

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

POSTGRADO DE ENDODONCIA

**“COMPARACIÓN DE LA MICROFILTRACIÓN APICAL EN OBTURACIONES ENDODONTICAS CON
TÉCNICA DE CONO ÚNICO ENTRE UN SELLADOR BIOCERÁMICO Y UN SELLADOR RESINOSO”: UN
ESTUDIO IN VITRO.**

TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRIA EN ENDODONCIA

DR. LUIS ÁNGEL GRIJALVA GONZÁLEZ

CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA

Noviembre 2023

ÍNDICE

1. SUMARIO	4
2. INTRODUCCIÓN	6
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
4. JUSTIFICACIÓN	10
5. MARCO TEÓRICO	12
5.1 Generalidades de la Endodoncia	12
5.2 Diagnostico	13
5.3 Clasificación de Enfermedades Pulpaes y Periapicales	19
5.4 Tipos de Tratamiento Endodónticos	24
5.5 Obturaciones en Tratameientos de Conductos Radiculares	30
5.6 Tecnicade Obturaciones Endodonticas con Selladores y Gutapercha	39
5.7 El Auge de los Selladores Biocerámicos y Técnica de Obturación de Cono Único en la Endodoncia Contemporánea	43
5.8 Tipos de Selladores Biocerámicos	47
5.9 Técnica de Cono Único Utilizando Selladores Biocerámicos a Base de Silicato de Calcio Versus Selladores a Base de Resina Epoxi	49
5.10 CeraSeal versus AH Plus	54
6. OBJETIVOS	58
6.1 Objetivo General	58
6.2 Objetivo Especifico	58
7. HIPOTESIS	59
8. VARIABLES	60
9. MARCO METODOLÓGICO	61

10. RESULTADOS	68
10.1 Resultados Descriptivos	68
10.2 Resultados de la obturación endodóntica	70
10.3 Resultados Análisis de ANOVA 1	75
10.4 Resultados Análisis de ANOVA 2	77
11. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	83
12. CONCLUSIONES	86
13. RECOMENDACIONES	87
14. LIMITACIONES	88
15. PERSPECTIVAS DE FUTURO	89
16. BIBLIOGRAFÍA	90
17. ANEXOS	101
18. AGRADECIMIENTO	108

1. SUMARIO

El propósito del presente trabajo de investigación “in vitro”, fue comparar la microfiltración apical de obturaciones endodónticas con técnica de cono único entre un sellador biocerámico y un sellador resinoso, en dos momentos distintos (3 días, y 7 días), exponiéndolos a un tinte de azul de metileno al 2%.

Se seleccionaron 40 dientes humanos extraídos, monorradiculares, con un solo conducto, con ápices completamente formados y cerrados. Los dientes se limpiaron de caries y restauraciones previas, dejando las raíces intactas, sin presencia de fracturas o reabsorciones radiculares que afecten la integridad del diente. Las piezas fueron decapitadas coronalmente, dejando únicamente la raíz. Las raíces se instrumentaron, y se obturaron con técnica de cono único, utilizando 2 selladores diferentes, 20 con sellador biocerámico de silicato de calcio (CeraSeal Metabiomed), y 20 con sellador a base de resina epoxi (AH Plus Densply), colocando con léntulo los selladores antes descritos. Los especímenes se sellaron con ionómero de vidrio reforzado con resina (Fuji II GC). Posteriormente, se asignarán al azar los especímenes formando cuatro grupos. Se pintaron las raíces con 2 capas de esmalte de uñas, dejando sin pintar únicamente los últimos 3 milímetros de la raíz a nivel del tercio apical. Luego se sumergieron las raíces en solución de azul de metileno al 2%, con diferente momento. El primer grupo con sellador biocerámico y 3 días de exposición (N1), el segundo grupo con sellador biocerámico y 1 semana de exposición (N2), el tercer grupo con sellador resinoso y 3 días de exposición (N3), el cuarto grupo con sellador resinoso y 1 semana de exposición (N4), todos a 37 grados centígrados, en una incubadora, a manera que se pudiera reproducir la temperatura natural corporal, permitiendo que la solución cause la microfiltración necesaria para evaluar y determinar la penetración del azul de metileno en las muestras. Al cumplir el tiempo establecido, las muestras se lavan con agua corriente y se dejan secar al aire libre.

Los resultados presentados muestran una diferencia entre el sellador CeraSeal (biocerámico) y el sellador AH Plus (resinoso) estadísticamente significativa cuando se comparó por material, presentando menos microfiltración apical los obturados con técnica de cono único y sellador AH Plus. Por otro lado, también hubo diferencia estadísticamente

significativa cuando se comparó por tiempo evaluado de 3 días los dos selladores, siendo menor la microfiltración apical en los especímenes obturados con técnica de Cono único y AH Plus. Sin embargo, si se compara por tiempo el grupo N2 (CeraSeal 7 días), con el Grupo N4 (AH Plus 7 días), la diferencia entre los grupos no fue significativa, presentando nula o mínima filtración en el análisis estadístico. En base a la efectividad de la técnica de cono único con sellador Biocerámico CeraSeal y sellador Resinoso AH Plus, resulto ser efectiva al presentar un 97.5% entre microfiltración nula y microfiltración mínima, presentando únicamente un 2.5% de filtración moderada.

En conclusión, la técnica de cono único resulto ser efectiva en un 97.5%, la diferencia fue estadísticamente cuando se comparó los grupos en tiempo de 3 días, y estadísticamente no significativa cuando se comparo en tiempo de 7días.

2. INTRODUCCIÓN

La endodoncia es un procedimiento dental que tiene como objetivo principal eliminar la infección presente en el interior del diente y sellar el conducto radicular para evitar futuras complicaciones (Deog-Gyu Seo, 2019). El objetivo del tratamiento de conductos radiculares es proporcionar una obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares para evitar la entrada de bacterias y líquidos (José F Siqueira Jr., 2005). Para proporcionar un sellado hermético, los materiales de núcleo como la gutapercha y los selladores de conductos radiculares son esenciales. Los selladores deben ser biocompatibles y no irritantes para los tejidos perirradiculares (Natália Gomes de Oliveira, 2018). Los selladores más utilizados son los selladores de hidróxido de calcio, los selladores de ionómero de vidrio, los selladores de óxido de zinc y eugenol, los selladores a base de resina y los selladores a base de silicato de calcio recientemente introducidos (Deog-Gyu Seo, 2019).

Una de las técnicas de obturación más utilizadas es la técnica de cono único, la cual consiste en la colocación de un solo cono de gutapercha para sellar el conducto radicular. Sin embargo, esta técnica puede presentar ciertas limitaciones, como la presencia de lagunas o espacios vacíos en la obturación, lo que puede permitir la filtración de bacterias y la reinfección del conducto. Para solucionar este problema, se ha propuesto la utilización de silicatos de calcio como material de obturación, los cuales han demostrado tener propiedades antibacterianas y de sellado superiores a la gutapercha (Farnaz Jafari, 2017).

En este contexto, la microfiltración periapical se ha convertido en una herramienta de diagnóstico importante para evaluar la calidad de la obturación endodóntica. La microfiltración se refiere a la filtración de fluidos a través de micro fisuras o defectos en la obturación, lo que puede indicar la presencia de espacios vacíos o lagunas (Deog-Gyu Seo, 2019).

En el presente estudio, se pretende evaluar la eficacia de la obturación y la posible microfiltración periapical con la técnica de cono único y sellador biocerámico de silicato calcio como lo es CeraSeal (MetaBiomed, Corea), en el cual el 50% o más de la obturación,

están comprendidos por el sellador, versus la técnica de cono único y sellador de Resino AH Plus (Densply), siendo este último sellador por mucho tiempo, el Sellador Gold estándar.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La técnica de obturación con cono único se basa en la utilización de un cono de gutapercha previamente calibrado, con una conicidad, similar a la última lima que se utilizó para instrumentar el sistema de conductos radiculares de la pieza dental endodónticamente tratada. Se ajusta al conducto radicular y se sella con cemento endodóntico. Sin embargo, se ha observado que esta técnica puede presentar problemas de microfiltración periapical, lo que puede comprometer la eficacia del tratamiento endodóntico.

Un sellado adecuado depende del relleno hermético del conducto endodónticamente tratado desde la región apical y media, hasta la región coronal del conducto. El material de relleno debe evitar la infiltración microbiana, reducir el riesgo de reinfección y mantiene bajos los niveles residuales de bacterias debido a la fuga de fluidos y microorganismos en el sistema del conducto radicular. Todo en conjunto, conllevara a tener factores que permiten la reparación de los tejidos que rodean la raíz, aumentando las posibilidades de un tratamiento endodóntico eficaz (Cynthia Maria Chaves Monteiro, 2023) (Kallaya Yanpiset, 2018).

Este estudio tiene como objetivo poder evaluar la eficacia ante la microfiltración periapical de la obturación endodóntica con técnica de cono único y selladores a base de silicato de calcio versus técnica de cono único y sellador resinoso.

La microfiltración es un problema común en la endodoncia que puede resultar en la inflamación del tejido periapical y la falla del tratamiento (Fuad Jacob Abi Rached-Junior, Angélica Moreira de Souza, 2016). Es por esta razón, que es necesario más estudios con respecto a la técnica de obturación con cono único, debido a que, en los últimos años, a sido una técnica que se a popularizado por su rapidez y simplicidad, aunado la excelente biocompatibilidad y bioactividad de los selladores Biocerámicos a base de silicatos tricálcicos. Pero esta técnica, por simple que sea, puede tener errores de procedimiento inadecuados como el dejar un revestimiento inadecuado en el conducto, el cual llevara a dejar vacíos o espacios sin cubrir y permitir la microfiltración bacteriana que podría conducir al fracaso endodóntico. Por otro lado, la colocación excesiva de sellador, puede resultar en la extrusión del mismo, más allá del foramen apical, lo que puede retrasar la cicatrización

(S Pallavi, 2020). La técnica bien utilizada, podría ser efectiva, lo que nos lleva a pensar que tan efectiva es la técnica de cono único ante la microfiltración periapical.

Para averiguarlo, se realiza una investigación in vitro, con 40 dientes humanos extraídos, monoradiculares, de un solo conducto, basados en la investigación de Pallavi et al. En el 2020 (S Pallavi, 2020). Dichos dientes se preparan con el mismo protocolo de instrumentación, irrigación y obturación con técnica de cono único, variando únicamente el sellador. Se dividen en 4 grupos de 10 dientes cada uno. En el primer grupo (N1), los dientes se obturan con la técnica de cono único y Sellador Biocerámicos a base de silicato de calcio. Se preparan los especímenes dentales en toda su superficie con un impermeabilizante a excepción de los últimos 3 milímetros del tercio apical, sumergidos en una solución de azul de metileno al 2% por 72 horas para evaluar si existe la microfiltración apical. En el segundo grupo (N2), se prepara los especímenes dentales de la misma manera, con la diferencia que se dejan sumergidos por 1 semana para evaluar si existe la microfiltración apical. En el tercer grupo (N3), los dientes se obturan con técnica de cono único y Sellador Resinoso. Se preparan los especímenes dentales en toda su superficie con un impermeabilizante a excepción de los últimos 3 milímetros del tercio apical, sumergidos en una solución de azul de metileno al 2% por 72 horas para evaluar si existe microfiltración apical. En el cuarto grupo (N4), se prepara los especímenes dentales de la misma manera, con la diferencia que se dejan sumergidos por 1 semana para evaluar si existe microfiltración apical.

Este estudio pretende contestar las siguientes preguntas:

¿Existen diferencias en la microfiltración apical en obturaciones endodónticas utilizando la técnica de cono único entre un sellador biocerámico y un sellador resinoso?

¿Existe diferencia estadísticamente significativa de la microfiltración apical en obturaciones endodónticas con técnica de cono único entre selladores (biocerámico y resinoso) y tiempo de evaluación (tres y siete días)?

4. JUSTIFICACIÓN

La técnica de obturación de cono único con sellador biocerámico en endodoncia ha sido objeto de interés creciente en los últimos años debido a su eficacia y facilidad de uso en comparación con otras técnicas de obturación. Esta técnica se basa en el uso de un solo cono de gutapercha, que se adapta perfectamente al canal radicular, y en la utilización de un sellador biocerámico que permite una obturación hermética y duradera.

La importancia de investigar esta técnica radica en su potencial para mejorar los resultados de los tratamientos de endodoncia, ya que una obturación adecuada es esencial para el éxito a largo plazo del tratamiento. Además, el sellador biocerámico utilizado en esta técnica ha demostrado tener propiedades antibacterianas y antiinflamatorias, lo que puede contribuir a la prevención de complicaciones postoperatorias y mejorar la salud bucal del paciente.

Otro aspecto importante a considerar es que esta técnica de obturación de cono único con sellador biocerámico es relativamente nueva y, por lo tanto, es necesario continuar investigando para comprender mejor su eficacia y limitaciones. Además, se requiere investigación adicional para comparar los resultados de esta técnica con otras técnicas de obturación para determinar su utilidad en diferentes casos clínicos (S Pallavi, 2020).

Con respecto al material de obturación, este podría estar asociado con el dolor postoperatorio después de la terapia endodóntica (Javidi M, 2020). Se ha informado efectos citotóxicos en los tejidos periapicales luego de la extrusión del sellador durante la obturación del conducto radicular, lo que causa inflamación periapical, necrosis y dolor. La composición química de los selladores también afecta la reacción del tejido (Ørstavik, 2005).

En cuanto al tipo de sellador endodóntico, actualmente existen varios tipos en el mercado. Los más populares, se pueden clasificar según su constitución química en selladores a base de óxido de zinc y eugenol, selladores a base de hidróxido de calcio, selladores a base de resina epoxi y selladores biocerámicos (Ørstavik, 2005) (Lim M, 2020).

Los selladores a base de resina son conocidos por sus beneficiosas propiedades físicas; por otro lado, existe una preocupación por sus efectos citotóxicos, empujando a la endodoncia a buscar un mejor sellador. En un intento de corregir este inconveniente, los selladores

biocerámicos, fueron recientemente lanzado. Estos selladores poseen efectos biológicos positivos y una baja lesión a tejidos vitales. Además, ha sido recientemente planteada la hipótesis de que podrían beneficiar la integridad de la raíz después de la obturación del conducto radicular. La solubilidad de estos selladores sigue siendo un aspecto crítico de sus propiedades (Fonseca B, 2019). Por esta razón, la técnica de cono único y biocerámicos como el silicato de calcio, sigue creando discrepancia en la opinión de los expertos, por lo que es necesario más investigación para ir optimizando la técnica, e ir desplazando a los selladores resinosos que han sido los Gold standard por mucho tiempo (Blanca Ortiz-Blanco, José Luis Sanz., 2022).

En resumen, la investigación de la técnica de obturación de cono único con sellador biocerámico en endodoncia es importante debido a su potencial para mejorar los resultados del tratamiento, su eficacia y facilidad de uso, y la necesidad de continuar investigando para comprender mejor su efectividad y limitaciones.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 Generalidades en la Endodoncia:

La endodoncia es un procedimiento dental que tiene como objetivo principal eliminar la infección presente en el interior del diente y sellar el conducto radicular para evitar futuras complicaciones (Deog-Gyu Seo, 2019). La Endodoncia tiene como consigna salvar los dientes que de otra manera tendrían que ser extraídos. Cuando la pulpa dental está infectada o inflamada, ya sea debido a caries profundas, fracturas dentales, traumatismos o enfermedades periodontales avanzadas, se realiza la endodoncia para eliminar el tejido pulpar dañado y restaurar la salud del diente. La endodoncia busca eliminar la infección, aliviar el dolor y preservar la estructura dental. Al tratar y sellar los conductos radiculares, se elimina la fuente de la infección y se evita que se propague a otras áreas de la boca. Además, al preservar el diente natural, se evita la necesidad de extraerlo y reemplazarlo con prótesis dentales, lo que puede tener beneficios estéticos, funcionales y psicológicos para el paciente.

Al salvar los dientes mediante la endodoncia, se promueve la salud bucal a largo plazo. Los dientes naturales desempeñan un papel importante en la masticación, la fonética y la apariencia estética. Además, evitan problemas de oclusión y la posible migración de otros dientes en el caso de una extracción.

El tratamiento de conductos radiculares debe proporcionar una obturación tridimensional de estos, para evitar la entrada de bacterias y fluidos (José F Siqueira Jr., 2005). Para proporcionar un sellado hermético, los materiales de núcleo como la gutapercha y los selladores de conductos radiculares son esenciales. Los selladores deben ser biocompatibles y no irritantes para los tejidos perirradiculares. Los selladores más utilizados son los selladores de hidróxido de calcio, los selladores de ionómero de vidrio, los selladores de óxido de zinc y eugenol, los selladores a base de resina y los selladores a base de silicato de calcio recientemente introducidos (Natália Gomes de Oliveira, 2018).

Desde hace unas décadas, el tratamiento de endodoncia se ha considerado por encima de otros tratamientos dentales más drásticos, como extracciones dentales, implantes dentales o de prótesis dentales; para así mantener la integridad del arco, la estética y la función.

Para poder optar a la endodoncia, es importante que el diagnóstico de la pieza dental sea certero. El Endodoncista siempre deben prestar atención a los signos y síntomas, tanto clínicos como radiográficos que presente el paciente, con el fin de llegar a un diagnóstico acertado y así poder realizar el tratamiento con los resultados más predecibles, dentro de las limitaciones que siempre se presentan (Soares I, 2003, Buenos Aires, Argentina).

5.2 Diagnóstico:

Es el proceso mediante el cual el endodoncista determina la necesidad de un tratamiento de endodoncia evaluando el estado de salud de la pulpa dental y los tejidos que rodean la raíz del diente. Los pasos clave involucrados en el diagnóstico endodóntico:

Anamnesis y Evaluación de los Síntomas:

El Endodoncista recopila información del paciente sobre los síntomas que experimenta, como dolor dental, sensibilidad, hinchazón, o cambios en la coloración del diente. También se recopila información sobre el historial dental, tratamiento dental previo en la pieza sospechosa y evolución de los signos o síntomas (Soares I, 2003, Buenos Aires, Argentina).

Examen Extraoral:

Los exámenes que incluye la palpación del rostro y cuello están justificados para determinar si la hinchazón está presente. Muchas veces se puede determinar una hinchazón facial solo por palpación cuando hay un “bulto o protuberancia” unilateral.

La hinchazón es localizada, difusa, firme o fluctuante. Estos hallazgos posteriores juegan un papel importante en la determinación del tratamiento adecuado.

La palpación de los ganglios linfáticos cervicales y submandibulares es parte integral del protocolo de examen. Si se encuentra que los ganglios son firmes, junto con la hinchazón facial y una temperatura elevada, hay un alto probabilidad de que exista una infección.

Las hinchazones de origen no odontogénico siempre deben ser consideradas en el diagnóstico diferencial, especialmente si no existe en el área afectada una pieza que evidencie tener una patología (Louis H. Berman, 2020) .

Examen Intraoral:

Este examen puede dar al Endodoncista una idea de qué áreas intraorales pueden necesitar una evaluación más enfocada. Cualquier anormalidad debe ser cuidadosamente examinado para la prevención o el tratamiento temprano de algunos patosis.

Examen clínico:

El Endodoncista realiza un examen visual y físico de los dientes y los tejidos bucales. Busca signos de caries, fracturas dentales, lesiones en los tejidos blandos, fistula o hinchazón en el área afectada. Tanto la mucosa como la encía, deben secarse con una jeringa triple bajo presión o en su defecto una gasa. Al retraer la lengua y la mejilla, se debe examinar todo el tejido blando para detectar anomalías en el color o textura. Toda lesión elevada o ulceración debe documentarse y, cuando sea necesario, ser evaluado con biopsia.

Palpación:

El médico debe preguntarle al paciente sobre cualquier área que sienta inusualmente sensible durante la palpación. Se realiza una prueba de palpación aplicando una presión firme con la yema del dedo en el tejido que recubre los ápices y las raíces. Se utiliza el dedo índice para palpar la mucosa. Esto con el fin de detectar anomalías perirradiculares en ciertas zonas puntuales que producen respuesta dolorosa. Una respuesta positiva podría indicar un proceso inflamatorio en la zona periradicular. Tomar en cuenta que esta prueba no indica si el proceso inflamatorio es de origen endodóntico o del periodonto.

Las inflamaciones de tejido blando de origen odontogénico pueden ubicarse en varias zonas. Puede haber inflamaciones en encía inserta, mucosa del alveolo, fondo del surco, paladar o tejidos sublinguales. En ocasiones cuando hay duda del origen, otros métodos de prueba son necesarios para determinar si el origen es endodóntico, periodontal o combinación de estos dos, o bien si es de origen no odontogénico (Louis H. Berman, 2020).

Pruebas de sensibilidad pulpar:

Se realizan pruebas para evaluar la respuesta de la pulpa dental. Estas pueden incluir pruebas de sensibilidad a la temperatura, a la presión y a estímulos eléctricos.

Pruebas de Sensibilidad Pulpar al Frío: son utilizadas en odontología para evaluar la respuesta de los tejidos pulpaes (nervios) de los dientes a estímulos térmicos fríos. Estas pruebas son útiles para diagnosticar la vitalidad pulpar y determinar la presencia de inflamación o lesiones en la pulpa dental.

Existen diferentes métodos para realizar pruebas de sensibilidad pulpar al frío. Algunos de los más comunes son:

1. Prueba de hielo o Spray Refrigerante: Se aplica un trozo pequeño de hielo o una sustancia fría en un hisopo (Contenedor de spray refrigerante a base de cloruro de etilo o dióxido de Carbono) en la superficie del diente que se va a evaluar. Se observa la respuesta del paciente ante el estímulo frío. Si el paciente experimenta dolor o sensibilidad localizada que se quita al momento de quitar el estímulo, puede ser indicativo de una respuesta pulpar normal. Por otro lado, si el paciente presenta sensibilidad aguda, que permanece por algún tiempo después del estímulo o es irradiada, o bien si la respuesta es débil o difusa, o no siente ninguna sensación puede sugerir un problema pulpar.
2. Sondas de enfriamiento: Estas sondas están diseñadas para enfriar la superficie del diente de forma controlada. Se colocan en diferentes áreas del diente y se observa la respuesta del paciente ante el estímulo frío. Si el paciente experimenta una sensación de frío normal y no hay dolor o sensibilidad prolongada, puede indicar una pulpa sana. Sin embargo, si el paciente experimenta dolor intenso o prolongado, puede ser un indicio de inflamación o daño en la pulpa dental (Louis H. Berman, 2020).

