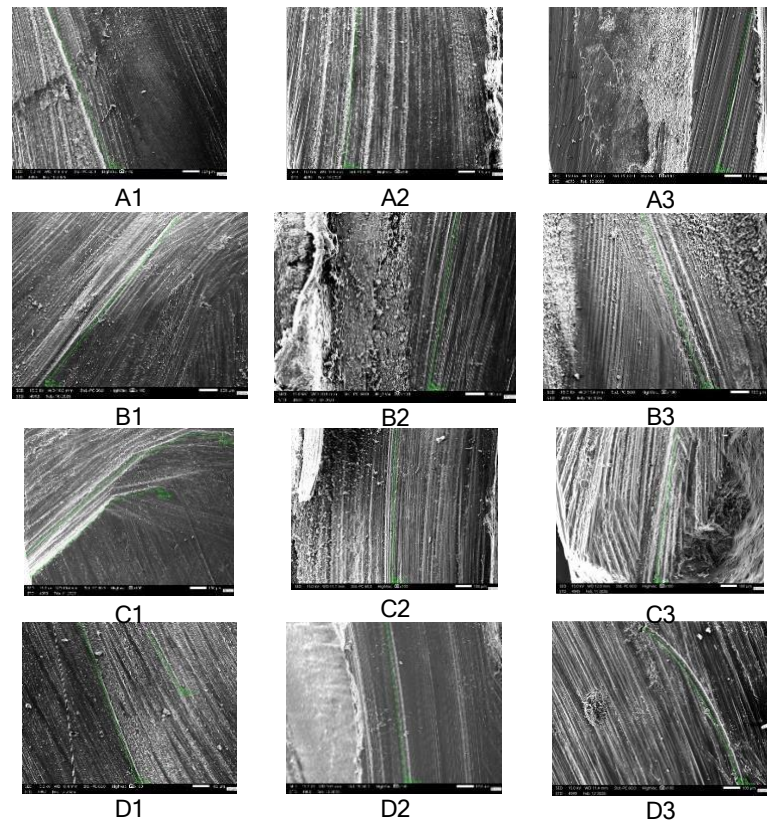
La prueba de comparaciones múltiples entre tercios se realizó con Bonferroni y se reportó el tamaño del efecto (η^2). Se utilizó la corrección de Greenhouse Geisser dado que la suposición de

esfericidad con la prueba de Mauchly no resultó significativa. El nivel de significancia establecido será de 5%

RESULTADOS

Se analizaron 40 premolares inferiores permanentes con raíces íntegras y conductos completamente formados, distribuidos en 4 grupo (n = 10).

Figura 2 Imágenes del Microscopio electrónico de barrido que muestran el efecto de los selladores en cada tercio



Nota: grupo 1: A1 diente 6 coronal, A2 diente 6 medio y A3 diente 5 apical. Grupo 2: B1 diente 2 coronal, B2 diente 9 medio y B3 diente 2 apical. Grupo 3: C1 diente 7 coronal, C2 diente 2 medio y C3 diente 2 apical. Grupo 4: D1 diente 9 coronal, D2 diente 7 medio y D3 diente 7 apical.

A nivel general el cemento Ah Plus mostró mayor grado de penetración en el tercio medio y el cemento Bio

C Sealer en el tercio coronal. Ambas técnicas mostraron mayor grado de penetración promedio en

el tercio coronal, con un leve aumento de la Vertical en comparación de la lateral. Y el tercio coronal también evidenció

mayor grado de penetración promedio (Tabla 1).

Tabla 1 Resumen descriptivo del cemento, técnica y grupos por tercio radicular

Tercio	AH Plus		Bio C Sealer		General Total (n=40)	Cemento		Técnica	
	Lateral (n=10)	Vertical (n=10)	Lateral (n=10)	Vertical (n=10)		Ah Plus	Bio C Sealer	Lateral	Vertical
Coronal $\mu(\sigma)$	744,2 (231,5)	797,7 (205,804)	751,0 (334,2)	702,6 (335,5)	748,9 (274,0)	770,9 (214,9)	726,9 (326,9)	747,7 (279,9)	750,2 (275,3)
Medio $\mu(\sigma)$	781,6 (229,4)	849,2 (113,3)	594,0 (207,5)	609,3 (249,3)	708,5 (227,4)	815,4 (179,5)	601,7 (223,4)	687,8 (233,7)	729,3 (225,1)
Apical $\mu(\sigma)$	616,6 (251,9)	727,7 (246,3)	580,6 (191,0)	531,4 (241,7)	614,1 (236,4)	672,2 (249,1)	556,1 (213,5)	598,7 (218,4)	629,6 (257,9)

Nota: La tabla muestra valores de la media μ y de desviación estándar (σ)

A nivel de grupos, la combinación de cemento Ah Plus con la técnica vertical mostró mayor grado de penetración promedio en los tercios coronal, medio y apical (Tabla 1).