Pruebas de Sensibilidad Pulpar al Calor: son utilizadas en odontología para evaluar la respuesta de los tejidos pulpaes de los dientes a estímulos térmicos calientes. Estas pruebas pueden ayudar a determinar la vitalidad pulpar y detectar posibles inflamaciones o lesiones en la pulpa dental.

Existen diferentes métodos para realizar pruebas de sensibilidad pulpar al calor. A continuación, mencionaré dos de los métodos más comunes:

1. Prueba de gutapercha caliente: Se utiliza una gutapercha caliente que se coloca en contacto con la superficie del diente que se va a evaluar. La gutapercha es un material que se derrite fácilmente a altas temperaturas, como, por ejemplo, con un mechero. El Endodoncista lo aplica en el diente y observa la respuesta del paciente ante el estímulo térmico. Si el paciente experimenta dolor o sensibilidad, localizada, puede ser un indicio de una respuesta pulpar normal. Sin embargo, si el paciente no siente ninguna sensación, sensibilidad aguda que permanece al retirar el estímulo, o si la respuesta es débil o difusa, podría sugerir un problema de vitalidad pulpar.
2. Prueba de agua caliente: Se utiliza agua caliente a una temperatura controlada para estimular el diente. El Endodoncista puede aplicar agua caliente en el diente mediante una jeringa o un dispositivo de pulverización. Se observa la respuesta del paciente ante el estímulo térmico. Si el paciente experimenta una sensación de calor normal y no hay dolor o sensibilidad prolongada, puede indicar una pulpa sana. Sin embargo, si el paciente experimenta dolor intenso o prolongado, puede ser un indicio de inflamación o daño en la pulpa dental (Louis H. Berman, 2020).

Pruebas de sensibilidad pulpar eléctricas:

También conocidas como pruebas eléctricas pulpares, son utilizadas en odontología para evaluar la respuesta de los tejidos pulpares (nervios) de los dientes a estímulos eléctricos. Estas pruebas son útiles para determinar la vitalidad pulpar y detectar posibles inflamaciones, lesiones o anomalías en la pulpa dental.

Existen diferentes dispositivos utilizados para realizar pruebas de sensibilidad pulpar eléctricas, pero uno de los más comunes es el dispositivo de pulpometría eléctrica (pirometría). Este dispositivo emite una corriente eléctrica de baja intensidad a través de un electrodo que se coloca en contacto con el diente que se va a evaluar. La corriente eléctrica estimula los nervios de la pulpa dental, y se registra la respuesta del paciente.

Durante la prueba, el Endodoncista aumenta gradualmente la fuerza de la corriente eléctrica hasta que la persona evaluada percibe una sensación de ligero dolor u hormigueo. Esto se conoce como umbral de sensibilidad. El umbral de sensibilidad puede variar de un diente a otro y de una persona a otra. Si el paciente experimenta una respuesta normal y se encuentra dentro de los rangos esperados de sensibilidad, se considera que la pulpa está

saludable. Sin embargo, si el paciente no siente ninguna sensación o si la respuesta es anormal, puede indicar un problema en la pulpa dental.

También, existen otros tipos de pruebas especiales, menos usuales que pueden ayudar a comprobar la vitalidad pulpar como lo son:

. Dispositivo de Oximetría de pulso

. Flujometría de láser Doppler

Percusión

Si el paciente está experimentando sensibilidad aguda o dolor al masticar, esta respuesta típicamente puede ser duplicado por percusión individual de los dientes, que a menudo aísla el síntoma a un diente en particular. Si el paciente siente dolor a la percusión, nos indicara que este inflamado el ligamento periodontal y no que este vital o no. (periodontitis apical sintomática.). Tomar en cuenta que la inflamación también puede ser secundaria a un trauma físico, contactos prematuros, enfermedad periodontal o la propagación de la enfermedad pulpar en el periodontal espacio pigmentario. Esta se realiza con golpes suaves en la parte incisal u oclusal de forma vertical con el mango del espejo dental (Louis H. Berman, 2020).

Radiografías dentales:

Estas proporcionan imágenes de los dientes y las estructuras circundantes. Ayudan a identificar la presencia de caries, fracturas dentales, infecciones o abscesos en las raíces dentales. Si fuese necesario se ordena una tomografía del área afectada (CBCT), para tener un panorama más claro, un diagnóstico más certero, y un plan de tratamiento más predecible y seguro.

Pruebas de movilidad dental:

Al igual que las pruebas de percusión, un aumento en la movilidad de los dientes no es una indicación de vitalidad de la pulpa. Es simplemente una indicación de un compromiso periodontal. aparato de fijación. Este compromiso podría ser el resultado de un problema agudo o trauma físico crónico, trauma oclusal, hábitos parafuncionales, enfermedad periodontal, fracturas radiculares, movimiento rápido de ortodoncia o la extensión de enfermedad pulpar, específicamente una infección, en el espacio del ligamento periodontal.

La movilidad dental está relacionada directamente a la integridad del sistema periodontal de inserción o incluso a la inflamación que presente el ligamento periodontal. A menudo la movilidad vuelve a la normalidad después de que los factores iniciadores son eliminados. Debido a que la movilidad por presión dactilar puede ser visualmente subjetivo, por lo que se debe usar los extremos posteriores de dos espejos, en sus caras libres, bucal y lingual del diente. La presión se realiza en dirección bucal-lingual, así como en dirección vertical.

Cualquier movilidad que excede +1 debe considerarse anormal. Sin embargo, los dientes deben ser evaluados sobre la base de qué tan móviles son en relación con los dientes adyacentes y dientes contralaterales. Los parámetros que podemos usar de referencia son los siguientes (Louis H. Berman, 2020):

+1 Movilidad: El primer signo de movimiento que no es normal.

+2 Movilidad: Movilización dental de manera horizontal no mayor a 1 mm

+3 Movilidad: Movimiento dentario horizontal superior a 1 mm, presentando o no rotación o depresión vertical de la pieza.

Examen Periodontal:

Es importante el sondaje periodontal al realizar diagnóstico intraoral. La medición nos indicará la profundidad del surco gingival, la cual corresponde a la distancia entre la altura del margen de la encía, hasta la altura del denominado aparato de fijación (debajo). Usando una sonda periodontal calibrada, el odontólogo debe registrar la profundidad de la bolsa periodontal en los aspectos mesial, medio y distal tanto de la zona bucal como caras linguales del diente, anotando las profundidades en milímetros.

La pérdida ósea por bifurcación puede ser secundaria a enfermedad periodontal o pulpar. La cantidad de pérdida de hueso de furcación, como se observa tanto clínicamente como radiográficamente, debe documentarse también. El defecto de la furca se puede medir con la sonda de Nabers, la cual nos ayudara clínicamente a comprobar la extensión y profundidad de las lesiones de la bifurcación. A continuación, se presenta los parámetros para clasificar los defectos de furca:

Defecto de furcación de clase I: La furca se puede sondear ligeramente pero no a una profundidad significativa.

Defecto de bifurcación de clase II: La furca se puede sondear significativamente, pero no se puede sondear completamente hasta el lado opuesto.

Defecto de furcación de clase III: La furcación se puede sondear por completo, hasta el lado opuesto.

Basado en los resultados de estos pasos de diagnóstico, el Endodoncista determinará si el tratamiento de endodoncia es necesario y podrá elaborar un plan de tratamiento adecuado (Louis H. Berman, 2020).

Examen de los tejidos periapicales:

Se examinan los tejidos que rodean la raíz del diente, incluyendo el periodonto y los huesos, para identificar signos de infección, inflamación o lesiones, por medio de imágenes radiográficas.

La endodoncia puede no ser necesaria en todos los casos. Es por eso que en algunos casos puede ser necesario realizar pruebas adicionales, como la tomografía computarizada (CBCT), para obtener una evaluación más precisa (Louis H. Berman, 2020).

5.3 Clasificación de Enfermedades Pulpaes y Periapicales:

Deben ser realizados en base a los métodos de diagnóstico antes descritos para poder lograr llegar a un diagnóstico acertado. Cada caso puede requerir un enfoque individualizado según la condición clínica del paciente.

La terminología y las clasificaciones que siguen se basan en lo sugerido por la Asociación Americana de Endodoncia en 2016 (American Association of Endodontics, 2016).

Pulpa normal

Esta es una categoría de diagnóstico clínico en la que la pulpa está libre de síntomas y normalmente responden a las pruebas pulpaes. Los dientes con pulpa normal no suelen exhibir cualquier síntoma espontáneo. Los síntomas producidos por las pruebas pulpaes son

leves, no causan angustia al paciente y dan como resultado una sensación transitoria que se resuelve en segundos.

Pulpitis

Este es un término clínico e histológico que denota inflamación de los dientes pulpa, descrita clínicamente como reversible o irreversible e histológicamente descritas como agudas, crónicas o hiperplásicas (Louis H. Berman, 2020)

Pulpitis Reversible

Este es un diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos indicando que la inflamación debería resolverse y la pulpa volver a normal. El estímulo es incómodo para el paciente, pero se revierte rápidamente después de la irritación. Los factores causales incluyen caries, exposición dentina, tratamiento dental reciente y restauraciones defectuosas. La eliminación del irritante resolverá los síntomas. La confusión puede ocurrir cuando hay dentina expuesta, sin evidencia de patología pulpar, que puede a veces responden con un dolor agudo y rápidamente reversible cuando se les somete a estímulos térmicos, evaporativos, táctiles, mecánicos, osmóticos o químicos. Este se conoce como sensibilidad hipersensibilidad dentinaria (Chen E, 2011).

Pulpitis Irreversible

A medida que avanza el estado patológico de la pulpa, el estado inflamatorio de la pulpa puede cambiar a pulpitis irreversible. En esta etapa, el tratamiento para eliminar la pulpa enferma será necesaria. Esta condición se puede dividir en las subcategorías de pulpitis irreversible sintomática y asintomática.

Pulpitis Irreversible Sintomática.

Este es un diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos. Lo que indica que la pulpa inflamada vital es incapaz de curar. Los dientes que son clasificados como que tienen pulpitis irreversible sintomática exhiben dolor espontáneo intermitente. La exposición rápida a cambios drásticos de temperatura (especialmente a los estímulos fríos) provocará episodios elevados y prolongados de dolor incluso después de que se haya eliminado el estímulo térmico. El dolor en estos pueden ser agudos o sordos, localizados, difusos o

referidos. Con pulpitis irreversible avanzada, un engrosamiento del ligamento periodontal puede hacerse evidente en la radiografía.

La irritación pulpar puede darse por presencia a restauraciones profundas, caries, exposición pulpar o trauma que puedan causar daño directo o indirecto a la pulpa (Andreasen JD, 2019). Si la pulpitis irreversible sintomática permanece sin tratamiento, la pulpa eventualmente se necrosará (American Association of Endodontics, 2016).

Pulpitis Irreversible Asintomática.

Este es un diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos, indicando que la pulpa inflamada vital es incapaz de curar. Tiene como característica, que el paciente no se queja de ningún síntoma. En ocasiones, la caries profunda no producir ningún síntoma, aunque clínica o radiográficamente la caries puede extenderse bien hacia la pulpa. Si no se trata, el diente puede volverse sintomático o la pulpa se necrosará. En casos de pulpitis irreversible asintomática, el tratamiento de endodoncia debe realizarse tan pronto como sea posible para evitar una pulpitis irreversible sintomática o necrosis pulpar que empeore el caso clínico (American Association of Endodontics, 2016).

Necrosis Pulpar

Esta es una categoría de diagnóstico clínico que indica la muerte de la pulpa dental. La pulpa por lo general no responde a las pruebas pulpares. En la pulpa necrótica, el suministro de sangre pulpar es inexistente y los nervios no son funcionales. Esta afección es posterior a una pulpitis irreversible sintomática o asintomática.

Después de que la pulpa se vuelve completamente necrótica, el diente normalmente se volverá asintomático hasta el momento en que hay una extensión de la enfermedad proceso hacia los tejidos perirradiculares (Laskin DM., 1964). Con necrosis pulpar, el diente por lo general no responde a las pruebas pulpares eléctricas ni a la estimulación con frío. Sin embargo, si se aplica calor durante un período prolongado de tiempo, el diente puede responder a este estímulo. Esta respuesta posiblemente podría estar relacionada con restos de líquido o gases en el espacio del canal de la pulpa que se expanden y se extienden hacia los tejidos periapicales (Andreasen JD, 2019).

La necrosis pulpar puede ser parcial o completa y puede no afectar a todos los conductos en un diente multirradiculares. Por esta razón, el diente puede presentarse con síntomas confusos. Cuando esta infección (o sus subproductos microbianos) se extiende al espacio del ligamento periodontal, el diente puede volverse sintomático a la percusión o presentar dolor espontáneo. Pueden ocurrir cambios radiográficos, que van desde un engrosamiento del espacio del ligamento periodontal o la aparición de una lesión radiolúcida periapical. El diente puede volverse hipersensible al calor, incluso al calor de la cavidad bucal, y a menudo se alivia con aplicaciones de frío (James L. Gutmann, 2009).

Previamente Tratado

Diagnóstico clínico que indica que la pieza a sido sometida previamente a tratamiento endodóntico y los conductos fueron obturados con algún tipo de material de relleno, el cual no incluye medicamentos intraconducto. En esta situación, el diente puede o no, presentar signos o síntomas, pero requerirá procedimientos endodónticos no quirúrgicos o quirúrgicos para conservar el diente en boca. En la mayoría de casos, ya no habrá ningún tejido pulpar vital o necrótico presente para responder a los procedimientos de pruebas diagnósticas de vitalidad de la pulpa.

Terapia Iniciada Previamente

Diagnóstico clínico que indica que la pieza a sido tratada previamente con terapia endodóntica de manera parcial (pulpotomía, pulpectomía). La terapia endodóntica parcial fue realizada como un procedimiento de emergencia para pacientes sintomáticos o asintomáticos (Rotstein I, 1991). Estos procedimientos se pudieron haber realizado como terapia de vitalidad pulpar, lesiones en diente traumático, apexificación o terapia de apexogénesis (American Association of Endodontics, 2016).

Enfermedad Apical:

Tejidos apicales normales

Esta clasificación es el estándar contra el cual todas las demás enfermedades apicales se comparan los procesos. En esta categoría el paciente es asintomático y el diente responde normalmente a las pruebas de percusión y palpación. La radiografía revela una lámina dura intacta y un espacio del ligamento periodontal alrededor de todo el ápice de la raíz.

Periodontitis

Esta clasificación se refiere a una inflamación del periodonto. Cuando está situada en los tejidos periapicales se denomina periodontitis apical. La periodontitis se puede subclasificar en periodontitis apical sintomática y Periodontitis apical asintomática (James L. Gutmann, 2009).

Periodontitis apical sintomática

Esta condición se define como una inflamación, generalmente de la región apical del periodonto, que produce síntomas clínicos que incluyen una respuesta dolorosa al morder o percusión o palpación. Puede o no estar asociado con un área radiotransparente apical. Este diente puede o no responder a la pulpa pruebas de sensibilidad, y la radiografía o imagen del diente típicamente exhibir al menos un espacio de ligamento periodontal ensanchado y puede o no mostrar una radiotransparencia apical asociada con una o todas las raíces (Louis H. Berman, 2020).

Periodontitis apical asintomática

Esta condición se define como la inflamación y destrucción de la capa apical del periodonto que es de origen pulpar aparece como un área radiotransparente apical, y no produce síntomas clínicos. Este diente no suele responder a pruebas de sensibilidad pulpar, y la radiografía o imagen del diente exhibirá una radiotransparencia apical. El diente generalmente no es sensible a la presión de morder, pero puede “sentirse diferente” para el paciente en la percusión (Louis H. Berman, 2020).

Absceso Apical Agudo

Es definida como una reacción inflamatoria debido a la infección pulpar y posterior necrosis caracterizada por su inicio rápido, dolor espontáneo, sensibilidad del diente a la presión, formación de pus e inflamación de los tejidos asociados (American Association of Endodontics, 2016). Un diente con un absceso apical agudo será muy doloroso a la presión de morder, percusión y palpación. Este diente no responderá a ninguna prueba de sensibilidad pulpar y exhibirá diversos grados de movilidad. La radiografía o imagen puede exhibir cualquier cosa, desde un espacio del ligamento periodontal ensanchado hasta una radiolucidez apical. La hinchazón estará presente intraoralmente y los tejidos faciales

adyacente al diente casi siempre se presentará con algún grado de hinchazón. El paciente estará frecuentemente febril, y los ganglios linfáticos submandibulares pueden mostrar sensibilidad a la palpación (Louis H. Berman, 2020).

Absceso Apical Crónico

Esta condición se define como una reacción inflamatoria a la infección pulpar y necrosis caracterizada por un inicio gradual, presentando poca o ninguna molestia y la descarga intermitente de pus a través de un tracto sinusal asociado (American Association of Endodontics, 2016). El tracto puede aparecer intraoral o extraoralmente. En general, un diente con absceso apical crónico no se presentará con síntomas clínicos. El diente no va a responder a las pruebas de sensibilidad de la pulpa, y la radiografía exhibirá una radiolucidez apical. Por lo general, el diente no es sensible a la presión de morder, pero puede "sentirse diferente" al paciente en la percusión. Esta entidad se distingue de periodontitis apical asintomática porque exhibirá drenaje intermitente a través de un tracto sinusal asociado (Louis H. Berman, 2020).

5.4 Tipos de Tratamientos Endodónticos:

Existen diferentes tipos de tratamientos endodónticos que se utilizan para tratar las enfermedades pulpares y salvar los dientes afectados. Algunos de los principales tipos de tratamiento endodóntico son:

1. Recubrimiento pulpar indirecto: Se refiere a la aplicación de un material biocompatible, preferiblemente bioactivo, en este caso se colocará sobre una capa delgada de dentina remanente la cual no ha permitido que se dé una exposición pulpar. El recubrimiento pulpar indirecto es una técnica utilizada en endodoncia cuando existe un milímetro de remanente dentinario, próximo a la pulpa dental. Este recubrimiento tiene como objetivo proporcionar aislamiento y promover la formación de dentina reparadora, permitiendo que la pulpa se cure y evitando la contaminación bacteriana.
2. Recubrimiento pulpar directo: Se refiere al procedimiento para proteger y promover la curación de la pulpa expuesta, preferentemente con la aplicación directa de un

material biocompatible, evitando así la necesidad de un tratamiento de conducto inmediato, o en algunos casos, como tratamiento definitivo cuando la respuesta de la pulpa es favorable. Sin embargo, es importante destacar que esta técnica solo se aplica en situaciones seleccionadas evaluando la condición clínica y los factores individuales de cada paciente, siendo el diagnóstico certero, fundamental para este procedimiento. Generalmente, los motivos de la exposición del tejido pulpar serán por caries o por un trauma (Henry Duncan, 2022).

3. **Pulpotomía Total o Parcial:** Se refiere a la remoción de la porción coronal en su totalidad de la pulpa vital permitiendo preservar la vitalidad de la porción radicular remanente. Este procedimiento es utilizado cuando se requiere realizar un alivio temporal de los síntomas, para postergar por un tiempo determinado, el tratamiento de conductos radiculares. Se realiza generalmente en piezas que presentan una pulpitis irreversible sintomática. También es utilizado como una medida terapéutica definitiva, tal es el caso de una pulpotomía de Cvek, el cual propone la eliminación del tejido pulpar dañado, hasta llegar a nivel de una pulpa clínicamente sana, seguido de la colocación de un material biocerámico. En la pulpotomía parcial, se elimina la porción afectada de la pulpa de la cámara pulpar, mientras que se mantiene la porción vital de la pulpa radicular. Luego se realiza una desinfección y obturación del área tratada con un material adecuado, idealmente un biocerámico. La pulpotomía parcial se suele realizar en dientes permanentes jóvenes, como una alternativa a la pulpectomía completa (Manal Matoug-Elwerfelli., 2022).
4. **Apexogénesis (Terapia Pulpar Vital):** Es un proceso de la terapia pulpar vital en la que el tratamiento busca mantener la vitalidad y la salud de la pulpa dental, en casos de caries profundas que han alcanzado la pulpa y esta causan lesiones pulpares reversibles. También este tipo de tratamiento. El objetivo es permitir que la pulpa se recupere y continúe desempeñando su función normal. Durante este tratamiento de terapia vital pulpar, se remueve la caries y el tejido afectado, realizando posteriormente una protección pulpar directa, utilizando materiales adecuados, como

cementos biocerámicos. Esto permite estimular la reparación y la formación de dentina reparativa en el área afectada (Adriana Patricia Bravo Zhunio, 2019).

5. **Apexificación:** Es un procedimiento utilizado en endodoncia para tratar dientes inmaduros con pulpa necrótica o afectada por una lesión irreversible. Este procedimiento tiene como objetivo promover el cierre del ápice radicular y la formación de una barrera mineralizada en la zona apical. Cuando un diente inmaduro experimenta una lesión traumática o una infección por caries que resulte en necrosis pulpar, el desarrollo y la formación de la raíz pueden detenerse. En estos casos, la apexificación se lleva a cabo para estimular el cierre del ápice y la formación de tejido mineralizado en la zona apical. El procedimiento de apexificación generalmente se realiza en dos etapas. En la primera etapa, se realiza una pulpectomía, que implica la remoción de la pulpa necrótica o infectada y desinfección del sistema de conductos radiculares. Posteriormente, se coloca un medicamento como el hidróxido de calcio o un cemento biocerámico, de preferencia, en el fondo del conducto radicular ayudado por un tope de colágeno para que el cemento no se disperse más allá del conducto en los tejidos periapicales. El tratamiento busca estimular la formación de una barrera mineralizada, y cierre de la región apical. Si al tiempo, se observa una barrera apical completa y bien formada en la radiografía, se procede a la obturación del conducto radicular (Cardoso María Lorena, 2018).
6. **Procedimientos endodónticos regenerativos (revascularización):** También conocidos como revascularización pulpar, son procedimientos de tratamiento relativamente nuevos en el campo de la endodoncia. Estos procedimientos buscan estimular la regeneración de los tejidos pulpar y periapical en dientes inmaduros con ápices abiertos, que han experimentado daño pulpar o lesiones apicales. Las células madre que se encuentran en la papila apical, pueden diferenciarse en células especializadas ya que poseen un potencial regenerativo y se encuentran próximas de los ápices radiculares, ingresen al conducto radicular, por medio de una hemorragia provocada a nivel apical, la cual traerá como consecuencia el riego sanguíneo al interior del conducto, y este a su vez, llevara las células madre que ayudan a generar tejido

similar a la pulpa dental vital, para devolver la vitalidad a la pieza, devolviéndole su función y a su vez permitirá terminar el desarrollo radicular de la pieza. Previo a esta terapia, el Endodoncista deberá preparar el conducto radicular debridando la pulpa infectada o necrótica, con su posterior limpieza y desinfección con irrigantes, y dejando por un determinado tiempo hidróxido de calcio o una pasta triple antibiótica, para lograr tener un andamio aséptico para cuando se provoca la hemorragia en la cita posterior (Louis H. Berman, 2020).

7. Tratamiento de Conducto Radicular (endodoncia convencional): Es el tratamiento más común en endodoncia. Se realiza cuando la pulpa dental está inflamada, infectada o necrótica, por lo que es necesario su remoción. La endodoncia convencional es un procedimiento dental que busca eliminar la infección presente en el interior del diente y sellar el conducto radicular para evitar futuras complicaciones. El objetivo del tratamiento de conductos radiculares es proporcionar una obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares, proporcionando un sellado hermético conductos para evitar la entrada de bacterias y líquidos (Deog-Gyu Seo, 2019). El conducto radicular se limpia, se da forma ampliando y respetando la anatomía natural del conducto y se desinfecta, para luego ser rellenado con un material obturador para sellarlo (gutapercha, selladores, cementos biocerámicos). Es un procedimiento altamente efectivo para salvar dientes que de otro modo podrían requerir extracción. La terapia del conducto radicular se realiza para resolver la infección del conducto radicular y prevenir o eliminar la infección periapical existente, preservando la estructura y función de la pieza (José F Siqueira Jr., 2005).
8. Retratamiento de Conducto Radicular: Se realiza cuando fracasa el tratamiento de conductos radiculares, persiste la sintomatología o presenta lesiones perirradiculares. Este procedimiento implica la extracción de los materiales de obturación presentes en el conducto radicular, seguido de la desinfección, limpieza, conformación y respectiva obturación de los conductos. El retratamiento de conducto radicular es un procedimiento que se realiza cuando un tratamiento de conducto previo ha fracasado o no ha logrado eliminar completamente la infección o el problema en el diente

tratado anteriormente. Las razones comunes por las que se puede requerir un retratamiento de conducto radicular incluyen: Persistencia o recurrencia de síntomas, fracaso en la obturación, conductos omitidos, conductos tratados parcialmente, nuevas caries o daños a las piezas endodonciadas y restauraciones deficientes que propician la microfiltración. Ante la presencia de una lesión endodóntica persistente posterior al retratamiento endodóntico, las opciones para la recuperación del elemento dentario son el tratamiento endodóntico quirúrgico, que consiste en la remoción quirúrgica de los ápices radiculares con cierre retrógrado del sistema de conductos (Louis H. Berman, 2020).

La Asociación Americana de Endodoncistas (AAE) indica diferentes opciones de tratamiento que se pueden realizar por la vía quirúrgica, entre las cuales están (American Association of Endodontics, 2016):

1. Apicectomía: Se lleva a cabo cuando el tratamiento de conducto radicular convencional no ha sido suficiente para eliminar una infección o cuando hay otras condiciones anatómicas o patológicas que dificultan el acceso y la limpieza adecuada de los conductos radiculares. En este procedimiento quirúrgico, se realiza un colgajo en la encía, seguido de una osteotomía para acceder al ápice de la raíz dental. Se realiza la remoción quirúrgica de los ápices radiculares, y se limpia el área infectada con cierre retrógrado de la endodoncia con un material obturador (de preferencia un material biocerámico). Luego se reposiciona el colgajo y se sutura. La apicectomía es un procedimiento efectivo para tratar problemas persistentes en el ápice del diente y puede ser una alternativa viable a la extracción del diente. Sin embargo, cada caso es único y la viabilidad de la apicectomía depende de varios factores, como el estado del diente, la anatomía y la salud general del paciente. La probabilidad de éxito de la Apicectomía, a mejorado significativamente debido a la introducción de la Microcirugía Apical, que es una Apicectomía más conservadora y certera gracias a la magnificación de alta potencia proporcionada por el microscopio Endodóntico (Frank C Setzer, 2012).

2. **Reimplante Intencional:** Es un procedimiento quirúrgico basado en la extracción controlada de un diente y su posterior reposicionamiento en el alveolo original para realizar la revisión minuciosa de la superficie radicular y dependiendo el diagnóstico, realizar el tratamiento correspondiente extraoralmente (apicectomía, retropreparación y retroobtusión o la reparación de la perforación). La fase quirúrgica del reimplante intencional se considera la fase técnicamente más delicada del procedimiento, debe realizarse con extrema precisión y cuidado para mejorar los resultados del tratamiento y las tasas de supervivencia. La extracción del diente debe ser lo más atraumática posible para evitar tanto las fracturas del diente como el daño del ligamento periodontal, que puede desempeñar un papel fundamental en la curación y, en consecuencia, en el éxito del tratamiento. Posteriormente, el diente extraído se examina cuidadosamente para evaluar posibles fracturas o características anatómicas que requieren una atención especial, como la presencia de conductos adicionales o accesorios o múltiples forámenes, y en consecuencia decidir si se procede con el tratamiento de endodoncia extraoral. En esta etapa, la preservación del ligamento periodontal, así como el manejo adecuado del diente son cruciales. Dado que se ha encontrado que la permanencia extra alveolar en un ambiente seco por más de 15 min puede afectar las condiciones del ligamento periodontal y, en consecuencia, aumentar el riesgo de anquilosis dental después del procedimiento, recomendando mantener el tiempo extra alveolar de la pieza lo más corto posible, por no más de 15 minutos, como también conservar el diente en un ambiente húmedo para mejorar la previsibilidad del procedimiento (Pisano & F., 2023).
3. **Autotransplante Dental:** Se refiere a un procedimiento en el cual un diente se extrae de una posición en la boca y se reimplanta en otra área o alvéolo dental para reemplazar un diente perdido o dañado. El autotransplante dental implica la extracción quirúrgica de un diente sano, llamado diente donante, generalmente de una posición en la boca donde no es funcional o está destinado a ser extraído, como un tercer molar. El diente donante se prepara adecuadamente para preservar su vitalidad y se coloca en el alvéolo vacío del diente receptor, el cual ha sido extraído previamente debido a una enfermedad, trauma o malformación. Una vez que el diente

donante se ha colocado en el alvéolo receptor, se realizan procedimientos de estabilización y fijación para asegurar su posición adecuada y promover la cicatrización y el éxito del autotransplante. Esto puede implicar el uso de alambres ortodónticos, dispositivos de fijación o injertos óseos, según sea necesario. El éxito del procedimiento depende de varios factores, como la salud del diente, las estructuras circundantes y la respuesta individual del paciente (American Association of Endodontics, 2016).

4. **Extrusión Quirúrgica Dental:** Es un procedimiento realizado en odontología que implica la extrusión controlada y gradual de un diente de su alvéolo dental hacia incisal u oclusal mediante técnicas quirúrgicas. Este procedimiento se utiliza cuando un diente necesita ser elevado o "extruido" desde su posición original en el hueso alveolar debido a diferentes razones como: Fracturas radiculares, Trauma dental, Procedimientos protésicos (no hay ferrule para restaurar). El éxito del procedimiento depende de varios factores, como la salud periodontal de los tejidos circundantes y la respuesta individual del paciente (Louis H. Berman, 2020).

5.5 Obturaciones en Tratamientos de Conductos Radiculares:

Son parte esencial de los tratamientos de conductos radiculares en endodoncia. Después de realizar la limpieza y conformación de los conductos radiculares, se procede a obturar o sellar el espacio vacío resultante para prevenir la reinfección y restaurar la función del diente.

El objetivo principal de las obturaciones endodónticas es sellar herméticamente proporcionando una obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares para evitar la entrada de bacterias, fluidos y otros microorganismos al interior de la pieza dental. Esto contribuye a la cicatrización del tejido periapical y al éxito a largo plazo del tratamiento. Para proporcionar un sellado hermético, los materiales de núcleo como la gutapercha y los selladores de conductos radiculares son esenciales. La gutapercha es un material ampliamente utilizado en endodoncia para la obturación de los conductos radiculares. Tiene diversas aplicaciones y características que lo hacen ideal para este propósito debido a sus características de elasticidad, biocompatibilidad, radiopacidad y facilidad de manipulación.

Se presenta en diferentes formas y tipos, siendo la gutapercha termoplástica la más comúnmente utilizada. Su principal uso es la obturación de los conductos radiculares junto a los selladores para prevenir la reinfección y promover la cicatrización periapical.

En endodoncia, los selladores se utilizan para asegurar un sellado hermético en los tratamientos de conductos radiculares. Estos selladores se utilizan en combinación con la gutapercha u otros materiales de obturación para lograr un sellado completo y tridimensional de los conductos

Es importante destacar que la elección del sellador dependerá de diversos factores, como las características del caso clínico, las preferencias del Endodoncistas y la disponibilidad del material. Cada sellador tiene sus propias ventajas y consideraciones, y es necesario seguir las indicaciones del fabricante para su correcta utilización (Deog-Gyu Seo, 2019).

Los selladores deben ser biocompatibles y no irritantes para los tejidos perirradiculares. Los selladores más utilizados son los selladores de hidróxido de calcio, los selladores de ionómero de vidrio, los selladores de óxido de zinc y eugenol, los selladores a base de resina y los selladores biocerámicos recientemente introducidos.

Gutapercha

No existe un material idóneo, pero la gutapercha es el material más utilizado para la obturación de los conductos radiculares, debido a que satisface la mayoría de los principios que requiere un material de obturación. Este material es un polímero orgánico natural, y su nombre es derivado de las palabras malayas gutah -pegamento- y pertja -árbol. Poseen características elásticas y viscosas, por lo que se denomina viscoelástico. Si se aplica una cierta cantidad de fuerza durante un tiempo determinado se consigue su deformación en forma plástica, la cual servirá para adaptarse mejor a los conductos (J F Siqueira Jr, 1999). Tiene poca toxicidad, irrita poco tisularmente y poca actividad alérgica (casi nula). Si se sobreextiende el cono a los tejidos perirradiculares, es bien tolerado, toda vez el conducto este limpio y bien sellado. Se fabrica en forma de conos de tamaño estandarizado o no estandarizado. Los tamaños estandarizados son emparejados con los tamaños ISO de las limas endodónticas. Actualmente existen conos en el mercado que presentan coincidencia

con las conicidades de las limas de los sistemas de conformación de conductos (Araki, 1994). Al tener la necesidad de retirarla, es soluble en cloroformo, eucaliptol, xilol, benzeno y disulfuro de carbono.

Características de la Gutapercha

Es un material ampliamente utilizado en el campo de la endodoncia para la obturación de los conductos radiculares. Presenta diversas características y propiedades que lo hacen ideal para este propósito. A continuación, se describen algunas de las principales características y propiedades de la gutapercha endodóntica:

1. Elasticidad: Permite una adaptación precisa a las irregularidades y curvaturas de los conductos radiculares. Esto facilita su colocación y asegura un sellado tridimensional.
2. Biocompatible: Lo que significa que es bien tolerada por los tejidos biológicos. No provoca reacciones adversas ni irritación en el área tratada, lo que contribuye a la cicatrización y salud periapical.
3. Radiopaca: Lo que significa que es visible en las radiografías dentales. Esto permite una verificación radiográfica precisa del sellado de los conductos radiculares y facilita la detección de posibles defectos o áreas sin obturar.
4. No reabsorbible: Lo que significa que permanece en su lugar después de la obturación. No se disuelve ni se deteriora con el tiempo, lo que contribuye a la estabilidad y durabilidad del sellado.
5. Fácil manipulación: Se presenta en forma de conos preformados en diferentes tamaños y formas, lo que facilita su selección y adaptación al conducto radicular.
6. Hermeticidad: Proporcionar un sellado hermético en los conductos radiculares. Cuando se coloca correctamente y se compacta adecuadamente, impide la entrada de bacterias y fluidos al interior del diente, evitando la reinfección.
7. Estabilidad dimensional: Mantiene su forma y dimensión después de la obturación. No sufre cambios significativos en su tamaño ni se contrae, lo que asegura un sellado estable y duradero.

Es importante destacar que la gutapercha se utiliza en combinación con cementos selladores, que ayudan a mejorar su sellado y estabilidad. La elección del material de obturación y la técnica de obturación utilizada también pueden influir en las características y propiedades del sellado final.

Tipos Selladores Endodónticos

Se utilizan para asegurar un sellado hermético en los tratamientos de conductos radiculares. Estos selladores se utilizan en combinación con la gutapercha u otros materiales de obturación para lograr un sellado completo y tridimensional de los conductos. (Farnaz Jafari, 2017)

Criterios de Grossman para un sellador ideal

Grossman describió las propiedades de un sellador ideal. Actualmente, ningún sellador satisface todos los criterios (Louis H. Berman, 2020).

- . Exhibe pegajosidad cuando se mezcla para proporcionar una buena adhesión entre él y la pared del canal cuando se establece
- . Establece un sello hermético
- . Radiopaco, para que se pueda ver en una radiografía
- . Polvo muy fino, para que pueda mezclarse fácilmente con líquido
- . Sin contracción al fraguar
- . Sin tinción de la estructura dental
- . Bacteriostático, o al menos no fomenta el crecimiento bacteriano
- . Exhibe un fraguado lento
- . Insoluble en fluidos tisulares
- . Tolerante al tejido; es decir, no irritante para el tejido perirradiculares
- . Soluble en un solvente común si es necesario remover el conducto radicular relleno

A continuación, se describen algunos de los selladores más comunes utilizados en endodoncia:

1. Selladores a base de óxido de zinc-eugenol: El óxido de zinc proporciona propiedades de sellado y resistencia, mientras que el eugenol tiene propiedades antibacterianas y antiinflamatorias. Estos selladores son fáciles de manipular y tienen una buena biocompatibilidad. Presentan un tiempo de fraguado lento, encogimiento en el fraguado, solubilidad, y pueden manchar la estructura dental. Los selladores de óxido de zinc-eugenol tienen un historial de uso exitoso durante un período prolongado tiempo. Estos se reabsorberán si se extruyen en el tejido perirradiculares (Louis H. Berman, 2020)
2. Selladores a base de Hidróxido de Calcio: Tienen propiedades antimicrobianas y potencial osteogénico-cemento génico. El hidróxido de calcio ejerce un efecto antibacteriano al liberar iones hidroxilo y aumentar los niveles de pH. Estudios anteriores han demostrado que los selladores de conductos radiculares de hidróxido tienen una amplia gama de efectos antibacterianos y una menor citotoxicidad que otros selladores. Su desventaja, sin embargo, es que se disuelven más fácilmente, formando espacios dentro del conducto radicular, y por lo tanto no cumplen con los criterios de Grossman para un sellador ideal del conducto radicular (J F Siqueira Jr, 1999).
3. Selladores a Base de Vidrio Ionómero: Estos selladores están compuestos por una combinación de polvo de vidrio y líquido que forman un sellador de vidrio ionómero después de su mezcla. Estos selladores tienen propiedades de liberación de flúor y también pueden liberar iones de calcio, lo que contribuye a la remineralización del tejido dental. Son fáciles de manipular y tienen una buena adhesión a las estructuras dentales. Se ha recomendado el uso de ionómeros de vidrio en la obturación debido a sus propiedades de unión a la dentina. Estos permiten la adhesión entre el material y las paredes del conducto. Se ha informado tener resultados compatibles en comparación con estudios previos. Sin embargo, es difícil tratar adecuadamente las paredes dentinarias en la región apical y tercio medio con agentes acondicionadores para recibir el sellador de ionómero de vidrio. Una de las desventajas de los ionómeros de vidrio es que son más difíciles de eliminar si se requiere un

retratamiento de conductos radiculares. Este sellador tiene una actividad antimicrobiana mínima (Louis H. Berman, 2020).

4. Selladores de silicona: Es una polidimetilsiloxano que se ha informado que se expande ligeramente al fraguar. Los selladores de silicona endodónticos son materiales utilizados en endodoncia para sellar y obliterar el conducto radicular durante el proceso de obturación. Estos selladores tienen varias características y propiedades que los hacen adecuados para este propósito. GuttaFlow (Coltène/Whaledent), la introducción más reciente a esta familia de silicona de selladores, incorpora ingredientes bioactivos como calcio y silicato a la fórmula original, que según el fabricante estimula cicatrización y regeneración de tejidos.
5. Selladores a Base de Resina: Estos selladores están compuestos por una mezcla de resinas y componentes químicos que se polimerizan y se adhieren a las paredes del conducto radicular. Estos selladores a base de resina tienen propiedades de adhesión y sellado excelentes, y se utilizan ampliamente en la endodoncia moderna. Proporcionan un sellado hermético y ayudan a prevenir la filtración bacteriana. Presentan varias características y propiedades que los hacen adecuados para este propósito. A continuación, se describen algunas de las principales características y propiedades de los selladores a base de resina (Louis H. Berman, 2020).

A. Adhesión: Los selladores a base de resina tienen una excelente capacidad de adhesión a las paredes del conducto radicular y a los materiales de obturación previos. Esto permite lograr un sellado hermético y prevenir la filtración bacteriana.

B. Biocompatibilidad: Los selladores a base de resina son biocompatibles, lo que significa que son bien tolerados por los tejidos biológicos. No causan irritación ni reacciones adversas en el área tratada, lo que favorece la cicatrización y la salud periapical.

C. Radiopacidad: Los selladores a base de resina son radiopacos, lo que significa que son visibles en las radiografías dentales. Esto permite una fácil identificación y seguimiento del sellado del conducto radicular.

D. Estabilidad dimensional: Los selladores a base de resina presentan una buena estabilidad dimensional, lo que significa que no sufren contracción ni expansión significativas después de su colocación. Esto asegura un sellado duradero y evita la formación de espacios vacíos que puedan permitir la entrada de bacterias.

E. Manipulación sencilla: Los selladores a base de resina son fáciles de manipular durante el procedimiento de obturación. Se presentan en forma de pasta o cemento, lo que permite una fácil aplicación y colocación en el conducto radicular.

F. Propiedades físicas: Los selladores a base de resina presentan propiedades físicas favorables, como resistencia a la compresión y a la fractura. Esto contribuye a su durabilidad y longevidad en el conducto radicular.

6. Selladores Biocerámicos: Son una opción relativamente nueva en la endodoncia. Están compuestos por materiales cerámicos que tienen propiedades antibacterianas y de sellado. Los selladores a base de biocerámico son productos cerámicos diseñados especialmente para aplicaciones médicas y dentales. Estos selladores incluyen alúmina, zirconio, vidrio bioactivo, vitrocerámica, hidroxiapatita y fosfatos de calcio. Los selladores a base de biocerámico se clasifican en dos grupos de selladores a base de silicato de calcio (a base de agregado de trióxido mineral (MTA) y sin base de MTA) y selladores a base de fosfato de calcio. Además, otra categorización de selladores a base de biocerámico está disponible en dos grupos de materiales bioactivos y tercio medio debido a su interacción con los tejidos vivos cercanos. Los materiales bioactivos, como el vidrio y el fosfato de calcio, interactúan con el tejido circundante para estimular el crecimiento de tejidos más duraderos. Los selladores biocerámicos se utilizan para obtener un sellado hermético y favorecer la regeneración y cicatrización periapical. Presentan características de

biocompatibilidad, propiedades antibacterianas, sellado hermético, bioactividad, estabilidad dimensional y radiopacidad. Es importante destacar que los selladores biocerámicos pueden variar en sus características dependiendo del producto y la marca específica. Algunos selladores biocerámicos también pueden tener propiedades de cemento, lo que les permite sellar y rellenar el conducto radicular en una sola etapa. Entre las propiedades de los selladores biocerámicos están (Farnaz Jafari, 2017):

A. Biocompatibles: Lo que significa que son bien tolerados por los tejidos biológicos. No causan irritación ni reacciones adversas, lo que contribuye a una mejor cicatrización y salud periapical.

B. Propiedades antibacterianas: Lo que ayuda a prevenir la proliferación bacteriana en el conducto radicular y promueve un entorno más saludable. Esto es especialmente beneficioso en casos de infecciones persistentes o recurrentes.

C. Sellado hermético: Excelente capacidad de sellado. Se adhieren a las paredes del conducto radicular y llenan los espacios e irregularidades, asegurando un sellado tridimensional y hermético. Esto ayuda a prevenir la filtración bacteriana y las posibles reinfecciones.

D. Bioactividad: Lo que significa que pueden interactuar con los tejidos biológicos y promover la regeneración y reparación. Estimulan la formación de una capa de hidroxiapatita en la interfaz entre el sellador y los tejidos periapicales, lo que contribuye a la regeneración del hueso y la cemento génesis.

E. Estabilidad dimensional: No se contraen ni se expanden significativamente después de su colocación, lo que garantiza un sellado estable y duradero a lo largo del tiempo.

F. Radiopacos: Lo que significa que son visibles en las radiografías dentales. Esto facilita la verificación radiográfica del sellado y la detección de posibles defectos o áreas sin obturar.

Estas propiedades los convierten en una opción prometedora en la obturación de los conductos radiculares en tratamientos de endodoncia. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la investigación y el desarrollo en este campo aún están en curso, y se requiere más evidencia científica para respaldar plenamente su eficacia y éxito a largo plazo (Farnaz Jafari, 2017).

Es importante destacar que la elección del sellador dependerá de diversos factores, como las características del caso clínico, las preferencias del dentista y la disponibilidad del material. Cada sellador tiene sus propias ventajas y consideraciones, y es necesario seguir las indicaciones del fabricante para su correcta utilización. En general, el uso de selladores en endodoncia tiene como objetivo lograr un sellado hermético y prevenir la filtración bacteriana en los conductos radiculares, contribuyendo así al éxito del tratamiento endodóntico y a la preservación del diente tratado.