El grado de penetración no es igual en los tres tercios, es decir, cambia entre coronal, medio y apical ($p = 0,024$) donde aproximadamente el 10,6% de la variación parcial del grado de penetración se asocia con el efecto del tercio ($\eta p^2 = 0,106$).

Las pruebas a posteriori evidenciaron que el grado de penetración fue mayor en el tercio medio en comparación con el apical ($\Delta = 94,44 \mu\text{m}$; $p = 0,048$), sin diferencias entre coronal con medio

($40,378 \mu\text{m}$; $p = 1,000$) y coronal con apical ($134,818 \mu\text{m}$; $p = 0,064$).

La comparación del promedio general del tipo de cemento (incluyendo los tres tercios), evidenció diferencias significativas por cemento ($p = 0,027$; $\eta p^2 = 0,128$). Este resultado indica que al comparar los cementos uno mostró mayor grado de penetración, y sugiere que el cemento si influye en el grado de penetración en los tres tercios evaluados. Y aproximadamente el 12,8% de la variación parcial del grado de penetración se asocia con el efecto del cemento (Tabla 2).

Al comparar el grado de penetración promedio en general entre las técnicas el resultado no fue estadísticamente significativo ($p = 0,647$; $\eta p^2 = 0,006$), además, la variación parcial explicada por la técnica fue muy baja de 0,6%. Esto sugiere que no hay suficiente evidencia para afirmar que una técnica es mejor que la otra. Es decir, la técnica lateral y vertical mostraron comportamientos similares en el grado de penetración (Tabla 2).

Las interacciones de 2do orden y 3er orden no fueron estadísticamente significativas ($\text{valor-}p \geq 0,05$) (Tabla 2).

Tabla 2 Resultado del GLM para el grado de penetración

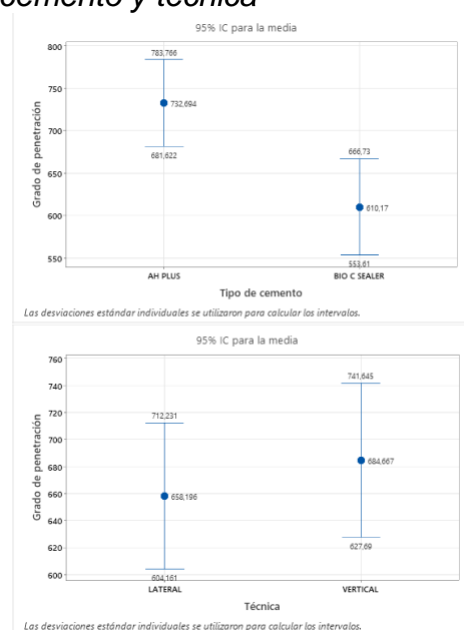
Efecto	p-valor	ηp^2
Tercio	0,024	0,106
Cemento	0,027	0,128
Técnica	0,647	0,006
Tercio × Cemento	0,209	0,043
Tercio × Técnica	0,881	0,003
Cemento × Técnica	0,340	0,025
Tercio × Cemento × Técnica	0,810	0,005

Nota: GLM de medidas repetidas (SPSS) ηp^2 = eta parcial al cuadrado (tamaño del efecto). Nivel de significancia: 0,05.

De la gráfica de intervalos de confianza 95% para el valor medio de grado de penetración entre los

dos cementos, se puede observar que el cemento Ah Plus obtuvo mayores valores de penetración media que el cemento Bio C Sealer en general. Y entre las dos técnicas, se puede observar que el comportamiento fue similar, aunque la técnica vertical alcanzó valores más altos de penetración (Figura 3).

Figura 3 Gráfica de intervalos IC95% grado de penetración-cemento y técnica



DISCUSIÓN

El propósito del estudio fue evaluar el grado de penetración de los cementos obturadores Ah Plus y Bio C Sealer en los túbulos dentinarios de los tercios coronal, medio y apical de premolares

inferiores obturados mediante la técnica de compactación vertical y condensación lateral observados en microscopio electrónico de barrido.

En la investigación el tercio radicular mostró una influencia real sobre la penetración, el modelo GLM encontró un efecto significativo del tercio, la penetración promedio fue mayor en el tercio coronal. En cuanto al tipo de cemento, el análisis mostró que influencia significativa en la penetración promedio global con valores descriptivos superiores para AH Plus frente a Bio C Sealer.

Este patrón es coherente con lo descrito por Vadachkoria et al¹⁹. que conforme se avanza hacia apical, la anatomía y el acceso tubular se vuelven más restrictivos, lo que puede reducir la penetración efectiva.

En el estudio Sariçam y Altınışık¹² con microscopía de barrido láser, reportaron profundidades máximas para AH Plus que también disminuyen hacia apical (coronal $1576 \pm 312 \mu\text{m}$, medio $1458 \pm 274 \mu\text{m}$, apical $951 \pm 200 \mu\text{m}$),

reforzando que el tercio suele modificar el alcance de la penetración.

En el estudio in vitro de Cáceres et al.⁴ los autores no informaron profundidad lineal en μm , sino porcentaje de ocupación tubular (qué proporción del área tubular aparece ocupada por el cemento). No obstante, su tendencia por tercios radiculares es comparable como dirección del cambio, pero ellos observaron mayor penetración y mejor adaptación de Bio-C Sealer en los tres tercios en comparación con AH Plus para AH Plus observaron una reducción desde cervical a apical ($72,01 \pm 9,57\% \rightarrow 60,58 \pm 12,36\% \rightarrow 43,85 \pm 11,48\%$) y para Bio-C Sealer también ($78,11 \pm 8,98\% \rightarrow 68,10 \pm 10,58\% \rightarrow 57,13 \pm 11,73\%$). Ellos también mostraron que en el tercio apical la penetración es menor.

Al respecto, Hamdy et al⁵., informaron diferencias fisicoquímicas entre selladores, incluyendo el espesor de película (Bio-C Sealer: $50 \pm 3,2 \mu\text{m}$). Un cemento con película más delgada según el sistema evaluado puede comportarse de forma distinta si se

cuantifica penetración como profundidad lineal, como ocupación porcentual o como adaptación interfacial.

Según Golhooly et al.²⁰, estas discrepancias no implican necesariamente contradicción, sino que puede depender del diente analizado, protocolo de irrigación, preparación final, técnica de obturación, forma de corte y puntos exactos de medición.

Los hallazgos también mostraron que el tercio medio fue especialmente alto para AH Plus con técnica vertical, mientras que en Bio-C Sealer los promedios fueron más bajos en el tercio medio. Este tipo de valor más alto puede contrastarse con estudios que analizan zonas a distancias específicas desde el ápice. Al respecto Vega-Yslachin et al.⁹ reportaron para Ah Plus, valores mayores a 7 mm que a 3 mm desde el ápice ($173,05 \pm 48,37 \mu\text{m}$ vs $127,14 \pm 54,55 \mu\text{m}$), mostrando que al alejarse del ápice suele aumentar la penetración medida.

Respecto a la técnica de obturación, el modelo GLM de este

estudio in vitro indicó que no hubo diferencias en la penetración promedio y los promedios fueron prácticamente iguales en ambas técnicas

AL respecto en la revisión sistemática con micro-CT de Bhandi et al.⁶, aunque se sugiere que técnicas termoplásticas pueden reducir vacíos respecto a la condensación lateral, también se concluye que ninguna técnica logra obturación completamente libre de vacíos y que los resultados varían por estudio.

En ese contexto Şimşek et al.²¹ reportaron volúmenes de vacíos/obtención medidos en micro-CT con valores como $3,11 \pm 2,06 \text{ mm}^3$ con la técnica lateral frente a $3,81 \pm 1,87 \text{ mm}^3$ con técnica termoplástica, lo cual ilustra que incluso cuando se mide calidad de relleno en 3D, las diferencias pueden no favorecer siempre en la misma dirección. Los autores no observaron diferencias significativas entre las técnicas de preparación y obturación.