En endodoncia, se utilizan diversas técnicas de obturación con gutapercha y selladores para sellar y obliterar el sistema de conductos radiculares después de la preparación del conducto. A continuación, se describen algunas de las técnicas más comunes:

1. Técnica de obturación lateral: Esta técnica implica el uso de conos de gutapercha y un sellador endodóntico. Después de la preparación del conducto, se inserta un cono principal de gutapercha hasta el ápice del conducto y se corta a nivel del orificio de entrada del conducto. Luego, se colocan conos secundarios de gutapercha más pequeños impregnados con un sellador endodóntico en el espacio restante del conducto. Los conos se condensan lateralmente para lograr un sellado hermético.
2. Técnica de obturación vertical condensada: En esta técnica, se utiliza gutapercha en forma de conos o puntos. Después de la preparación del conducto, se coloca un cono principal de gutapercha hasta el ápice y se condensa verticalmente con instrumentos específicos de condensación. Se añaden conos o puntos secundarios de gutapercha

para llenar el espacio restante y se continúa la condensación vertical hasta obtener un sellado adecuado.

3. Técnica de compactación termomecánica: En esta técnica, se utiliza gutapercha termoplastificada. Después de la preparación del conducto, se inserta un cono principal de gutapercha termoplastificada y se condensa utilizando técnicas de calentamiento con instrumentos térmicos o ultrasonidos. La gutapercha se adapta a las paredes del conducto mediante la aplicación de calor y presión. Se pueden utilizar conos secundarios o puntos de gutapercha para completar el sellado.
4. Técnica de obturación híbrida: Esta técnica combina el uso de gutapercha y selladores a base de resina. Después de la preparación del conducto, se inserta un cono principal de gutapercha hasta el ápice. Luego, se utiliza un sellador a base de resina para llenar los espacios restantes y sellar el conducto. El sellador se puede aplicar con una técnica de obturación lateral o mediante la técnica de inyección.

Es importante destacar que la elección de la técnica de obturación dependerá de varios factores, como la anatomía del conducto, la calidad del sellado deseado, la preferencia del endodoncista y la disponibilidad de los materiales. Cada técnica tiene sus ventajas y desventajas, y es fundamental seguir los principios de obturación adecuados para lograr un sellado efectivo y duradero del sistema de conductos radiculares.

5.6 Técnicas de Obturaciones Endodónticas con Selladores y Gutapercha:

En endodoncia, se utilizan diversas técnicas de obturación con gutapercha y selladores para sellar y obliterar el sistema de conductos radiculares después de la preparación del conducto. A continuación, se describen algunas de las técnicas más comunes:

Técnica de Compactación Lateral en Frio:

El método más utilizado y enseñado para obturar la raíz, aunque recientemente la compactación de gutapercha por calentamiento, la a venido superando. Este método es bastante óptimo después de una preparación meticulosa de un conducto con forma cónica continua. El espaciador utilizado para la compactación lateral, debe colocarse

dentro 1 a 2 mm de la longitud de trabajo. Los criterios para el uso de la condensación lateral deben incluir la forma y el tamaño de la preparación del conducto, el sellador utilizado y el tamaño del espaciador. La "penetración profunda del espaciador" asegura la mejor probabilidad para minimizar la fuga apical o la percolación.

Esta técnica implica el uso de conos de gutapercha y un sellador endodóntico. Después de la preparación del conducto, se inserta un cono principal de gutapercha hasta el ápice del conducto y se corta a nivel del orificio de entrada del conducto. Luego, se colocan conos secundarios de gutapercha más pequeños impregnados con un sellador endodóntico en el espacio restante del conducto. Los conos se condensan lateralmente para lograr un sellado hermético (Araki, 1994). Esta técnica se ha utilizado por mucho tiempo y ha sido muy aceptada. Según los estudios, esta técnica tiene resultados similares a los obtenidos con técnica termoplastificada por lo que no ha sido descartada.

Compactación Vertical en Caliente

Fue Schilder el que patentó la técnica con compactación vertical en caliente de gutapercha a manera de poder obturar tridimensionalmente el espacio radicular. Los requisitos para poder preparar los conductos radiculares son tratar de mantener el foramen apical lo más pequeño que se pueda. Se utilizan las propiedades de la gutapercha la cual se termoplastifica para fundirse y adaptarse a la anatomía de los conductos instrumentados los cuales no siempre tienden a ser redondos. Se utiliza la gutapercha compactada aplicando presión vertical para obtener una gran condensación de esta en la zona apical. Con esta técnica a través del calentamiento progresivo del cono en diferentes partes, se realiza por completo la obturación del conducto radicular. La desventaja es que es muy meticulosa, laboriosa y lleva mucho tiempo (Schilder, 1974). Es ideal que el conducto radicular este conformado con una conicidad continua, para que la obturación sea óptima (Massimo Del Fabbro, 2016). A la hora de obturar se introduce al conducto una cantidad pequeña de sellador debido a la mayor cantidad de la obturación tiene que ser gutapercha. La presión hidrostática que ejercen los compactadores, puede causar la extrusión del sellador. La técnica de

obtención vertical se basa en el principio de compactación de la gutapercha dentro del conducto, asegurando un sellado hermético. La condensación vertical ayuda a eliminar los espacios vacíos y las irregularidades en el conducto, proporcionando un sellado tridimensional (Schilder, 1974).

Obtención con Gutapercha Termoplastificada:

Técnicas Termo mecánicas.

Técnica de McSpadenn: La gutapercha se calienta por la acción del calor producido por de fricción de unos instrumentos especiales llamados termocompactadores, que giran a baja velocidad en el interior del conducto (J A Soares., 2003). Tras la colocación del sellador, se introduce el cono seleccionado. Se introduce un compactador rotando a bajas revoluciones (8.000-15.000). De esta forma el calor producido por la fricción plastificará la gutapercha y al mismo tiempo se compactará apicalmente debido al diseño del instrumento.

Técnica Híbrida de Tagger: Los primeros pasos de esta técnica son iguales a los de la condensación lateral, utilizando sellador, conos y conos auxiliares hasta conseguir el relleno del conducto radicular. Después, un espaciador crea un espacio en el tercio cervical y medio del conducto, donde se introduce un compactador, girando, algo inferior al diámetro del conducto, lo que provocará el reblandecimiento de la gutapercha y su compactación. Esta técnica reúne los beneficios del control apical que se logra con la condensación lateral y la compactación con gutapercha termoplastificada en los dos tercios coronales del conducto (Louis H. Berman, 2020)

.

Técnica de Condensación Vertical con Gutapercha Caliente de Onda Continua

En los años 80, la técnica de condensación vertical se fue optimizando con la aparición de aparatos específicos como lo fueron: El transportador de calor eléctrico

y la pistola de inyección de gutapercha OBTURA. Esto vino a beneficiar la técnica del instrumento que se calentaba con un mechero ya que se enfriaba rápidamente, mientras que el dispositivo que transportaba calor podía permanecer caliente por un periodo más largo de tiempo, brindando así un mayor control al realizar el procedimiento. Fue Buchanan el que desarrollo esta técnica con el fin de simplificar la técnica más clásica de Schilder, desarrollando la nueva técnica de onda continua, por medio de la cual permite con un termocompactador producir una onda de condensación en el conducto y transportar dicha onda hasta la porción apical del conducto, extendiendo la condensación en un solo movimiento continuo. (Buchanan L S, 1996). La compactación con onda continua ayuda a obturar los últimos milímetros en la zona apical. Para proceder a rellenar el resto del conducto, la técnica utiliza otro sistema de obturación, con un aparato de inyección de gutapercha termoplastificada (Stephen Buchanan., 2004).

Sistemas de Obturación de Núcleo Sólido.

Posteriormente se introduce en el mercado el sistema Thermafill (Maillefer). Este sistema consiste en un cono que cuenta con un núcleo solido de plástico, el cual viene recubierto con gutapercha. Este viene en diferentes calibres y longitudes correspondientes ha la normativa ISO. Recientemente se ha incorporado sistemas de transportadores con un vástago de gutapercha reticulada, que brinda más versatilidad para su retirada al realizar un retratamiento endodóntico.

Técnica de Obturación de Cono Único y Selladores Biocerámicos

La combinación de ambos son dos aspectos importantes en la endodoncia contemporánea. Los selladores inyectables premezclados de biocerámico a base de silicato de calcio puro conducen a cambiar la técnica de obturación porque depende de maximizar la cantidad de sellador y la gutapercha de un solo cono como vehículo (Chybowski y otros, 2018). Final del formulario. Esta técnica de condensación hidráulica depende del sellador como material de obturación principal con una suave

acción de bombeo, el cual permite empujar hacia el complejo sistema de conductos, permitiendo que los cementos de baja viscosidad lleguen incluso a espacios muy pequeños con buen sellado apicalmente. Los selladores biocerámicos ofrecen varias ventajas, como propiedades antibacterianas, biocompatibilidad, resistencia a la degradación y capacidad de estimular la formación de tejido duro en contacto con los materiales. Estas características contribuyen a un sellado efectivo y a una mejor regeneración del tejido periapical (Bahaa AlBakhakh, Aqeel Al-Saedi, 2022).

En la técnica cono único, se prepara una punta de gutapercha con una conicidad compatible con la forma final y la conicidad del conducto, permite la obturación completa sin puntas accesorias. Esta técnica tiene buenos resultados en los conductos radiculares redondos, estrechos y regulares. Sin embargo, el resultado puede no ser satisfactorio en conductos radiculares con formas irregulares si el sellador no logra llegar con efectividad a cada rincón del conducto. Esta técnica no requiere compactación y es popular debido a su simplicidad y rapidez de proceso. Requiere una mayor cantidad de sellador que las técnicas de compactación y condensación; por lo tanto, su resultado depende más de las propiedades del sellador (Ahmad Nouroloyouni 1, 2023).

Los investigadores han evaluado la eficacia antibacteriana de este sellador en comparación con otros tipos de selladores, concluyendo que los materiales biocerámicos a base de silicato de calcio son superiores en términos de propiedades antibacterianas, por lo que, los tratamientos de conducto son exitosos, y los dientes tienen una adecuada función clínica.

5.7 El Auge de los Selladores Biocerámicos y Técnica de Obturación de Cono Único en la Endodoncia Contemporánea:

En la época actual, esta técnica ha experimentado un gran auge debido a que en numerosos estudios se han evaluado diversas ventajas y beneficios. El agregado de trióxido mineral (MTA) fue el primer material biocerámico (BC) introducido para uso clínico como material de obturación del extremo de la raíz en endodoncia a mediados de la década de 1990. Desde

entonces, las indicaciones para el uso de MTA se han ampliado y se han introducido varios otros materiales biocerámicos o “híbridos”. A pesar de las similitudes, los materiales también tienen varias diferencias que afectan sus propiedades mecánicas, como el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión, pero todos los materiales puramente biocerámicos son biocompatibles. Además de usarse en obturaciones retrógradas, estos cementos también se utilizan hoy en día como obturaciones radiculares ortógrafas (apicales) y en recubrimientos pulpaes, reparación de perforaciones, tratamiento de dientes con ápices abiertos, reparación de defectos de reabsorción y más recientemente como selladores endodónticos (Haapasalo M, Parhar M., 2015).

Las cerámicas bioactivas, basadas en cementos de silicato tri/dicálcico, son ahora una parte indispensable del armamento dental contemporáneo para especialistas en Endodoncia (Primus CM, 2019). Los selladores a base de biocerámico son productos cerámicos diseñados especialmente para aplicaciones médicas y dentales. Estos selladores incluyen alúmina, zirconio, vidrio bioactivo, vitrocerámica, hidroxiapatita y fosfatos de calcio. Los selladores a base de biocerámico se clasifican en dos grupos: 1. a base de agregado de trióxido mineral (MTA) y 2. Selladores a base de Fosfato de Calcio. Además, otra categorización de selladores a base de biocerámico está disponible en dos grupos de materiales, bioactivos y tercio medio, debido a su interacción con los tejidos vivos cercanos. Son tolerantes a la humedad (hidrofílico, higroscópico) lo cual, es una gran ventaja en odontología, donde los tejidos húmedos pueden interferir con la colocación y fraguado de los materiales. Los materiales bioactivos, como el vidrio y el fosfato de calcio, interactúan con el tejido circundante para estimular el crecimiento de tejidos duros (Best S, Porter A, Thian E, Huang J., 2008). Las propiedades fisicoquímicas de los selladores siempre han sido consideradas por su importancia biológica y técnica (Primus CM, 2019).

Los selladores biocerámicos son materiales utilizados en endodoncia para sellar los conductos radiculares después de la limpieza y preparación del sistema de conductos, los cuales pueden ser utilizados junto con cono maestro de gutapercha con longitud y conicidad similar a la lima maestra, en técnica de cono único. Estos selladores están compuestos principalmente por partículas de cerámica, lo que les confiere propiedades bioactivas y

biocompatibles. Además, tienen una excelente capacidad de sellado y resistencia a la filtración bacteriana (Farnaz Jafari, 2017).

Por otro lado, la técnica de obturación de cono único también ha ganado popularidad en la endodoncia contemporánea, teniendo como fuerte la utilización de selladores biocerámicos. Los selladores biocerámicos ofrecen varias ventajas en comparación con los selladores tradicionales. Estas claras ventajas han hecho que se hayan posicionado con fuerza y popularidad en la Endodoncia Contemporánea, por lo que su uso es cada vez más frecuente en los procedimientos endodónticos. Entre las ventajas que ofrecen los selladores biocerámicos en comparación a los selladores convencionales encontramos (Farnaz Jafari, 2017):

1. Actividad antibacteriana: Los selladores biocerámicos tienen propiedades antibacterianas y antimicrobianas, lo que ayuda a reducir la carga bacteriana en los conductos radiculares y prevenir reinfecciones.
2. Bioactividad: Estos selladores estimulan la formación de tejido mineralizado en el entorno periapical, lo que favorece la cicatrización y regeneración de los tejidos periapicales dañados.
3. Adhesión química: Los selladores biocerámicos se adhieren químicamente tanto al sistema de conductos como a la dentina radicular, lo que mejora la hermeticidad del sellado y evita la filtración de bacterias y toxinas.

La hidratación de los biocerámicos produce hidroxiapatita. Cuando está en contacto con el tejido óseo tiene un efecto osteo-conductivo, proporcionando una estructura tridimensional adecuada para el crecimiento y la migración de células óseas. Actúa como una matriz de soporte en la cual las células óseas pueden adherirse, proliferar y diferenciarse, guiando la formación ósea. También tienen una capacidad osteoinductora intrínseca, la cual tiene la capacidad de iniciar y promover activamente la diferenciación y proliferación de células madre mesenquimales en células óseas. Estos materiales contienen factores de crecimiento, proteínas o sustancias bioactivas que estimulan la formación ósea. Los materiales osteoinductores en endodoncia pueden proporcionar señales bioquímicas y moleculares que

activan los procesos de reparación y regeneración ósea, acelerando así la curación de los tejidos.

Algunos materiales que cuentan con base de silicato de calcio, entre ellos el MTA, tienen la capacidad de incitar la proliferación de células como los fibroblastos periodontales, la diferenciación de las células pulpares, osteoblastos o sus similares, células madre mesenquimatosas y cementoblastos. Estos factores ayudan a inducir la reparación periapical. Utilizando biocerámicos en el interior del conducto, se puede mejorar la hermeticidad y sellado por la deposición de fosfatos de calcio en la interfase y dentro de los tubulillos dentinarios.(Francisca Espinoza .Aldo Lizana., 2020).

Los selladores biocerámicos potencializan a la técnica de cono único. Algunas ventajas de la técnica de obturación de cono único son:

1. Ahorro de tiempo: Al utilizar un cono preformado, se reduce el tiempo necesario para la obturación del conducto radicular en comparación con las técnicas de cono múltiple.
2. Adaptación tridimensional: El cono maestro preformado se adapta a la forma del conducto radicular, lo que proporciona una obturación más tridimensional y completa.
3. Hermeticidad: La técnica de obturación de cono único junto con los selladores biocerámicos ofrece una excelente hermeticidad en el sellado del conducto radicular, evitando la filtración bacteriana y posibles reinfecciones.

Es importante destacar que tanto los selladores biocerámicos como la técnica de obturación de cono único requieren una preparación y limpieza adecuadas del sistema de conductos radiculares antes de su aplicación. Además, es fundamental contar con la formación y experiencia adecuadas para utilizar correctamente estos avances en endodoncia y lograr resultados óptimos (Hyunsuk Kim. Euiseong Kim., 2015).

Las obturaciones de cono único con biocerámicos en la endodoncia contemporánea han ganado auge debido a varias razones. Aquí están algunas de las principales razones (Aminoshariae A, 2022):

1. Mayor simplicidad y eficiencia: Es más sencilla y rápida en comparación con las técnicas de obturación de cono múltiple tradicionales. Al utilizar un cono maestro preformado, se reduce el tiempo necesario para la obturación del conducto radicular, lo que mejora la eficiencia del procedimiento.
2. Mejor sellado hermético: Tienen propiedades adhesivas y una excelente capacidad de sellado, lo que contribuye a lograr un sellado hermético en el sistema de conductos radiculares. Esto ayuda a prevenir la filtración de bacterias y toxinas, reduciendo el riesgo de reinfecciones.
3. Propiedades antibacterianas y bioactividad: Tienen propiedades antimicrobianas, lo que ayuda a reducir la carga bacteriana en los conductos radiculares. Además, son bioactivos, lo que significa que pueden estimular la formación de tejido mineralizado en el entorno periapical, favoreciendo la cicatrización y regeneración de los tejidos periapicales dañados.
4. Menor riesgo de sobre obturación: Reduce el riesgo de sobreobturación del conducto radicular, ya que se utiliza un cono preformado que se adapta a la forma y tamaño del conducto. Esto contribuye a una obturación más tridimensional y precisa.

Entre sus limitaciones se observaron la solubilidad, la estabilidad dimensional (contracción y expansión) y la recuperabilidad, particularmente cuando se usan para obturar completamente un conducto. También se ha demostrado que algunos selladores pueden causar decoloración, en la mayoría de los casos, debido al radiopacificador que utilizan (Ej.: Óxido de Bismuto). Estas limitaciones se han venido mejorando con la aparición de nuevos selladores biocerámicos mejorados que han disminuido las limitantes potencializando sus características (Aminoshariae A, 2022).

5.8 Tipos de Selladores Biocerámicos:

Las diferentes composiciones del cemento, las variaciones en la distribución del tamaño como el tamaño de partícula, espesantes, acelerantes y otros componentes que pueden afectar las propiedades de manejo y las reacciones de configuración que dan como resultado a variaciones en su rendimiento (Han L, Kodama S, Okiji T, 2015).

Algunos de los tipos de biocerámicos comúnmente utilizados en endodoncia incluyen:

. MTA (Aggregate Tricalcium): Es uno de los biocerámicos más utilizados en endodoncia. Se compone principalmente de óxido de silicio, óxido de aluminio y óxido de calcio. El MTA es conocido por su capacidad para sellar el conducto radicular y promover la formación de tejido duro alrededor del ápice radicular.

. Biodentine: Es un material de restauración dental que también se utiliza en endodoncia. Está compuesto principalmente de trióxido mineral agregado (MTA) y cerámicas. El Biodentine tiene propiedades de liberación de calcio y es biocompatible, lo que ayuda en la reparación y regeneración de los tejidos.

. Cerámica de fosfato de calcio: Es un biocerámico utilizado para la obturación de conductos radiculares. Tiene propiedades bioactivas y se ha demostrado que promueve la formación de hueso y tejido mineralizado alrededor del ápice radicular.

. Cerámica de silicato de calcio: Estas cerámicas, como el BioRoot RCS (Root Canal Sealer), son biocerámicos que contienen silicato de calcio. Son materiales de obturación de conductos radiculares altamente biocompatibles y tienen propiedades antibacterianas y regenerativas.

En el mercado existen varias marcas presentaciones disponibles, las cuales pueden ser bifásicos (2 componentes, mezclados por el operador) o premezclados en presentación de jeringa. Los premezclados han venido agarrando un auge, posicionándose en la opción más popular en la endodoncia contemporánea, debido a la facilidad para manipularse y utilizarse.

Entre los más populares encontramos los siguientes, descritos en la siguiente tabla:

Product	Manufacturer	System	Composition	Radiopacifier
NeoMTA Plus	Nu Smile, Houston, TX, USA	Powder/water-based gel	Tri/dicalcium silicate	Ta ₂ O ₅
NeoSealer		Organic liquid paste in Syringe	Tri/dicalcium silicate	Ta ₂ O ₅
BioRoot RCS	Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, France	Powder/water-based liquid	Tri/dicalcium silicate	ZrO ₂
iRoot, EndoSequence BC, Edge Endo, TotalFill BC sealer	Innovative BioCeramix Inc.; Brasseler USA	Organic liquid paste in syringe	Tri/dicalcium silicate	ZrO ₂ , Ta ₂ O ₅
Endo CPM sealer	EGEO SRL Buenos Aires, Argentina	Powder/liquid	Tri/dicalcium silicate	Bi ₂ O ₃ , BaSO ₄
MTA Fillapex	Ângelus Indústria de Produtos Odontológicos Ltda	Dual paste	Disilicylate resins	Bi ₂ O ₃
Bio-C		Organic liquid paste in syringe	Tri/dicalcium silicate	ZrO ₂
Seal Plus BC	MK Life, Porto Alegre, RS, Brazil	Organic liquid paste in syringe	Tri/dicalcium silicate	ZrO ₂

Los cementos de resina epoxi han sido utilizados durante las últimas décadas de manera muy amplia, siendo el AH Plus (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemania) el “gold standard” por sus propiedades físicas, gran fuerza de adhesión a la dentina, baja solubilidad y adecuada estabilidad dimensional. Es precisamente su fuerza de adhesión al colágeno dentinario lo que ofrece una gran adaptación del cemento a las paredes dentinarias y un menor número de vacíos interfaciales entre cemento y dentina, y también posee una mayor penetración en los túbulos dentinarios debido a su consistencia o fluidez (Kharouf N, 2020). Pero estos cementos de resina epoxi carecen de propiedades bioactivas o de potencial osteogénico (Adrianne Calixto., 2016), a diferencia de los cementos de silicato cálcico o biocerámicos como MTA Fillapex (Angelus, Londrina, Paraná, Brasil), iRoot SP (Innovative Bioceramix, Vancouver, BC, Canadá), EndoSequence BC (Brasseler EEUU, Savannah, EEUU) o el recientemente comercializado Ceraseal (Meta Biomed Co., Cheongju, Korea) que poseen un potencial bioactivo y menor citotoxicidad (Elizabeth A. Chybowski).