Según Schmidt et al.²², el SEM brinda alta resolución para observar la interfaz dentina sellador

y la presencia de material en túbulos en superficies seccionadas. Pero al ser un método 2D, requiere corte y metalización, y puede estar expuesto a artefactos de preparación.

Los autores Donnermeyer, et al²³. mencionan que la CLSM permite cuantificar profundidad/área de penetración usando selladores marcados con fluoróforos y aporta información más volumétrica de la penetración, no obstante, su interpretación depende del marcaje y de la estandarización de los cortes.

En el caso del micro-CT Tosun et al²⁴., sugieren que, aunque es bueno para evaluar vacíos y continuidad del relleno en 3D, no está orientado a medir penetración en túbulos dentinarios por limitaciones de resolución frente al tamaño tubular.

Implicaciones clínicas y proyección del estudio.

El tercio apical sigue siendo el segmento más desafiante para lograr un sellado intra tubular homogéneo, lo que refuerza la importancia de optimizar las fases

de limpieza e irrigación final. Sin embargo, Bhandi et al⁶., sugieren que el pronóstico endodóntico depende también de la calidad del relleno tridimensional, la estabilidad del sellador, la carga microbiana residual y la adaptación interfacial. Como proyección del estudio se propone complementar SEM con CLSM para contrastar profundidad vs área ocupada y para correlacionar penetración tubular con vacíos del relleno, integrar indicadores tridimensionales (micro-CT). Esto permitiría posiblemente dilucidar con mayor precisión la variación atribuible al sellador, la técnica o al protocolo de preparación.

CONCLUSIONES

El grado de penetración fue diferente entre los niveles del tercio radicular y en promedio, fue mayor con el cemento Ah Plus, sin diferencias entre la técnica utilizada.

Limitante del estudio

Para reducir variabilidad no deseada, se estandarizaron el

protocolo de irrigación final (NaOCl EDTA activado ultrasónicamente), el secado, la técnica de obturación asignada por grupo y la medición SEM en tercios definidos, no obstante, se reconoce que la preparación apical podría influir en la penetración del sellador.

Se recomienda que futuros estudios utilicen una preparación apical equivalente (mismo diámetro/taper) en todos los grupos, registren el protocolo de instrumentación por muestra

REFERENCIAS

1. Zan R, Demir AŞ. Contemporary endodontic obturation techniques: a comprehensive literature review. *Cumhuriyet Dental Journal*. 15 de setembro de 2021;24(3):310-7. doi:10.7126/cumudj.948193
2. Wang Y, Tang M, Yang X, Yang J. Evaluating the penetration, interfacial adaptation, and push-out bond strength of four bioceramic-based root canal sealers. *BMC Oral Health*. 21 de maio de 2025;25(1):748. doi:10.1186/s12903-025-06124-w
3. Alvear J, Pupo S, Flórez J, Díaz A, Pérez L, Velasquez A. Evaluación de la penetración de cementos obturadores de canales mediante microscopía electrónica de barrido. *Av Odontoestomatol*. julho de 2017;33(4):143-9.
4. Caceres C, Larrain MR, Monsalve M, Bengoa FP. Dentinal Tubule Penetration and Adaptation of Bio-C Sealer and AH-Plus: A Comparative SEM Evaluation. *Eur Endod J*. 7 de julho de 2021;6(2):216-20. doi:10.14744/eej.2020.96658
5. Hamdy TM, Galal MM, Ismail AG, Saber S. Physicochemical properties of AH plus bioceramic sealer, Bio-C Sealer, and ADseal root canal sealer. *Head Face Med*. 3 de janeiro de 2024;20(1):2. doi:10.1186/s13005-023-00403-z

6. Bhandi S, Mashyakhy M, Abumelha AS, Alkahtany MF, Jamal M, Chohan H, et al. Complete Obturation–Cold Lateral Condensation vs. Thermoplastic Techniques: A Systematic Review of Micro-CT Studies. *Materials*. 18 de julho de 2021;14(14):4013. doi:10.3390/ma14144013
7. Tapia G. Evaluación In Vitro del grado de penetración del cemento obturador en túbulos dentinarios de dientes uniradiculares, obturados con un cemento de última generación Biocerámico EndoSequence HiFlow y un cemento resinoso Ah Plus a través de la técnica de obturación vertical [Trabajo de Investigación y Desarrollo]. [Quito]: Universidad San Francisco de Quito; 2020.
8. Sánchez Arteaga B. COMPARACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE DOS CEMENTOS ENDODÓNTICOS A BASE DE SILICATO DE CALCIO. ESTUDIO IN VITRO. *OdontInvestigación*. 4 de abril de 2022;8(1). doi:10.18272/oi.v8i1.2513
9. Vega-Yslachin M, Velásquez Huamán Z, García-Rupaya CR. Comparación de la penetración de tres selladores endodónticos en los túbulos dentinarios con microscopia electrónica de barrido. *Revista Estomatológica Herediana*. 29 de junho de 2024;34(2):127-35. doi:10.20453/reh.v34i2.5530
10. Castellanos D, Mesa J. Comparación de la Penetración en los Túbulos Dentinales en el tercio apical de dos Cementos Resinosos, Vioseal® y AH-Plus® mediante Microscopio Electrónico de barrido(SEM): Un Estudio In Vitro [Trabajo de Grado]. [Colombia]: Universidad Santo Tomás; 2023.
11. Merfea M, Cimpean SI, Chiorean RS, Antoniac A, Delean AG, Badea IC, et al. Comparative Assessment of Push-Out Bond Strength and Dentinal Tubule Penetration

- of Different Calcium-Silicate-Based Endodontic Sealers. *Dent J (Basel)*. 6 de dezembro de 2024;12(12):397. doi:10.3390/dj12120397
12. Saricam E, Altinişik H. Dentinal tubular penetration ability of epoxy resin-based and bioceramic-based root canal sealers. *BMC Oral Health*. 19 de dezembro de 2024;24(1):1506. doi:10.1186/s12903-024-05311-5
 13. Ozasir T, Eren B, Gulsahi K, Ungor M. The Effect of Different Final Irrigation Regimens on the Dentinal Tubule Penetration of Three Different Root Canal Sealers: A Confocal Laser Scanning Microscopy Study In Vitro. *Scanning*. 14 de outubro de 2021;2021:1-9. doi:10.1155/2021/8726388
 14. Wiese PEB, Silva-Sousa YT, Pereira RD, Estrela C, Domingues LM, Pécora JD, et al. Effect of ultrasonic and sonic activation of root canal sealers on the push-out bond strength and interfacial adaptation to root canal dentine. *Int Endod J*. 19 de janeiro de 2018;51(1):102-11. doi:10.1111/iej.12794
 15. Vilas-Boas DA, Grazziotin-Soares R, Ardenghi DM, Bauer J, de Souza PO, de Miranda Candeiro GT, et al. Effect of different endodontic sealers and time of cementation on push-out bond strength of fiber posts. *Clin Oral Investig*. 11 de abril de 2018;22(3):1403-9. doi:10.1007/s00784-017-2230-z
 16. AL-Haddad A, Che Ab Aziz ZA. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *Int J Biomater*. 2016;2016:1-10. doi:10.1155/2016/9753210
 17. Wang Y, Liu S, Dong Y. In vitro study of dentinal tubule penetration and filling quality of bioceramic sealer. *PLoS One*. 1º de fevereiro de 2018;13(2):e0192248. doi:10.1371/journal.pone.0192248
 18. El Hachem R, Khalil I, Le Brun G, Pellen F, Le Jeune B,