5.9 Técnica de Cono Único utilizando Selladores Biocerámicos a Base de Silicato de Calcio Versus Selladores a Base Resina Epoxi.

Los selladores endodónticos son esenciales para sellar toda la longitud del conducto radicular, el foramen apical, las irregularidades del conducto radicular y el espacio entre la pared del conducto radicular y el material de relleno radicular central. Según Chandra et al para que un sellador sea, ideal debe tener propiedades tales como una excelente capacidad de sellado después del fraguado, estabilidad dimensional adecuada, adhesión óptima a las paredes del canal y biocompatibilidad favorable (Ahmad Nouroloyouni, 0223)

Los selladores deben ser biocompatibles y no irritantes para los tejidos perirradiculares. Los selladores endodónticos más utilizados son los de hidróxido de calcio, de ionómero de vidrio, de óxido de zinc y eugenol, los selladores a base de resina y los selladores a base de silicato de calcio recientemente introducidos. En los últimos años, antes de la entrada de los selladores de Silicato de Calcio, los selladores a base resina epoxi, tuvieron su auge, y aun hoy en día se mantienen en el mercado con una alta demanda. Hay varios tipos y marcas de selladores a base de resina epoxi, siendo el AH Plus Candra (Dentsply DeTrey, Constanza,

Alemania) el sellador “gold standard” por mucho tiempo. Los selladores de conductos radiculares a base de resina epoxi tiene como ventaja su buena capacidad de sellado, teniendo una baja microfiltración y buena capacidad de penetración en las paredes de la dentina favoreciendo una buena adhesión de la obturación y sepultando las bacterias restantes que han alojado en los tubulillos dentinales. Como desventaja, este sellador presenta toxicidad cuando se mezcla recientemente y se reduce gradualmente al fraguar a las 24 hrs. Si está en contacto directo con tejidos viables durante períodos prolongados, provoca una reacción inflamatoria y puede retrasar la curación, aunque se sabe que este efecto de toxicidad es por poco tiempo, por lo que sus beneficios superan a sus desventajas ampliamente. En base al problema de toxicidad, actualmente se han desarrollado selladores biocerámicos a base de silicato de calcio (Deog-Gyu Seo, 2019)

El Sellador de resina epoxi AH Plus se ha utilizado en investigación como control, debido a su estabilidad dimensional, microrretención a la dentina y solubilidad reducida. En varios artículos científicos se ha comparado el AH Plus con diversos selladores biocerámicos que se inventaron con el objetivo de desplazar a este sellador que a sido el Gold standard por mucho tiempo.

En un estudio se evaluó la influencia del protocolo de secado en la unión, resistencia y sellado apical de tres diferentes selladores de conductos radiculares. Se comparó el AH Plus (a base de resina epoxi), Sealapex (a base de Hidróxido de Calcio) y MTA Fillapex (a base de biocerámico), utilizando técnica de cono único. Tanto el AH Plus como el Sealapex, son selladores endodónticos altamente reconocidos, y utilizados desde hace un buen tiempo en el mercado; el sellador biocerámico, MTA Fillapex (Angelus, Brazil), recientemente introducido en el mercado, es un material a base de MTA, que contiene silicato de calcio. Reduce el tiempo de trabajo del MTA convencional, facilitando la fase de manipulación y mejorando la fuerza de adhesión. Es poco citotóxico, y posee las cualidades bioactivas que caracteriza a los biocerámicos. Al final del estudio se llegó a la conclusión que en sellado apical no hubo diferencia significativa entre los tres, mientras que los valores más altos de adhesión se observaron en especímenes secados con alcohol isopropílico, como último Irrigante, siendo el AH Plus el de mejor fuerza adhesiva (Adrianne Calixto., 2016). Como

comentario se podría agregar que el AH Plus también es el que más citotoxicidad presenta en un periodo de tiempo corto de los tres selladores.

Los selladores de conductos radiculares biocerámicos, se introdujeron, con indicaciones similares al MTA, procedimientos tales como de obturación y reparación. Estos cementos contienen silicato tricálcico y dicálcico, fosfato de calcio, hidróxido de calcio, así como óxido de zirconio como radiopacificador. Los materiales biocerámicos están indicados como una alternativa al MTA, debido a sus excelentes propiedades físicas, químicas y biológicas, por ejemplo, se ha demostrado que inducen la diferenciación celular, tienen efectos osteoconductores y reducen la inflamación. Además, estos productos han mostrado baja citotoxicidad, fuerza de unión adecuada y capacidad de sellado. Inducen la biomineralización y deposición de tejido duro.

Un referente del mercado es EndoSequence BC, y uno de los más investigados al compararlo con otros selladores endodónticos, teniendo resultados favorables. Es sellador biocerámico, compuesto de silicatos de calcio, fosfato de calcio monobásico, óxido de zirconio, óxido de tantalio y agentes espesantes. Según un estudio reciente, EndoSequence BC selló el conducto radicular mejor que el sellador AH Plus (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemania) y mostró la fuerza de unión más alta en condiciones de humedad. También se demostró que las fuerzas de unión del material eran significativamente más altas que las de Sealapex (Kerr, Orange, CA), siendo un sellador más óptimo. La citotoxicidad de EndoSequence BC a las 24 horas fue mucho menor que la de AH Plus, y mostró alta biocompatibilidad. Selladores de óxido de zinc eugenol y AH Plus provocaron una mayor liberación de péptidos (asociados a la inflamación pulpares y periapicales), mientras que el sellador EndoSequence BC redujo la liberación de péptidos relacionados con el gen de la calcitonina basal, lo que indica menos potencial para el dolor y la inflamación neurogénica (Kallaya Yanpiset, 2018). También se informó que el sellador BC mejoró la diferenciación osteoblástica de células del ligamento periodontal (Lim M, 2020), indujo la remineralización de la dentina, y tuvo fuertes propiedades antibacterianas (Fonseca B, 2019).

Hay diferentes técnicas de obturación disponibles, incluido el uso de gutapercha termoplástica, compactación lateral en frío, condensación vertical y técnicas de obturación cono único que ha tenido un auge recientemente al utilizarse con biocerámicos a base de

silicato de calcio. La técnica compactación lateral en frío tiene un alto nivel de seguridad, es rentable y ha mostrado resultados clínicos favorables. En esta técnica, el uso correcto de un esparcidor puede ayudar a ganar más espacio para la inserción de puntas accesorias de gutapercha y lograr así un conducto con una obturación más compacta. Ha sido la técnica de obturación del conducto radicular utilizada a través del tiempo, aunque recientemente a disminuido su uso por la implementación de nuevas técnicas, entre ellas, la técnica de cono único. La técnica de compactación lateral, tiene inconvenientes tales como un alto nivel de dificultad, riesgo de formación de vacíos y riesgo de fractura vertical de la raíz debido a la aplicación de fuerzas de acuñamiento por instrumentos como esparcidores. Por otro lado, esta técnica puede tener un resultado no tan optimo, en conductos curvos, dando lugar a obturaciones incompletas (Ahmad Nouroloyouni, 0223).

La técnica cono único, es la técnica en la que se prepara una punta de gutapercha con una conicidad compatible con la forma final del conducto instrumentado. Esta se inserta en el conducto, permitiendo la obturación completa sin puntas accesorias. Según Nouroloyouni et al. esta técnica a menudo se asocia con un buen resultado en los conductos radiculares redondos, estrechos y regulares. Sin embargo, el resultado puede no ser satisfactorio en conductos radiculares con formas irregulares. Esta técnica no requiere compactación y es popular debido a su simplicidad y rapidez de proceso. Requiere una mayor cantidad de sellador que las técnicas de compactación y condensación; por lo tanto, su resultado depende más de las propiedades del sellador (Ahmad Nouroloyouni, 0223).

El sellador del conducto radicular debe ser capaz de crear una unión eficaz con el material del núcleo y la dentina del conducto radicular para evitar la microfiltración en la interfase.¹ Los selladores a base de resina epoxi han mostrado buenas propiedades fisicoquímicas, así como un excelente sellado apical. Los biocerámicos son materiales inorgánicos, no metálicos y biocompatibles que tienen propiedades mecánicas similares a los tejidos duros dentales. Son químicamente estables, no corrosivos e interactúan bien con el tejido orgánico. Los selladores biocerámicos tienen la gran ventaja que al relacionarse con la dentina forman de cristales de hidroxiapatita. La penetración de los selladores de conductos radiculares en los túbulos dentinarios es esencial para lograr una buena fuerza de adhesión. La estabilidad de

la unión formada entre la dentina de la raíz y la interfaz de gutapercha redujo la falla asociada con la fuga del material (Adrianne Calixto., 2016).

En un estudio in vitro se llevó a cabo para evaluar y comparar la penetrabilidad, fuerza de unión y adaptación marginal entre los cementos biocerámico a base de silicato de calcio (BioRoot RCS), a base de hidróxido de calcio (Sealapex) y a base de resina epoxi (AH Plus) selladores. Las Conclusiones fueron las siguientes: 1. El sellador AH Plus a base de resina epoxi reveló una mejor penetración en tercio medio y coronal. 2. Se observó una mínima formación de espacios para el sellador biocerámico, siendo el sellador distribución más homogénea en todo el conducto. Se observó una mayor penetración del sellador biocerámico en el tercio apical. (Asha Pius, 2019).

En un estudio se evaluó la capacidad de penetración de dos cementos endodónticos, Endosequence BC Sealer y AH Plus, en el que se concluyó que el cemento biocerámico Endosequence BC Sealer presentó similar capacidad como AH Plus para rellenar y sellar el conducto.

En un estudio se evaluó el resultado del tratamiento no quirúrgico del conducto radicular utilizando una técnica de cono único y un sellador de silicato de calcio como lo es EndoSequence BC Sealer (BC; Brasseler USA, Savannah, GA) e identificar factores asociados con el éxito o el fracaso, con esta técnica; En el cual se concluyó que la técnica de cono único y este sellador de silicato de calcio es una opción viable para la obturación endodóntica

Un estudio in vitro, que comparó la capacidad de sellado de los selladores EndoSequence (BC; Brasseler USA, Savannah, GA), AH Plus (Dentsply, De-Trey Konstanz, Alemania) y GuttaFlow (Roeko-Coltène/Whaledent, Langenau, Alemania), en conductos radiculares curvos preparados de forma conservadora obturados con técnica de cono único. Los resultados de este estudio, demostraron que ningún sellador logró sellar completamente el foramen apical de la pieza, y tener un sello hermético.

Hay muchos estudios que evalúan la capacidad del sellado radicular endodóntico al utilizar algún Silicato de Calcio versus el sellador Resinoso AH Plus, pero con resultados tan diferentes no se ha logrado establecer completamente cuál de estos selladores que se

encuentran en el mercado es el óptimo para ser utilizado. Recientemente se ha introducido al mercado un nuevo sellador a base de Silicato de Calcio de la marca MetaBiomed, llamado Ceraseal (Meta Biomed Co., Cheongju, Corea), el cual viene a competir versus el sellador de resina epoxi AH Plus, que ha sido a través de los años, una de las opciones más utilizadas de Endodoncistas

5.10 CeraSeal versus AH Plus

Ceraseal (Meta Biomed Co., Cheongju, Corea), es un sellador endodóntico premezclado recientemente lanzado que contiene silicatos de calcio, óxido de circonio y agente espesante. El material viene en presentación de jeringa premezclado (punta de mezcla automática). Es menos citotóxico y más biocompatible que los selladores a base de resina epoxi (López-García S., 2020). Puede tener una capacidad de llenado superior y una menor solubilidad que otros selladores de silicato de calcio (Kharouf N, 2020). Los tiempos de fraguado de CeraSeal son 3.5 hrs. aproximadamente (Komabayashi et al., 2020).

El sellador de silicato de calcio CeraSeal, tiene entre sus principales ventajas su presentación en jeringa premezclada el cual le confiere una mezcla homogénea que le da más estabilidad a diferencia de otros productos que pueden sufrir alteración en la relación polvo/líquido durante el proceso de mezcla, lo cual puede afectar a la resistencia a la compresión, la solubilidad y la fuerza de unión del sellador endodóntico a dentina. Otra ventaja importante es su naturaleza fácil de usar y aplicar optimizando tiempo de trabajo. Según el fabricante, las obturaciones del conducto radicular son óptimas quedando estas tridimensionalmente bien adaptadas al conducto, proporcionando un sellado coronal óptimo, reduciendo la posibilidad de fugas apicales y sepultando las bacterias restantes. Hasta donde sabemos, hay pocos estudios e información del éxito del sellador de conductos radiculares Ceraseal. En un estudio, se comparó Ceraseal (Meta Biomed Co., Cheongju, Corea) versus el reconocido BioRoot RCS (BR) (Septodont, San Maur des Fossés, Francia) un sellador biocerámico polvo/líquido que requiere mezcla de procedimiento manual (Kharouf N, 2020). En el estudio, la capacidad de sellado de los selladores BioRoot y Ceraseal utilizando la técnica de cono único, se evaluó con microscopio óptico digital, con el fin de evaluar los porcentajes de vacíos y espacios en la interfase en las partes apical, media y coronal del conducto radicular. Se observaron porcentajes de vacíos significativamente más bajos para

el sellador Ceraseal. Por otro lado, se evaluó la penetración del sellador en los tubulillos dentinarios, los cuales al ingresar a estos forman infiltraciones intratubulares (Tags), que pueden inducir a la formación de cristales minerales bioactivos dentro de los túbulos dentinarios. Los selladores, BioRoot y CeraSeal, mostraron infiltraciones intratubulares a 5 y 8 mm. La máxima penetración de Tags, fue de 626 μm para el sellador CeraSeal, mientras que fue de 480 μm para el sellador BioRoot. El estudio concluyo en que CeraSeal puede tener una capacidad de llenado superior y menor solubilidad que el sellador BioRoot debido a su composición química específica y método de mezcla (Kharouf N, 2020) .

López García et al. estudiaron la biocompatibilidad, la bioactividad y la liberación de iones del sellador CeraSeal. Se comparó con biocerámicos a base de silicato de calcio como lo son EndoSequence BC Sealer (Brasseler EE. UU., Savannah, GA, EE. UU.), Endoseal MTA (Maruchi, Wonju, Corea) y CeraSeal (MetaBiomed Co., Cheongju, Corea) EndoSequence BC Sealer y Ceraseal mostraron mayor viabilidad celular, unión celular, tasas de migración y tasas de liberación de iones que Endoseal y EndoSequence BC Sealer Los conductos obturados con CeraSeal exhibieron significativamente más genes de expresión y capacidad de mineralización que Endoseal. CeraSeal y liberó significativamente más Ca^{2+} , que EndoSequence BC Sealer y Endoseal (López-García S., 2020).

Siendo este sellador uno de los más recientemente introducidos, es necesario seguir investigando los resultados y el éxito del mismo, ya que según los pocos estudios previos que existen de él, han demostrado resultados prometedores, que podrían afianzar la técnica de cono único con este nuevo sellador de silicato de calcio.

El sellador AH Plus, una resina a base de epoxi-bisfenol, con agregados de adamantina. Se ha utilizado por muchos años y se a afianzado como el sellador Gold Standard (José F Siqueira Jr., 2005). Ha sido el sellador más estudiado en las últimas dos décadas, ya sea como sellador de prueba o como material de referencia (Fonseca, 2019). Es un material de presentación pasta a pasta que tiene una reacción química de polimerización de amina contenida en la resina epoxi Se adhiere a dentina radicular y tiene una buena penetración en las micro irregularidades, aumentando así el enclavamiento mecánico entre el sellador y dentina radicular. Tiene baja microfiltración, buena estabilidad dimensional, baja solubilidad, y buena capacidad de penetración en las paredes de la dentina (Baras BH, Melo

MAS,, 2020). El sellador AH Plus son citotóxicos para los tejidos en comparación con cementos biocerámicos, esto puede deberse a la liberación de una pequeña cantidad de formaldehído durante la reacción química de fraguado. Su toxicidad es más latente al mezclar recientemente y se reduce gradualmente al fraguar. Esta causa necrosis e inflamación tisular, lo que ralentiza la reparación tisular (Leonardo et al., 1999). Esta toxicidad se reduce drásticamente al terminar su proceso de fraguado durando aproximadamente 24 horas (S Pallavi, 2020).

En un estudio se evaluó el efecto de tres selladores a base de silicato de calcio (EndoSeal MTA, Nano-ceramic Sealer y Wellroot ST) y dos selladores a base de resina epoxi (AH-Plus, AD Seal) en varios aspectos, como la viabilidad celular, respuesta inflamatoria y potencial osteogénico, de células madre del ligamento periodontal humano. AH-Plus mostró la viabilidad celular más baja en las células madres del ligamento periodontal. Los selladores a base de silicato de calcio parecen ser más biocompatibles y menos citotóxicos que los selladores a base de resina epoxi (Lee JK, 2019). El estudio no incluyó a CeraSeal, pero si selladores de Silicato de Calcio similares a él.

En un experimento, se examinó la citotoxicidad de Endoseal MTA, Ceraseal y AH26 en células de fibroblastos gingivales humanos utilizando el ensayo de metil-tiazol-tetrazolio a intervalos de tiempo de 24, 48, 72 y 120 horas. Los resultados demostraron que los selladores a base de silicato de calcio examinados tenían menos citotoxicidad y mayor actividad de mineralización que el sellador a base de resina (AH26). La mineralización celular causada por Endoseal MTA fue ligeramente mayor (69). El AH Plus es la evolución mejorada del sellador AH 26. Este dato nos da un parámetro de comparación entre selladores de Silicato de calcio y selladores a base de resina epoxi similar al AH Plus.

En un estudio se evaluó la biocompatibilidad de selladores a base de silicato de calcio, como lo fue CeraSeal y EndoSeal TCS en comparación de selladores a base de resina epoxi (AH-Plus) en términos de viabilidad celular, respuesta inflamatoria, expresión del fenotipo mesenquimatoso, potencial osteogénico, unión celular y morfología de células madre del ligamento periodontal humano, las cuales fueron adquiridas de premolares (Oh H, 2020). En la prueba de viabilidad celular, AH-Plus mostró la viabilidad celular más baja y CeraSeal mostró una viabilidad celular significativamente mayor que otros (Shokrzadeh M). En la

prueba ELISA, AH-Plus mostró una mayor inflamación que los selladores a base de silicato de calcio. En una prueba de potencial osteogénico, AH-Plus mostró un nivel de expresión más bajo que los otros materiales (Oh H, 2020).

En el estudio de Oh et al., en el 2020, se demostró que el cemento CeraSeal mostraba mayor biocompatibilidad que el gold estándar AH Plus. Contrario al estudio de tesis de Huidobro, que se demostró que la biocompatibilidad de CeraSeal es comparable con Ah Plus (Astrid Huidobro, 2021). La biocompatibilidad, la bioactividad, liberación de iones, capacidad de penetración en los tubulillos dentinarios y sellado de CeraSeal ya fueron estudiados por López-García et al. Según los estudios anteriores algunos selladores de silicato de calcio si han demostrado ser mejores en sus propiedades Bioactivas y de biocompatibilidad que AH Plus al utilizar la técnica de cono único en endodoncia.

Sin embargo, hasta donde sabemos, hay poca información que compare CeraSeal con AH Plus en base a su capacidad de sellado Apical. El objetivo del presente estudio, es poder comparar la capacidad de sellado y hermetismo de ambos selladores, ya que los estudios con los que actualmente contamos, son muy escasos, y se necesita más investigación para poder determinar cuál de estos dos selladores es el que presenta resultados más óptimos a nivel del hermetismo del sellado apical, ya que en endodoncia, la zona apical es la más crítica en el tratamiento, por ser la zona más difícil de llegar y por su anatomía tan compleja por la presencia del delta apical; siendo los últimos 3 milímetros, los responsables de la mayoría de fracasos endodónticos concernientes a una mala desinfección, mala obturación y microfiltración por falta de hermetismo apical.

6. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

. Determinar la diferencia de la microfiltración apical en obturaciones endodónticas con técnica de cono único entre un sellador biocerámico y un sellador resinoso.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

. Determinar la diferencia de la microfiltración apical en obturaciones endodónticas con técnica de cono único entre selladores (biocerámico y resinoso) y tiempo de evaluación de tres días.

. Determinar la diferencia de la microfiltración apical en obturaciones endodónticas con técnica de cono único entre selladores (biocerámico y resinoso) y tiempo de evaluación de siete días.

7. HIPÓTESIS

Hipótesis Nula 1

No existe diferencia estadísticamente significativa de la microfiltración apical en obturaciones endodónticas con técnica de cono único entre un sellador biocerámico y un sellador resinoso.

Hipótesis Alternativa 1

Si existe diferencia estadísticamente significativa de la microfiltración apical en obturaciones endodónticas con técnica de cono único entre un sellador biocerámico y un sellador resinoso.

Hipótesis Nula 2

No existe diferencia estadísticamente significativa de la microfiltración apical en obturaciones endodónticas con técnica de cono único entre selladores (biocerámico y resinoso) y tiempo de evaluación (tres y siete días).

Hipótesis Alternativa 2

Si existe diferencia estadísticamente significativa de la microfiltración apical en obturaciones endodónticas con técnica de cono único entre selladores (biocerámico y resinoso) y tiempo de evaluación (tres y siete días).