- Daou M, et al. Dentinal tubule penetration of AH Plus, BC Sealer and a novel tricalcium silicate sealer: a confocal laser scanning microscopy study. *Clin Oral Investig*. 17 de abril de 2019;23(4):1871-6. doi:10.1007/s00784-018-2632-6
19. Vadachkoria O, Mamaladze M, Jalabadze N, Chumburidze T,, Vadachkoria D. Evaluation of three obturation Techniques in the Apical Part of Root Canal. *Georgian Med News*. 2019;17(21):22-7. doi:<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31560656/>.
20. Gilhooly R, Hayes S, Bryant S, Dummer P. Comparison of lateral condensation and thermomechanically compacted warm alpha-phase gutta-percha with a single cone for obturating curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2001;91(1):89-94. doi:10.1067/moe.2001.110416.
21. Şimşek N, Keleş A, Ahmetoğlu F, Akinci L EK. 3D Micro-CT Analysis of Void and Gap Formation in Curved Root Canals. *Eur Endod J*. setembro de 2017;2(1):1-5.
22. Schmidt S, Schäfer E, Bürklein S, Rohrbach A, Donnermeyer D. Minimal Dentinal Tubule Penetration of Endodontic Sealers in Warm Vertical Compaction by Direct Detection via SEM Analysis. *J Clin Med*. 27 de setembro de 2021;10(19):4440. doi:10.3390/jcm10194440
23. Donnermeyer D, Schmidt S, Rohrbach A, Berlandi J, Bürklein S, Schäfer E. Debunking the Concept of Dentinal Tubule Penetration of Endodontic Sealers: Sealer Staining with Rhodamine B Fluorescent Dye Is an Inadequate Method. *Materials*. 10 de junho de 2021;14(12):3211. doi:10.3390/ma14123211
24. Tosun S, Karataşlıoğlu E, Çulha E, Çetinkaya OB, Uzun İ. Dentinal tubule penetration

of AH Plus, MTA Fillapex,
and BioRoot flow: a confocal
laser scanning microscopy
study. BMC Oral Health. 25
de novembro de
2025;25(1):1984.
doi:10.1186/s12903-025-
07412-1



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Quimí Soriano Xiomara Aracely**, con C.C: # **1206315804** autor/a del trabajo de titulación: **Evaluación in vitro del grado de penetración del cemento obturador en premolares inferiores mediante microscopio electrónico de barrido** previo a la obtención del título de **Odontólogo** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **26 de febrero de 2026**

f. Xiomara Quimi S.

Nombre: **Quimí Soriano Xiomara Aracely**

C.C: **1206315804**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Evaluación in vitro del grado de penetración del cemento obturador en premolares inferiores mediante microscopio electrónico de barrido.		
AUTOR(ES)	Quimí Soriano, Xiomara Aracely		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Od. López Espinoza, Javier Andrés		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Ciencias de la salud		
CARRERA:	Odontología		
TITULO OBTENIDO:	Odontóloga		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	26 de febrero del 2026	No. DE PÁGINAS:	17 pag.
ÁREAS TEMÁTICAS:	Endodoncia, Materiales dentales, Tecnología en odontología		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	cementos obturadores, conducto radicular, endodoncia, microscopía electrónica de barrido, obturación, túbulos dentinarios		
RESUMEN/ Introducción:	El sellado radicular es un paso fundamental en el éxito de un tratamiento endodóntico, Los cementos obturadores complementan la obturación y favorecen el sellado tridimensional y, la técnica de obturación puede modificar el comportamiento del cemento obturador dentro del conducto. Objetivo: evaluar el grado de penetración de los cementos obturadores Ah Plus y Bio C Sealer en los túbulos dentinarios de los tercios coronal, medio y apical de premolares inferiores obturados mediante la técnica de compactación vertical y condensación lateral observados en microscopio electrónico de barrido. Método: estudio in vitro utilizando 40 dientes premolares inferiores extraídos no vitales, para comparar los resultados del grado de penetración entre los cementos obturadores AH Plus® (Root Canal Sealer, Dentsply Sirona) y BIO-C® Sealer (Angelus). Resultados: se encontró un efecto significativo del tercio sobre la penetración ($F= 4,279$; $p = 0,024$; $\eta^2 = 0,106$), específicamente entre tercio medio y apical ($\Delta = 94,440 \mu\text{m}$; $p = 0,048$), sin diferencias del nivel coronal con medio y apical ($p \geq 0,05$). El tipo de cemento mostró influencia significativa en la penetración promedio ($p = 0,027$; $\eta^2 = 0,128$), mientras que la técnica no evidenció diferencias ($F p = 0,647$; $\eta^2 = 0,006$). No se observaron interacciones significativas de 2do orden y 3er orden ($p \geq 0,05$). Conclusión: en los premolares inferiores evaluados por SEM, el grado de penetración en túbulos dentinarios varió según el tercio, con mayor penetración en el tercio medio, con efecto del tipo de cemento, pero sin efecto de la técnica.		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTORES:	Teléfono: +593994201754	E-mail: xiomaraquimi19@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: OCAMPO POMA ESTEFANÍA DEL ROCÍO		
	Teléfono: +593996757081		
	E-mail: estefania.ocampo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			