8. VARIABLES

DEPENDIENTE:

Variable	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Valor Final
Microfiltración apical	Se evaluará visualmente utilizando Microscopio Endodóntico, midiendo y registrando los resultados de la presencia de filtración del colorante en la región apical.	Cuantitativa	Razón	Milímetros y centésimas de milímetro

INDEPENDIENTES (FACTORES):

Variable	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Valor Final
Material	Se clasificará según el material de obturación endodóntico a utilizar entre un sellador biocerámico a base de silicato de calcio y un sellador resinoso	Cualitativa	Nominal	- Sellador biocerámico - Sellador resinoso
Tiempo	Tiempo en el cual se colocarán los especímenes dentarios en una incubadora, para reproducir la temperatura natural corporal	Cuantitativa	Razón	72 horas - Una semana

9. MARCO METODOLOGICO

A continuación, se describe la metodología que puede ser utilizada para evaluar la microfiltración periapical en obturaciones endodónticas con técnica de cono único con sellador a base de silicato de calcio versus sellador resinoso.

Tipo de estudio

Se realizará un estudio experimental in vitro con dos factores (material y tiempo).

Población y muestra

En total se tendrán cuatro grupos que resultan de los cruces entre los dos factores (2 x 2) del estudio experimental que corresponden a los 2 materiales y a los 2 momentos diferentes de medición. Se realizarán 10 réplicas en cada uno de los grupos. Los especímenes se asignarán al azar a uno de estos cuatro grupos.

Selección de muestras:

Se seleccionan 40 dientes humanos extraídos, monorradiculares, con un solo conducto, ápices completamente formados y cerrados. Los dientes deben limpiarse de caries y restauraciones previas, con raíces intactas, sin presencia de fracturas o reabsorciones radiculares que afecten la integridad del diente (S Pallavi, 2020).

Procedimiento

La microfiltración periapical en obturaciones endodónticas se refiere a la filtración de fluidos y bacterias a través de la interfaz entre el material obturador y las paredes del conducto radicular, lo que puede provocar fracasos en el tratamiento endodóntico (Blanca Ortiz-Blanco, José Luis Sanz., 2022). En este estudio de investigación in vitro, se pretende evaluar la capacidad de sellado de la obturación en la región apical del diente con técnica de cono único mediante la infiltración de una sustancia coloreada, en este caso, el azul de metileno al 2%, exponiendo los especímenes dentales de cada grupo a diferentes variables de tiempo. En el caso del azul de metileno, su molécula aunque no existe un dato preciso se sitúa en el rango nanométrico, siendo mucho más pequeña que las bacterias (0.2- 2 micrómetros).

A continuación, se describe la metodología que puede ser utilizada para evaluar la microfiltración periapical en obturaciones endodónticas con técnica de cono único con sellador a base de silicato de calcio versus sellador resinoso.

Instrumental, materiales y equipo

- . Limas de Sistema Reciprocante AF Blue F One (FANTA Dental Materials) de Ni Ti
- . Limas K de acero inoxidable o de NITI
- . Localizador electrónico de ápice
- . Motor Endodóntico
- . Ultrasonidos
- . Magnificación (Microscopio Endodóntico o Lupas 3.5 x) para los casos que lo requieran
- . Gutapercha calibrada de 35.04 a 50.04
- . Puntas de Papel de 35.04 a 50.04
- . Sellador endodóntico Biocerámico, a base de silicato de Calcio (Meta Biomed), CeraSeal.
- . Sellador endodóntico Resinoso, a base de resina Epoxi AH Plus (Densply)
- . Sistema de activación sónica de Irrigante
- . Turbina y Micromotor
- . Fresas Endodónticas (redondas, Endo z, LA Axxess etc.)
- . Radiografía Digital
- . Instrumental Endodóntico (espejo, pinza, explorador endodóntico, cucharilla, jeringa aspiradora, pluggers, spreaders, regla endodóntica, calibrador de gutapercha, sistema de micro succión, glick.)
- . Irrigantes: NaOCl al 4.74%, Ácido Cítrico al 10%, EDTA al 17%, Solución Salina al 0.9%
- . Azul de Metileno al 2%
- . Incubadora a 37 grados Centígrados

- . Discos de carburo
- . Jeringas irrigadoras de salida lateral.
- . Esmalte de uñas soluble
- . Obturación Temporal: Ionómero de vidrio tipo 2 (FUJI LC)
- . Acrílico líquido y en polvo autocurado

Preparación de las muestras:

Los dientes se colocan en hipoclorito de sodio al 2,5% (NaOCl), durante 2 horas y serán almacenados en solución salina normal hasta su uso. Los dientes serán seccionados con discos de carburo de su parte coronal, dejando únicamente la parte radicular (Asha Pius, 2019) (Berruti E, 1996).

Preparación de los conductos radiculares de las muestras:

La longitud de trabajo se determinará utilizando una lima K de tamaño 15 (Densply Maillefer.) que se extenderá un poco más allá el foramen apical. Luego se restará de 0.5 a 1 mm de la longitud a la lima. La preparación biomecánica con limas reciprocantes AF Blue F One (FANTA Dental Materials). Consta de un sistema de 3 limas con una secuencia de 20.04, 25.04, 40.04

Los conductos radiculares se irrigan entre limas con 2 ml. de NaOCl al 4.25%, haciendo una última irrigación al terminar de instrumentar con 5 ml de NaOCl al 4.25%, Ácido Cítrico al 10% y Solución Salina, como lavado final. Los conductos se secan con puntas de papel.

Obturación de los conductos radiculares de las muestras:

Los especímenes se dividen al azar en 4 grupos de 10 muestras cada uno, en las que se utiliza la técnica de cono único, y sellador biocerámico a base de silicato de calcio en dos grupos, y sellador resinoso a base de resina epoxi-amina en los otros dos grupos. Siendo la única diferencia en cada grupo el tiempo de exposición.

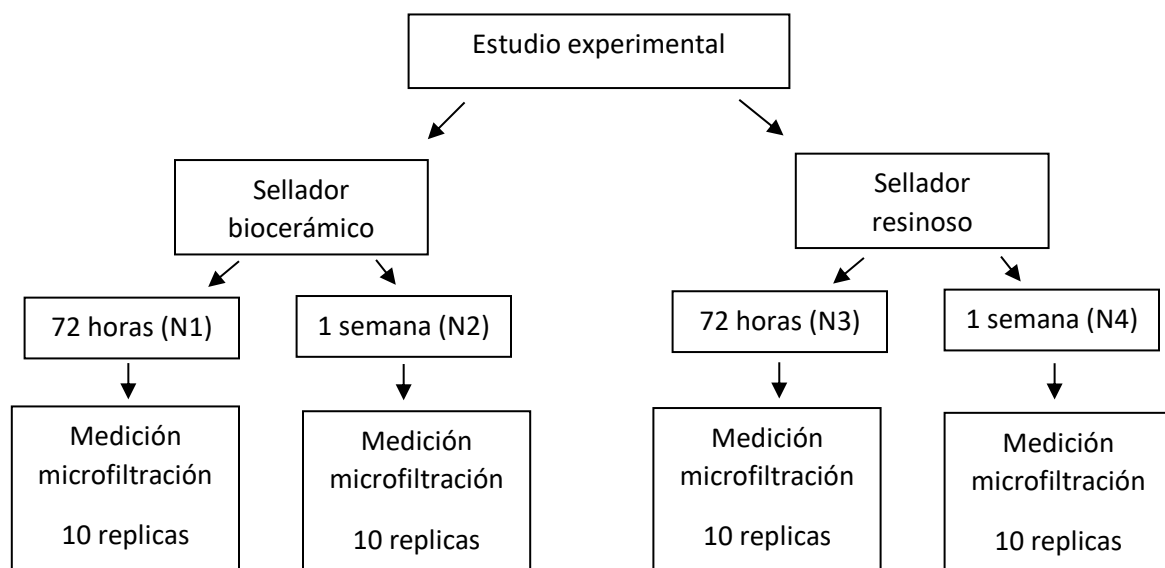
Los 4 grupos quedan divididos en 10 muestras por cada grupo de la siguiente manera:

Grupo I: Obturación realizada con técnica de cono único de gutapercha Hygenic (Coltene, Germany), con Lima Apical Maestra entre 35.04 a 50.04 dependiendo de la instrumentación, con sellador biocerámico CeraSeal (Meta Biomed Inc. Korea) a base de silicato de calcio, el cual llamaremos N1, con tiempo de 72 horas de exposición a la solución del azul de metileno al 2%.

Grupo II: Obturación realizada con técnica de cono único de gutapercha Hygenic (Coltene, Germany) con Lima Apical Maestra entre 35.04 a 50.04 dependiendo la instrumentación, con sellador biocerámico CeraSeal (Meta Biomed Inc. Korea) a base de silicato de calcio, el cual llamaremos N2, con tiempo de 1 semana de exposición a la solución del azul de metileno al 2%.

Grupo III: Obturación realizada con técnica de cono único de gutapercha Hygenic (Coltene, Germany) con Lima Apical Maestra entre 35.04 a 50.04 dependiendo de la instrumentación y sellador resinoso AH Plus (Densply Sirona, USA) a base de resina epoxi-amina, el cual llamaremos N3, con tiempo de 72 horas de exposición a la solución del azul de metileno al 2%.

Grupo IV: Obturación realizada con técnica de cono único de gutapercha Hygenic (Coltene, Germany) con Lima Apical Maestra entre 35.04 a 50.04 dependiendo de la instrumentación, con sellador resinoso AH Plus (Densply Sirona, USA) a base de resina epoxi-amina, el cual llamaremos N4, con tiempo de 1 semana de exposición a la solución del azul de metileno al 2%. A continuación, se muestra un esquema ejemplificando el experimento:



Técnicas de colocación de Selladores y Obturación con Técnica de Cono Único:

Para los Grupos N1, N2, N3, N4 se aplicará el sellador Ceraseal como el AH Plus con un léntulo espiral (Densply, Maillefer) de tamaño 30, de 21 milímetros., girado a la velocidad de 300 rpm manteniendo el instrumento a 2 mm del ápice durante 10 segundos.

Después de la colocación del sellador, se utiliza la técnica de obturación de cono único, con gutapercha conicidad 04 y calibre variable Hygenic (Coltene, Germany) en los 4 grupos, dejando la obturación a 0.5 a 1 mm del foramen del conducto. El acceso del conducto es sellado con cemento de Ionómero de Vidrio tipo II (Fuji II LC). Al terminar el proceso, se identifica cada espécimen dentario, grabando el grupo al que pertenece (N1, N2, N3 o N4).

Preparación de las raíces obturadas:

Una vez terminado el proceso de obturación y sellado coronal correspondiente, se sumergen las raíces en solución salina por 48 horas, para darle tiempo a los selladores de que se asienten y fragüen. Luego se pintan las raíces con 2 capas de esmalte de uñas, dejando sin pintar únicamente los últimos 3 milímetros de la raíz a nivel del tercio apical (Berruti E, 1996).

Posteriormente se sumergen las raíces en solución de azul de metileno al 2%, que tiene la capacidad de teñir las microfiltraciones o fugas a través de la obturación en la región apical y se filtre a través de la obturación durante un período de tiempo. Los especímenes dentarios del grupo N1 y N3, se sumergirá por 72 horas y los de los grupos N2 y N4, se sumergirán por 1 semana, a 37 grados centígrados, en una incubadora, a manera que se pueda reproducir la temperatura natural corporal, permitiendo que la solución cause la microfiltración necesaria para evaluar y determinar la penetración del azul de metileno en las muestras. Al cumplir el tiempo establecido, las muestras se lavan con agua corriente y se dejan secar al aire libre (Machaca-Albino B, 2022) (C. M. Olive, 2001).

Evaluación de la microfiltración:

Los especímenes se dividen transversalmente al eje largo de la raíz a nivel de los 3 milímetros que se dejaron expuestos a nivel Apical, con un disco de carburo utilizando como

refrigerante agua (Machaca-Albino B, 2022) (C. M. Olive, 2001). La profundidad de la penetración del tinte, se evalúa con el microscopio Celestron Deluxe Handheld Digital Microscope con magnificación al 10 X, el cual viene equipado con el programa MicroCapture Software, herramienta que toma microfotografías y mide centésimas de milímetro. Con esta herramienta, registramos los resultados y la presencia o ausencia de filtración del colorante en la región apical.

Una escala de penetración de la microfiltración del tinte (azul de metileno al 2%) en centésimas de milímetro es utilizado para cuantificar cuánto se ha infiltrado el tinte en el material de obturación en la microfiltración apical, el cual se describe de la siguiente manera:

0 - No hay infiltración (0.00 mm): En este caso, el material de obturación no tiene penetración del azul de metileno al 2% en absoluto.

1 - Infiltración mínima (0.01-0.20 mm): El material de obturación tiene penetración del azul de metileno al 2% en una pequeña cantidad. La infiltración es mínima.

2 - Infiltración moderada (0.21-0.50 mm): El material de obturación tiene penetración del azul de metileno al 2% de manera moderada.

3 - Infiltración significativa (0.51-1.00 mm): El material de obturación tiene penetración del azul de metileno al 2% en forma significativa y alcanza una profundidad considerable.

4 - Infiltración completa (más de 1.00 mm): El material de obturación tiene penetración completa del azul de metileno al 2% (Zmener, Osvaldo, 2005) (Claudio Hideki KUBO, 2005) .

Grado de infiltración de los especímenes (Microfiltración apical)

Grado de Microfiltración Apical	Profundidad de penetración	Resultado
0	No hay infiltración en absoluto	
1	Infiltración mínima (0.01-0.20 mm)	
2	Infiltración moderada (0.21-0.50 mm)	
3	Infiltración significativa (0.51-1.00 mm):	
4	Infiltración completa (más de 1.00 mm)	

Análisis estadístico:

Los datos recolectados se analizan estadísticamente para determinar si existe una diferencia significativa en la microfiltración entre los 4 grupos.

Cuando se desea comparar los datos entre 4 grupos de estudio, cada uno con 10 piezas, se utiliza diversos estudios estadísticos para analizar las diferencias y determinar si existen diferencias significativas entre los grupos:

1. Análisis de varianza (ANOVA): El cual se utiliza para comparar las medias de más de dos grupos. En este caso, se podría aplicar un ANOVA de una vía para evaluar si hay diferencias significativas en la microfiltración periapical entre los 4 grupos de estudio.
2. Prueba de Tukey: Si el ANOVA muestra diferencias significativas, se puede realizar una prueba de Tukey como un análisis post hoc (análisis de datos experimentales posteriores) con el objetivo de encontrar patrones posteriores a que se haya complementado el estudio, para identificar porqué los grupos difieren significativamente entre sí.

Es importante tener en cuenta que los resultados de los estudios in vitro, tienen como objetivo reflejar una situación clínica semejante a la real en la cavidad oral. Estos estudios proporcionan una base importante para la investigación y el desarrollo de mejores técnicas y materiales en endodoncia.

En resumen, la metodología para determinar la microfiltración periapical en obturaciones endodónticas con técnica de cono único con sellador a base de silicato de calcio versus sellador resinoso involucra la selección de muestras, la preparación del conducto radicular, la preparación de las muestras, la estimulación de la microfiltración, la evaluación de la microfiltración y el análisis estadístico. Esta metodología permite comparar la eficacia de diferentes selladores en la prevención de la microfiltración apical en obturaciones endodónticas.

10. RESULTADOS

El análisis estadístico es una herramienta esencial en la investigación científica, y su aplicación adecuada es crucial para la evaluación de resultados y la toma de decisiones informadas. La presente investigación se enfoca en el estudio de una técnica obturación endodóntica utilizando la técnica de cono único con dos tipos de selladores diferentes: el sellador biocerámico (CeraSeal) y el sellador resinoso (AH Plus). Ambos selladores han demostrado ser eficaces en estudios previos, pero existe un interés creciente en determinar cuál de estos dos materiales ofrece un sellado óptimo en una variedad de escenarios clínicos.

El objetivo fundamental de este estudio es evaluar y comparar la eficacia del sellador biocerámico y del sellador resinoso en términos de microfiltración apical, un indicador crítico de la calidad de sellado. A través de la técnica de cono único, se investiga si uno de los selladores exhibe un sellado apical superior, lo que podría tener implicaciones significativas en la práctica clínica y en la elección de los materiales de obturación.

Se espera poder encontrar, cuál de estos dos materiales puede ser preferible en términos de sellado apical, y si la técnica de sellado único es eficaz. Este estudio contribuirá a la literatura científica existente en el campo de la endodoncia al proporcionar evidencia sobre la eficacia relativa de los selladores biocerámicos y resinosos al utilizarlos en técnica de cono único, basados en un estudio in vitro.

10.1 Resultados Descriptivos

Los especímenes se dividieron al azar en 4 grupos de 10 muestras cada uno (40 en total), realizando la obturación por medio de la técnica de **“Cono Único”**, utilizando el sellador biocerámico CeraSeal en dos grupos (N1 y N2) y el sellador resinoso AH Plus en los otros dos grupos (N3 y N4); siendo la única diferencia entre grupos el tiempo de evaluación de la microfiltración de 3 y 7 días.

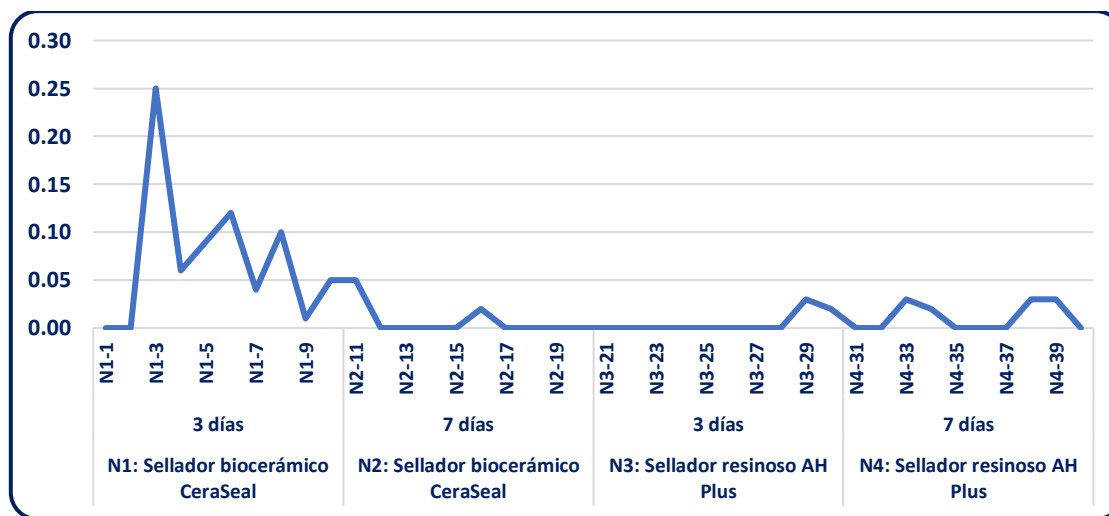
La variable dependiente a analizar es “la posible microfiltración apical”, la cual reflejara la eficacia de la obturación. La microfiltración apical tuvo como promedio 0.0238 milímetros de filtración en la totalidad de los 40 especímenes, ubicándose en el grado de “Infiltración

mínima (0.01-0.20 milímetros)”, con una desviación estándar de 0.04768 milímetros, un valor mínimo de 0.000 mm y un valor máximo de 0.25 mm.

Los resultados por tipo de sellador utilizado (material), tiempo de evaluación y espécimen se presentan en el siguiente gráfico. Se observa mayor variación de los resultados de la evaluación de la microfiltración en el grupo N1 (Sellador biocerámico CeraSeal con 3 días de evaluación); caso contrario, se observa menor variación de los resultados de la microfiltración en el grupo N3 (Sellador resinoso AH Plus con 3 días de evaluación).

Por último, se observa que el grupo N2 y N3 muestran tendencia de resultados muy similares entre sí, ambos proceden de distintos selladores y tiempos de evaluación (Sellador biocerámico CeraSeal con 7 días y Sellador resinoso AH Plus con 3 días).

Resultados de Microfiltración Apical por grupos y especímenes según sellador y tiempo de exposición



Fuente: elaboración propia con datos recopilados en estudio de campo.

10.2 Resultados de la obturación endodóntica

En el presente estudio, libre del objetivo general y específicos propuestos, es imprescindible evaluar en forma paralela la “Eficacia de la obturación y la posible microfiltración periapical” con la técnica de “**Cono Único**”, aplicada con dos distintos selladores para su posterior comparación (Sellador biocerámico CeraSeal **versus** Sellador Resinoso AH Plus).

Una escala de penetración de la microfiltración del tinte (azul de metileno al 2%) en centésimas de milímetro fue utilizado para cuantificar cuánto se ha infiltrado el tinte en el material de obturación en la microfiltración apical. Los resultados muestran que El 57.5% de los especímenes analizados se ubicaron en el grado o escala de “No hay microfiltración en absoluto” (23 especímenes); el 40.0% se ubicó en la escala de “Microfiltración mínima (0.01 – 0.20 mm)”; el 2.5% se ubicó en la escala de “Microfiltración moderada (0.21 – 0.50mm)” Por último, ningún espécimen evaluado se ubicó en las escalas “Microfiltración significativa (0.51 – 1.00mm) y microfiltración completa (más de 1.00)”.

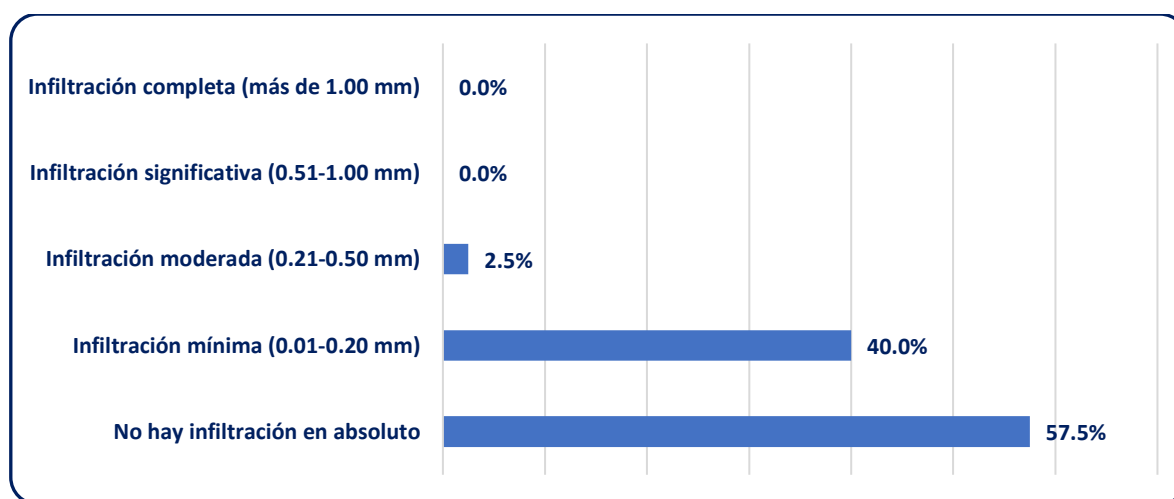
Grado de infiltración de los especímenes (Microfiltración apical según profundidad de penetración)

Grado de Microfiltración Apical (Variable Dependiente)	Cantidad	Porcentaje
No hay infiltración en absoluto	23	57.5%
Infiltración mínima (0.01-0.20 mm)	16	40.0%
Infiltración moderada (0.21-0.50 mm)	1	2.5%
Infiltración significativa (0.51-1.00 mm)	0	0.0%
Infiltración completa (más de 1.00 mm)	0	0.0%

Fuente: elaboración propia con datos recopilados en estudio de campo.

Los resultados encontrados proporcionan evidencia de la “Eficacia de la obturación endodóntica” utilizando la técnica de Cono Único, medida a través de la evaluación de la microfiltración apical.

Grado de infiltración de los especímenes (Microfiltración apical según profundidad de penetración)



Fuente: elaboración propia con datos recopilados en estudio de campo.

Con relación a la “Eficacia de la obturación endodóntica” en función de los dos selladores utilizados: a) Sellador biocerámico CeraSeal; y b) Sellador resinoso AH Plus; los resultados fueron los siguientes.

Los especímenes trabajados con el “Sellador resinoso AH Plus”, grupo N3 y N4, se ubicaron en los grados o escalas de “No hay filtración en absoluto” y “Microfiltración mínima (0.01 – 0.20 mm)”, con un 65% y 35% respectivamente.

Por su parte, los especímenes trabajados con el “Sellador biocerámico CeraSeal”, grupo N1 y N2, se ubicaron en los grados o escalas de “No hay filtración en absoluto”, “Microfiltración mínima (0.01 – 0.20 mm)” y “Microfiltración moderada (0.21 – 0.50 mm)” con un 50%, 45% y 5% respectivamente.

La diferencia entre los 4 grupos, se debe a que tanto el grupo N2 y N4 tuvieron más tiempo de fraguado al estar expuestos por una semana, el cual permitió que los selladores fraguaran y se asentaran mejor mejorando la eficiencia en el sellado, principalmente en el grupo N2 de sellador CeraSeal, el cual por su composición necesita más tiempo para asentarse y fraguar.

Tanto N2 (CeraSeal por 1 semana) y N4 (AH Plus por 1 semana), mostraron alta efectividad ante la microfiltración y resultados similares.

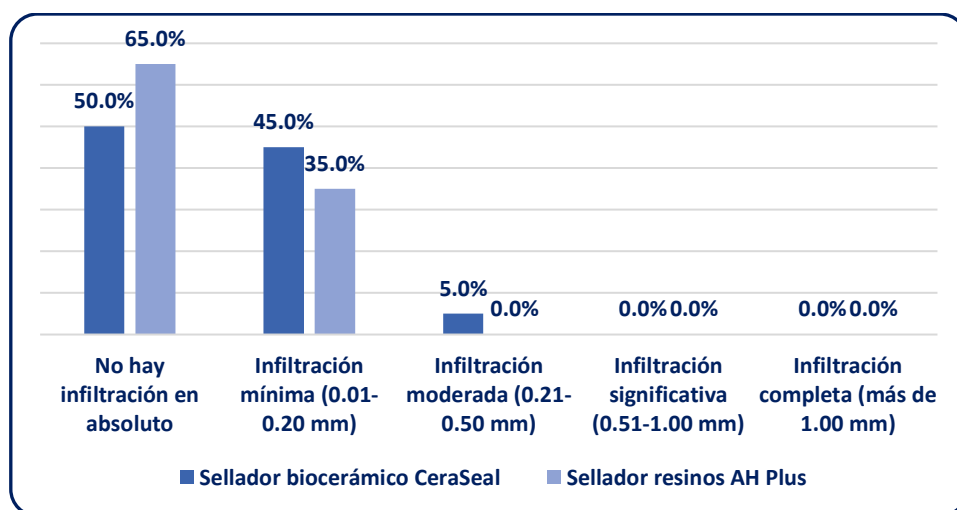
Grado Microfiltración Apical según tipo de materia sellador (Variable Dependiente)

Grados de microfiltración	Sellador biocerámico		Sellador resinoso AH	
	CeraSeal		Plus	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
No hay infiltración en absoluto	10	50%	13	65%
Infiltración mínima (0.01-0.20 mm)	9	45%	7	35%
Infiltración moderada (0.21-0.50 mm)	1	5%	0	0%
Infiltración significativa (0.51-1.00 mm)	0	0%	0	0%
Infiltración completa (más de 1.00 mm)	0	0%	0	0%

Fuente: elaboración propia con datos recopilados en estudio de campo.

Los resultados muestran evidencia que el sellador Resinoso AH Plus ubicó a los especímenes tratados con este tipo de material en mejor grado o escala de microfiltración apical que los especímenes tratados con el sellador Biocerámico CeraSeal.

Grado Microfiltración Apical según tipo de materia sellador (Variable Dependiente)



Fuente: elaboración propia con datos recopilados en estudio de campo.

Con relación a la “Eficacia de la obturación endodóntica” en función del tiempo de evaluación: a) 3 días (72 horas); y b) 7 días; los resultados fueron los siguientes.

Los especímenes evaluados en “7 días”, grupo N2 y N4, se ubicaron en los grados o escalas de “No hay filtración en absoluto” y “Microfiltración mínima (0.01 – 0.20 mm)”, con un 70% y 30% respectivamente.

Por su parte, los especímenes evaluados en “3 días”, grupo N1 y N3, se ubicaron en los grados o escalas de “No hay filtración en absoluto”, “Microfiltración mínima (0.01 – 0.20 mm)” y “Microfiltración moderada (0.21 – 0.50 mm)” con un 45%, 45% y 5% respectivamente.

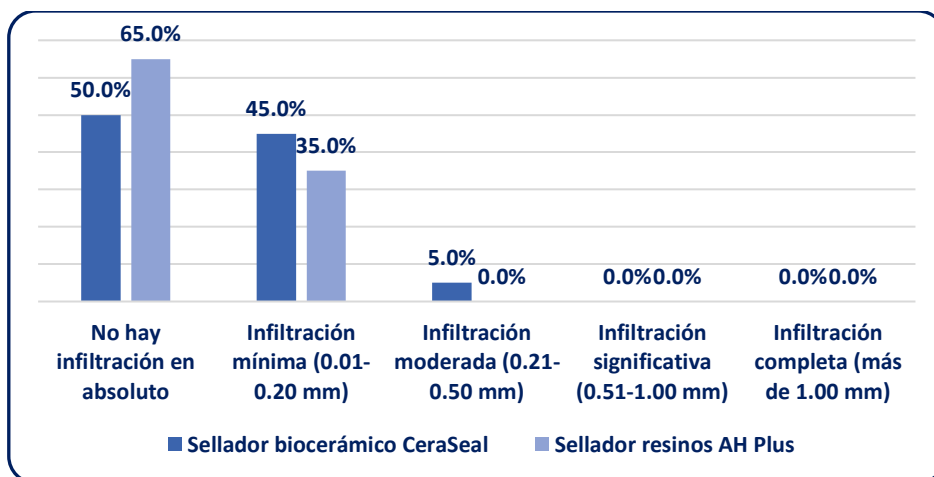
Grado Microfiltración Apical según tipo de material sellador (Variable Dependiente)

Grados de microfiltración	Sellador biocerámico CeraSeal		Sellador resinoso AH Plus	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
No hay infiltración en absoluto	10	50%	13	65%
Infiltración mínima (0.01-0.20 mm)	9	45%	7	35%
Infiltración moderada (0.21-0.50 mm)	1	5%	0	0%
Infiltración significativa (0.51-1.00 mm)	0	0%	0	0%
Infiltración completa (más de 1.00 mm)	0	0%	0	0%

Fuente: elaboración propia con datos recopilados en estudio de campo.

Los resultados muestran evidencia que en la evaluación de 7 días ubicó en mejor grado o escala de microfiltración apical que los especímenes evaluados en 3 días.

Grado Microfiltración Apical según tipo de materia sellador (Variable Dependiente)



10.3 Resultados ANOVA 1

Al realizar el ANOVA de la diferencia de la microfiltración apical entre los “selladores utilizados”, se obtuvieron los siguientes resultados.

Se observa que el promedio de “Infiltración Apical” del Sellador Biocerámico CeraSeal es mayor al promedio del Sellador Resinoso AH Plus (media de $0.0395 > 0.0080$); es decir, existió mayor infiltración en promedio en el primer sellador; además, existe mayor variabilidad de los resultados obtenidos con el sellador Biocerámico que con el sellador Resinoso (desviación estándar de $0.06262 > 0.01281$), lo cual se evidencia con el recorrido de los resultados por sellador (Sellador biocerámico de 0.00 a 0.25 y sellador resinoso de 0.00 a 0.03).

Resultados ANOVA 1 de un factor: Tipo de sellador utilizado

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo		Máximo
					Límite inferior	Límite superior			
A. Sellador biocerámico CeraSeal	20	.0395	.06262	.01400	.0102	.0688	0.00		.25
B. Sellador resinoso AH Plus	20	.0080	.01281	.00287	.0020	.0140	0.00		.03
Total	40	.0238	.04738	.00749	.0086	.0389	0.00		.25

Fuente: elaboración propia con datos recopilados en estudio de campo.

En la siguiente tabla se presenta el estadístico de Levene, realizado por medio de la prueba de homogeneidad de varianzas, el cual permite contrastar la hipótesis de que las varianzas poblacionales entre los dos selladores son iguales.

Puesto que el nivel crítico (0.001) es menor que 0.05, se RECHAZAR la hipótesis de igualdad de varianzas y ACEPTAR la hipótesis de investigación. Se concluye que, en las poblaciones definidas por las dos categorías o tipo de sellador utilizado, las varianzas de la variable “Microfiltración Apical”, no son iguales. Por lo tanto, **sí** existe diferencia

estadísticamente significativa de la microfiltración apical en obturaciones endodónticas con técnica de “Cono Único” entre material utilizado y tiempo.

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Grados de microfiltración apical			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
11.739	1	38	.001

Fuente: elaboración propia con datos recopilados en estudio de campo.

En la siguiente tabla se presenta los resultados del ANOVA, el cual permite contrastar la hipótesis de que las medias poblacionales entre los dos selladores son iguales.

Puesto que el valor del nivel crítico (0.034), es menor que 0.05, se decide RECHAZAR la hipótesis de igualdad de media y se concluye que las dos poblaciones (A. Biocerámico CeraSeal y B. Resinoso AH Plus) definidas se ACEPTA la hipótesis de Investigación, ya que la variable “Microfiltración Apical” no poseen los mismos niveles de filtración, utilizando la técnica de Cono Único.

ANOVA de un factor						
Grados de microfiltración apical						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	(Combinados)	.010	1	.010	4.858	.034
	Término lineal Contraste	.010	1	.010	4.858	.034
Intra-grupos		.078	38	.002		
Total		.088	39			

Fuente: elaboración propia con datos recopilados en estudio de campo.

10.4 Resultados ANOVA 2

La ANOVA ha permitido una evaluación inicial de las diferencias entre dos grupos (CeraSeal vs AH Plus) con respecto a la microfiltración apical, lo cual correspondía al objetivo general.

En el caso de los objetivos específicos del estudio, los cuales indicaban lo siguiente:

1. Determinar la diferencia de la microfiltración apical en obturaciones endodónticas con técnica de cono único entre selladores (bioceánico y resinoso) y tiempo de evaluación de **tres días**.
2. Determinar la diferencia de la microfiltración apical en obturaciones endodónticas con técnica de cono único entre selladores (bioceánico y resinoso) y tiempo de evaluación de **siete días**.

Al realizar el ANOVA de la diferencia de la microfiltración apical entre los “selladores utilizados combinados con los días de evaluación”, se obtuvieron los siguientes resultados.

Se observa que el promedio de “Infiltración Apical” del grupo “*N1 - Sellador Biocerámico CeraSeal con 3 días de evaluación*” es mayor a los promedios de los otros tres grupos (media de $0.0720 > 0.0070$, 0.0050 y 0.0110 respectivamente); es decir, existió mayor infiltración en promedio en el grupo N1 que en los otros grupos; además, existe mayor variabilidad de los resultados obtenidos en el grupo N1 que en los otros tres grupos (desviación estándar de $0.07525 > 0.01636$, 0.01080 y 0.01449), lo cual se evidencia con el recorrido de los resultados por grupo (Grupo N1 de 0.00 a 0.25, grupo N2 de 0.00 a 0.05, grupo N3 de 0.00 a 0.03 y grupo N4 de 0.00 a 0.03).

Resultados ANOVA 2 de un factor por grupos según selladores y tiempo evaluado

Grupos	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95 %		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
N1 - Sellador biocerámico CeraSeal - 3 días	10	.0720	.07525	.02380	.0182	.1258	0.00	.25
N2 - Sellador biocerámico CeraSeal - 7 días	10	.0070	.01636	.00517	-.0047	.0187	0.00	.05
N3 - Sellador resinoso AH Plus - 3 días	10	.0050	.01080	.00342	-.0027	.0127	0.00	.03
N4 - Sellador resinoso AH Plus - 7 días	10	.0110	.01449	.00458	.0006	.0214	0.00	.03
Total	40	.0238	.04738	.00749	.0086	.0389	0.00	.25

Fuente: elaboración propia con datos recopilados en estudio de campo.

En la siguiente tabla se presenta el estadístico de Levene, realizado por medio de la prueba de homogeneidad de varianzas, el cual permite contrastar la hipótesis de que las varianzas poblacionales entre los cuatro grupos definidos por el tipo de sellador y tiempo de evaluación.

Los resultados nos ayudan a contestar el Objetivos Especifico 1, planteado en la investigación. Puesto que el nivel crítico (0.008) es menor que 0.05, debemos de RECHAZAR la hipótesis de igualdad de varianzas y ACEPTAR la hipótesis de Investigación. Se concluye que en las poblaciones definidas por los dos grupos (N1 y N3), las varianzas de la variable “Microfiltración Apical”, no son iguales. Por lo tanto, **sí** existe diferencia estadísticamente significativa de la microfiltración apical en obturaciones endodónticas con técnica de “Cono Único” entre los dos grupos.

Por otra parte, los siguientes resultados nos ayudan a contestar el Objetivos Especifico 2: puesto que el nivel crítico (0.606) es mayor que 0.05, debemos de ACEPTAR la hipótesis de igualdad de varianzas y RECHAZAR la hipótesis de Investigación. Se concluye que en las poblaciones definidas por los dos grupos (N2 y N4), las varianzas de la variable “Microfiltración Apical”, son iguales. Por lo tanto, **no** existe diferencia estadísticamente significativa de la microfiltración apical en obturaciones endodónticas con técnica de “Cono Único” entre los dos grupos.

Prueba de homogeneidad de varianzas				
Grados de microfiltración apical				
Objetivos específicos (Tiempo evaluado)	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Tres días	8.898	1	18	.008
Siete días	0.276	1	18	.606

Fuente: elaboración propia con datos recopilados en estudio de campo.

En la siguiente tabla se presenta los resultados del ANOVA, el cual permite contrastar la hipótesis de que las medias poblacionales entre los cuatro grupos son iguales.

Con relación al objetivo específico 1: puesto que el valor del nivel crítico (0.012), es menor que 0.05, se decide rechazar la hipótesis de igualdad de media y se concluye que los dos grupos (N1 y N3) definidos por la variable “Microfiltración Apical” no poseen los mismos niveles de infiltración apical, utilizando la técnica de “Cono Único”.

Con relación al objetivo específico 2: puesto que el valor del nivel crítico (0.570), es mayor que 0.05, se decide aceptar la hipótesis de igualdad de media y se concluye que los dos grupos (N2 y N4) definidos por la variable “Microfiltración Apical” poseen los mismos niveles de infiltración apical, utilizando la técnica de “Cono Único”.

ANOVA de un factor						
Objetivos específicos (Tiempo evaluado)		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tres días	Inter-grupos	.022	1	.022	7.768	.012
	Intra-grupos	.052	18	.003		
	Total	.074	19			
Siete días	Inter-grupos	.000	1	.000	.335	.570
	Intra-grupos	.004	18	.000		
	Total	.004	19			

Fuente: elaboración propia con datos recopilados en estudio de campo.

A continuación, se presentan los resultados de las pruebas post hoc, realizada a través del procedimiento de Tukey. En la siguiente tabla se muestran todas las posibles combinaciones cuatro a cuatro entre los grupos definidos por tipo de sellador y tiempo evaluado.

Los resultados indican que el grupo N1 es significativamente diferente a los otros tres grupos, los valores de significancia nos indican que no existe igualdad de medias entre este grupo con los otros (Significancia 0.004, 0.003 y 0.008, todas menores a 0.05); además, se observa que los grupos N2, N3 y N4 muestran medias similares, por lo que se debe de asumir igualdad de medias entre los tres grupos.

Pruebas post hoc						
Comparaciones múltiples						
Variable dependiente:	Grados de microfiltración apical					
HSD de Tukey						
(I) Grupos comparados: "Sellador y tiempo"	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
				Límite inferior	Límite superior	
Sellador biocerámico CeraSeal - 3 días	Sellador biocerámico CeraSeal - 7 días	.06500*	.01769	.004	.0174	.1126
	Sellador resinoso AH Plus - 3 días	.06700*	.01769	.003	.0194	.1146
	Sellador resinoso AH Plus - 7 días	.06100*	.01769	.008	.0134	.1086
Sellador biocerámico CeraSeal - 7 días	Sellador biocerámico CeraSeal - 3 días	-.06500*	.01769	.004	-.1126	-.0174
	Sellador resinoso AH Plus - 3 días	.00200	.01769	.999	-.0456	.0496
	Sellador resinoso AH Plus - 7 días	-.00400	.01769	.996	-.0516	.0436
Sellador resinoso AH Plus - 3 días	Sellador biocerámico CeraSeal - 3 días	-.06700*	.01769	.003	-.1146	-.0194
	Sellador biocerámico CeraSeal - 7 días	-.00200	.01769	.999	-.0496	.0456
	Sellador resinoso AH Plus - 7 días	-.00600	.01769	.986	-.0536	.0416
Sellador resinoso AH Plus - 7 días	Sellador biocerámico CeraSeal - 3 días	-.06100*	.01769	.008	-.1086	-.0134
	Sellador biocerámico CeraSeal - 7 días	.00400	.01769	.996	-.0436	.0516
	Sellador resinoso AH Plus - 3 días	.00600	.01769	.986	-.0416	.0536

Fuente: elaboración propia con datos recopilados en estudio de campo.

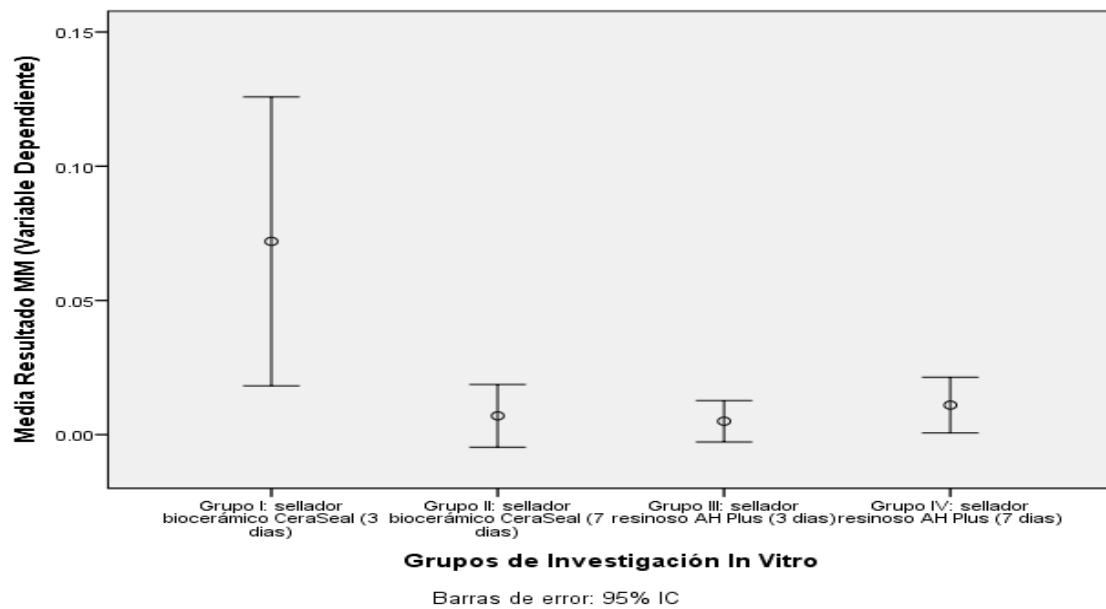
Por último, se presenta la tabla de subconjuntos, la cual ofrece una clasificación de los cuatro grupos evaluados basada en el grado de parecido existente entre sus medias. El subgrupo 1 conformado por el procedimiento agrupa a los grupos N2, N3 y N4; luego conforma el subgrupo 2, conformado por el grupo N1 únicamente. Por lo que queda clara la evidencia que el grupo N1 difiere en media, variación y recorrido de los resultados en los tres grupos que complementan el análisis.

Subconjuntos homogéneos		
Grados de microfiltración apical		
HSD de Tukey		
Grupos comparados: "Sellador y tiempo"	N	Subconjunto para alfa = .05
		1 2
Sellador resinoso AH Plus - 3 días	10	.0050
Sellador biocerámico CeraSeal - 7 días	10	.0070
Sellador resinoso AH Plus - 7 días	10	.0110
Sellador biocerámico CeraSeal - 3 días	10	.0720
Sig.		.986 1.000
Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.		
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.		

Fuente: elaboración propia con datos recopilados en estudio de campo.

Para complementar el análisis anterior, se incluye el siguiente gráfico, donde se evidencia las medias de cada grupo analizado, su variabilidad y recorrido de sus resultados.

Se observa las diferencias significativas entre los grupos N1 y N2, distintos selladores con tres días de evaluación; por su parte, no se observa diferencias significativas entre los grupos N2 y N4, distintos selladores con siete días de evaluación.



Fuente: elaboración propia con datos recopilados en estudio de campo.

11. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Es importante analizar los resultados obtenidos en cuanto a la eficiencia de las dos técnicas de obturación. Esto incluye datos como la hermeticidad de las obturaciones, la adaptación a los conductos radiculares y la calidad del sellado.

La microfiltración es un aspecto crítico a considerar en la endodoncia, ya que está relacionado con la efectividad del tratamiento y la prevención de infecciones recurrentes.

Los especímenes se dividieron al azar en 4 grupos de 10 muestras cada uno (40 en total), realizando la obturación por medio de la técnica de **“Cono Único”**, utilizando el sellador biocerámico CeraSeal en dos grupos (N1 y N2) y el sellador resinoso AH Plus en los otros dos grupos (N3 y N4); siendo la única diferencia entre grupos el tiempo de evaluación de la microfiltración de 3 y 7 días.

La variable dependiente a analizar es “la posible microfiltración apical”, la cual refleja la eficacia de la obturación. La microfiltración apical tuvo como promedio 0.0238 milímetros de filtración en la totalidad de los 40 especímenes, ubicándose en el grado de “Infiltración mínima” (0.01-0.20 milímetros), con una desviación estándar de 0.04768 milímetros, un valor mínimo de 0.000 mm y un valor máximo de 0.25 mm.

Los resultados muestran que El 57.5% de los especímenes analizados se ubicaron en el grado o escala de “No hay microfiltración en absoluto” (23 especímenes); el 40.0% se ubicó en la escala de “Microfiltración mínima (0.01 – 0.20 mm)”; el 2.5% se ubicó en la escala de “Microfiltración moderada (0.21 – 0.50mm)” Por último, ningún espécimen evaluado se ubicó en las escalas “Microfiltración significativa (0.51 – 1.00mm) y microfiltración completa (más de 1.00)”. Estos nos indica que en el 97.5% hubo microfiltración nula o mínima en los especímenes, respaldando que la técnica de cono único, es efectiva con cualquiera de los dos selladores, y se podría tomar en cuenta para utilizarse en nuestros protocolos de obturación, con la salvedad de no utilizar esta técnica como la única opción de obturación endodóntica, ya que cada caso clínico tiene diferente complejidad clínica y requiere de la evaluación para utilizar la técnica más idónea.

Al realizar la prueba estadística ANOVA, para comprobar si hay diferencia de la microfiltración apical entre los “selladores utilizados”, se observa que el promedio de “Infiltración Apical” del Sellador Biocerámico CeraSeal es mayor al promedio del Sellador Resinoso AH Plus (media de $0.0395 > 0.0080$); es decir, existió mayor infiltración en promedio en el primer sellador; además, existe mayor variabilidad de los resultados obtenidos con el sellador Biocerámico que con el sellador Resinoso (desviación estándar de $0.06262 > 0.01281$).

Los resultados de las pruebas post hoc, realizada a través del procedimiento de Tukey, muestran todas las posibles combinaciones cuatro a cuatro entre los grupos definidos por tipo de sellador y tiempo evaluado. Los resultados indican que el grupo N1 (CeraSeal 3 días) es significativamente diferente a los otros tres grupos (N2 CeraSeal, 1 semana; N3 AH Plus, 3 días; N4 AH Plus, 1 semana) ya que en estos, los valores de significancia nos indican que existe igualdad de medias entre los 3 grupos a comparación del grupo N1 (Significancia 0.004, 0.003 y 0.008, todas menores a 0.05); además, se observa que los grupos N2, N3 y N4 muestran medias similares, por lo que se debe de asumir igualdad de medias entre los tres grupos. La diferencia significativa que presentó el grupo N1 se pudo deber a que 1 espécimen del grupo N1, resultó tener una microfiltración de 0.25 (infiltración moderada 0.21-0.50) que entra en rango menor moderado, el cual influyó en que variara el resultado de todo el grupo con respecto a los otros 3. Otra razón, podría deberse a que el grupo N1 tiene una exposición al tinte (azul de Metileno al 2%) por solo 3 días, razón por la que no permitió tener el suficiente tiempo para que el sellador biocerámico CeraSeal asentara y fraguara al 100%. Como sabemos, los selladores biocerámicos necesitan más tiempo para su fraguado a diferencia de los selladores resinosos, en este caso, AH Plus. Este factor no se repite en el grupo N2, ya que el sellador CeraSeal de dicho grupo, tuvo una semana para fraguar y asentarse. También es importante tomar en cuenta que en este único espécimen del grupo N1, el protocolo de la técnica de cono único con sellador biocerámico CeraSeal pudo haber tenido algún error en el procedimiento o capturado alguna burbuja.

Es importante mencionar que este fue un estudio in vitro, en el que la dinámica de los tejidos que pueda tener a una pieza “in vivo”, es diferente. El azul de metileno al 2% va tener una penetración en los tubulillos dentinarios mucho más rápido que las bacterias.

La biocompatibilidad de los materiales es un factor importante en la endodoncia, ya que puede influir en la respuesta de los tejidos periapicales y la tolerancia del paciente al tratamiento. El sellador biocerámico CeraSeal, es más biocompatible, presenta mayor bioactividad y mayor liberación de iones de calcio indispensable para la cicatrización, formación de hueso y osteodentina que ayudara a tener un mejor sellado. Además, es menos citotóxico y más biocompatible que los selladores a base de resina epoxi (López-García S., 2020). Puede tener una capacidad de llenado superior y una menor solubilidad que otros selladores de silicato de calcio (Kharouf N, 2020)

El tiempo y la facilidad de aplicación son consideraciones prácticas para los profesionales de la endodoncia. Las dos técnicas de cono único con sellador CeraSeal y AH Plus, son técnicas rápidas y eficientes de aplicar, con alto porcentaje de éxito y nula o mínima microfiltración.

La discusión de resultados de este estudio proporcionar una comprensión completa de la eficiencia de la técnica de cono con sellador biocerámico CeraSeal en comparación con la técnica de cono único con sellador resinoso AH Plus, con un enfoque en las implicaciones clínicas y las posibles áreas de mejora en la práctica endodóntica.

12. CONCLUSIONES

Se puede concluir, según los resultados presentados que la diferencia entre el sellador CeraSeal (biocerámico) y el sellador AH Plus (resinoso) es estadísticamente significativa si se compara por material, presentando menos microfiltración apical los obturados con técnica de cono único y sellador AH Plus. Por otro lado, también la diferencia fue estadísticamente significativa si se compara por tiempo evaluado los dos selladores, siendo menor la microfiltración apical en los especímenes obturados con técnica de Cono único y AH Plus. Sin embargo, si se compara por tiempo el grupo N2 (CeraSeal 7 días), Grupo N3 (AH Plus 3 días) y el Grupo N4 (AH Plus 7 días), la diferencia entre los grupos no fue significativa, siendo el grupo N1 (CeraSeal 3 días), el que presentó mayor microfiltración apical, y fue el que marcó la diferencia notoria entre los dos selladores.

En base a la efectividad de la técnica de cono único con sellador Biocerámico CeraSeal y sellador Resinoso AH Plus, resultó ser efectiva al presentar un 97.5% entre microfiltración nula y microfiltración mínima, siendo únicamente un 2.5% la filtración moderada.

Independientemente de los resultados estadísticos, se debe de tomar en cuenta los factores clínicos, tales como el protocolo correcto de la técnica de obturación y la curva de aprendizaje que esta conlleva, como también el tiempo de fraguado del sellador y su biocompatibilidad con los tejidos. También debe de considerarse cuando elegir entre un sellador biocerámico y un sellador resinoso para una determinada situación clínica.

La importancia de la técnica en la efectividad del sellado apical está ligada a la habilidad del Endodoncista para realizar la técnica de obturación de cono único, ya que esto representa un papel crucial en los resultados clínicos.

Si bien los resultados in vitro son prometedores, se necesitan más estudios clínicos a largo plazo para seguir evaluando la eficacia de los selladores biocerámicos de silicato de calcio, tanto in vitro, como en situaciones clínicas reales.

13. RECOMENDACIONES

La técnica de cono único con sellador biocerámico o Resinoso, es una técnica sencilla de aplicar, que ha demostrado tener buenos resultados clínicos y que le facilita el procedimiento al Endodoncista. Su sencillez de aplicación, no implica que esta no conlleve experiencia y una curva de aprendizaje para realizar el procedimiento. Por lo que se tiene que seguir el protocolo al pie de la letra para tener resultados óptimos y éxito clínico.

En la Endodoncia actual, existen varias técnicas de Obturación que podemos utilizar dependiendo el caso clínico que se nos presente. No podemos utilizar la misma técnica para todos los casos, cada caso es personalizado y representa un reto diferente para el Endodoncista. Si bien es cierto la técnica de cono único es versátil, y se puede utilizar en muchos casos, no podemos trabajar todos nuestros casos con esta única técnica, tenemos que individualizar cada caso y utilizar la técnica apropiada.

Se sugiere seguir investigando con respecto a la efectividad y beneficios de la técnica de cono único con selladores biocerámicos y resinosos, ya que se necesitan más estudios a largo plazo para acuñar y respaldar esta investigación, corroborando la efectividad observada en este estudio.

La técnica de cono único con selladores Biocerámicos se podría utilizar en casos en el que haya una lesión periapical con gran reabsorción de tejido óseo, en la cual se necesite un material más biocompatible y que facilita la formación de tejido nuevo; como también el beneficio que conlleva el utilizar un biocerámico con un pH alto de aproximadamente 12.8, que le da un potencial bactericida en conductos necróticos. Esta técnica se podría utilizar en conductos con morfología irregular, tomando en cuenta que la utilización de la técnica de cono único con un sellador biocerámico se basa en que el conducto se obture con igual o más cantidad de biocerámico que Gutapercha.

La técnica de cono único y sellador resinoso en conductos con morfología más regular y redonda, como también en casos donde se realice una endodoncia con pH. También se puede utilizar la técnica con selladores resinosos cuando el factor económico sea importante, por ser sustancialmente más barato.

14. LIMITACIONES

Nuestro estudio se basa en estudio en un laboratorio clínico en el que se reproduce la microfiltración apical, para comprobar la eficacia del sellado hermético que selladores biocerámicos y resinosos. Los estudios in vitro no pueden replicar completamente las condiciones clínicas reales, lo que significa que los resultados se acercan mucho a la realidad, pero no pueden reflejar completamente el comportamiento de estos selladores en un entorno clínico.

También es importante destacar el tiempo de exposición de las muestras al azul de metileno al 2%. En un estudio in vitro, el tiempo de exposición al medio ambiente es generalmente limitado en comparación con lo que podría ocurrir en la práctica clínica a lo largo de muchos años. Esto puede influir en la capacidad de los selladores para resistir la microfiltración a largo plazo.

Es importante tomar en cuenta que el estudio realizado puede no reflejar adecuadamente las complejas interacciones en la práctica clínica real. Por ejemplo, los estudios in vitro pueden no considerar factores como las fuerzas masticatorias, presencia de infecciones, ausencia de dinámica periapical o la dinámica de fluidos en el sistema de conductos radiculares puede influir en el comportamiento de los selladores en situaciones clínicas.

Como último punto, la realización de la endodoncia en piezas humanas extraídas “in vitro”, tiene menos complejidad que realizarlas “In Vivo”, ya que no presentan las complicaciones que en boca podríamos encontrar, como lo son: Aislamiento de la pieza, saliva, iluminación, apertura, posición, accidentes de procedimiento en la pieza tratada, dolor postoperatorio, enfermedades sistémicas del paciente y colaboración del paciente entre otros.

15. PERSPECTIVAS DE FUTURO

Las perspectivas para el futuro en el uso de la técnica de cono único con sellador biocerámico y sellador resinoso en endodoncia son prometedoras y podrían incluir avances para la mejora de los materiales selladores. Se prevé el desarrollo de selladores biocerámicos y resinosos más avanzados con propiedades mejoradas de sellado, adhesión y biocompatibilidad. Aunque la Investigación y desarrollo de técnicas van más orientadas a permitir la regeneración de tejido pulpar en lugar de la endodoncia tradicional, en los casos que, si amerite, los estudios están enfocados a mejorar las técnicas y facilitarle la vida al Endodoncista.

Las tecnologías emergentes, como la nanotecnología, podrían mejorar las características de sellado de los materiales y la prevención de microfiltración apical. El desarrollo de materiales inteligentes que puedan responder a las condiciones cambiantes en el conducto radicular, adaptándose para sellar, proteger de manera dinámica y de efecto prolongado.

El mayor énfasis en la biocompatibilidad de los selladores biocerámicos, con una atención especial a la interacción con los tejidos periapicales y la prevención de reacciones adversas, ira desplazando poco a poco a los selladores resinosos que son menos biocompatibles que los biocerámicos, con forme estos vayan innovándose cada vez más, mejoren al máximo sus características de sellado. Para este salto es necesario, más estudios clínicos a largo plazo, para poder evaluar la durabilidad y el rendimiento de los selladores biocerámicos y resinosos en condiciones reales.

Las perspectivas futuras reflejadas en los artículos científicos, revelan la constante evolución y mejora en el campo de la endodoncia, con un enfoque en la preservación de los tejidos, y si fuera el caso, la optimización de los procedimientos endodónticos más invasivos con el objetivo de minimizar al máximo el fracaso endodóntico y preservar más piezas dentales.

16. BIBLIOGRAFÍA

1. Deog-Gyu Seo, D. L.-M. Biocompatibility and Mineralization Activity of Three Calcium Silicate-Based Root Canal Sealers Compared to Conventional Resin-Based Sealer in Human Dental Pulp Stem Cells. 2019. <http://dx.doi.org/10.3390/ma12152482>
2. José F Siqueira Jr., Isabela N Rôças, Flávio R F Alves. Periradicular status related to the quality of coronal restorations and root canal fillings in a Brazilian population. *Oral Surg Oral Med Oral Endod.* 2005 Sep;100(3):369-74. doi: 10.1016/j.tripleo.2005.03.029.
3. Natália Gomes de Oliveira, Pollyana Rodrigues de Souza Araújo. Comparison of the biocompatibility of calcium silicate-based materials to mineral trioxide aggregate: Systematic review. *Eur J Dent.* 2018 Apr-Jun;12(2):317-326. doi: 10.4103/ejd.ejd_347_17.
4. Jafari. Composition and physicochemical properties of calcium silicate-based sealers: A review article. *J Clin Exp Dent.* 2017;9(10): e1249-55. doi:10.4317/jced.54103, <http://dx.doi.org/10.4317/jced.54103>.
5. Cynthia María Chaves Monteiro, Ana Cristina Rodrigues Martins. Effect of endodontic sealer on postoperative pain: a network meta-analysis. *Restor Dent Endod.* 2023 feb;48(1): e5, <https://doi.org/10.5395/rde.2023.48.e5>.
6. Kallaya Yanpiset, Danuchit Banomyong. Bacterial leakage and micro-computed tomography evaluation in round-shaped canals obturated with bioceramic cone and sealer using matched single cone technique. *Restor Dent Endod.* 2018 Aug;43(3): e30 <https://doi.org/10.5395/rde.2018.43.e30>

7. Fuad Jacob Abi Rached-Junior. Angélica Moreira de Souza. Effect of root canal filling techniques on the bond strength of epoxy resin-based Sealers.2016, DOI: 10.1590/1807-3107BOR-2016.vol30.0024. Braz Oral Res [online]. 2016;30: e24.
8. S Pallavi, A Devadathan. Comparative Evaluation of the Apical Sealing Ability of Two Root Canal Sealers Using the Two Different Placement Techniques: An In Vitro Study. Conservative Dentistry and Endodontic Journal (2020): 10.5005/jp-journals-10048-0059.
9. Javidi M, Zarei M, Ashrafpour E, Gharechahi M, Bagheri H. Post-treatment flare-up incidence after using nano zinc oxide eugenol sealer in mandibular first molars with irreversible pulpitis. J Dent (Shiraz) 2020; 21:307-313.
10. Ørstavik D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. Endod Topics 2005; 12:25-38.
11. Lim M, Jung C, Shin DH, Cho YB, Song M. Calcium silicate-based root canal sealers: a literature review. Restor Dent Endod 2020;45: e35.
12. Fonseca B, Coelho MS, Bueno CE, Fontana CE, Martin AS, Rocha DG. Assessment of extrusion and postoperative pain of a bioceramic and resin-based root canal sealer. Eur J Dent 2019; 13:343-348.
13. Blanca Ortiz-Blanco, José Luis Sanz, Carmen Llena, Adrián Lozano and Leopoldo Forner. Dentin Sealing of Calcium Silicate-Based Sealers in Root Canal Retreatment: A

Confocal Laser Microscopy Study. Valencia, Spain. Journal Functional Biomaterials. 2022, 13, 114.

14. Ahmad Nouroloyouni, Vahid Samadi. Single Cone Obturation versus Cold Lateral Compaction Techniques with Bioceramic and Resin Sealers: Quality of Obturation and Push-Out Bond Strength. Hindawi International Journal of Dentistry Volume 2023, Article ID 3427151, doi.org/10.1155/2023/3427151.

15. Asha Pius, Jain Mathew. Evaluation and Comparison of the Marginal Adaptation of an Epoxy, Calcium Hydroxide-based, and Bioceramic-based Root Canal Sealer to Root Dentin by SEM Analysis: An In Vitro Study. Conservative Dentistry and Endodontic Journal (2019): 10.5005/jp-journals-10048-0046.

E Berutti. Microleakage of Human Saliva through Dentinal Tubules Exposed at the Cervical Level in Teeth Treated Endodontically. J Endod 1996 Nov;22(11):579-82. doi: 10.1016/S0099-2399(96)80024-0.

17. Machaca-Albino B, Villavicencio-Caparó E, Pacheco-Ramírez LA. Análisis del sellado radicular utilizando azul de metileno en distintas técnicas de obturación endodóntica. revisión de la literatura. Rev Cient Odontol (Lima). 2022; 10(2): e110.DOI: 10.21142/2523-2754-1002-2022-110

18. C. M. Olive, P. V. Abbott. Correlation between clinical success and apical dye penetration International Endodontic Journal. 34, 637–644, 2001Australia 2001

19. Saunders EM, Saunders WP, Rashid MY. The effect of post space preparation on the apical seal of root fillings using chemically adhesive materials. *Int Endod J* 1991;24(2):51–57. DOI: 10.1111/j.1365- 2591. 1991.tb00807. x.
20. Diferencias de medianas con la U de Mann-Whitney. Investigación clínica XVI. Rivas-Ruiz R, Moreno-Palacios J. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2013;51(4):414-9.
21. María Alejandra Hinojosa. Diagrama de Gantt Producción, Procesos y operaciones 03.2003.<http://www.colegioisma.com.ar/Secundaria/Apuntes/Mercantil/4%20Mer/Administracion/Diagrama%20de%20Gantt.pdf>
22. Soares I, Goldberg F. Endodoncia técnica y fundamentos. Buenos Aires Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2003.
23. Louis H. Berman, Kenneth M. Hargreaves Cohen's Pathways of the Pulp. Twelfth Edition 2020. Elsevier Chapter 1.
24. Chen E, Abbott PV. Evaluation of accuracy, reliability, and repeatability of five dental pulp tests, *J Endod* 2011;37: 1619.
25. Laskin DM. Anatomic considerations in diagnosis and treatment of odontogenic infections, *J Am Dent Assoc* 1964;69: 308.
26. Andreasen JD, Andreasen FM, Andersson L. Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth, ed 5 2019; Wiley Blackwell Philadelphia.

27. American Association of Endodontists. Glossary of endodontic terms, ed 9 2016; American Association of Endodontists Chicago.
28. James L. J. Craig Baumgartner. Identify and Define All Diagnostic Terms for Periapical/ Periradicular Health and Disease States, D 2009 American Association of Endodontists. doi: 10.1016/j.joen.2009.09.028
29. Rotstein I, Engel G. Conservative management of a combined endodontic-orthodontic lesion, *Endod Dent Traumatol* 1991;7: 266.
30. Massimo Del Fabbro, Stefano Corbella, Patrick Sequeira. Endodontic procedures for retreatment of periapical lesions. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 Oct 19;10(10):CD005511. doi: 10.1002/14651858.CD005511.pub3.
31. Mario Dioguardi, Camilla Stellacci. Comparison of Endodontic. Failures between Nonsurgical Retreatment and Endodontic Surgery: Systematic Review and Meta-Analysis with Trial Sequential Analysis. *Medicine (Kaunas)*. 2022 Jul; 58(7): 894. doi: 10.3390/medicina58070894
32. Karabucak B., Setzer F. Criteria for the ideal treatment option for failed endodontics: Surgical or nonsurgical? *Compend. Contin. Educ. Dent*. 2007; 28:304–310.
33. Henry F. Duncan. Present status and future directions—Vital pulp treatment and pulp preservation strategies. *Int Endod J*. 2022;55(Suppl. 3):497–511. wileyonlinelibrary.com/journal/iej. DOI: 10.1111/iej.13688

34. Manal Matoug-Elwerfelli, Ahmed S El Sheshtawy. Vital pulp treatment for traumatized permanent teeth: A systematic review. *Int Endod J.* 2022 Jun;55(6):613-629. doi: 10.1111/iej.13741. Epub 2022 Apr 10.
35. Adriana Patricia Bravo Zhunio, David Alexis Díaz Sánchez. Apicogénesis en canino permanente joven con resorción intracoronal pre eruptiva: reporte de caso. *Rev Estomatol Herediana.* 2019 ene-Mar;29(1):80-88 DOI: <https://doi.org/10.20453/reh.v29i1.3771>
36. Cardoso María Lorena, De La Vega María Clara. Apicoformación en una pieza dentaria permanente joven con rehabilitación. *Rev Tamé, Medigraphic.com.* 2018; 7 (19):738-741.
37. Frank C Setzer, Meetu R Kohli, Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature--Part 2: Comparison of endodontic microsurgical techniques with and without the use of higher magnification. *J Endod.* 2012 Jan;38(1):1-10. doi: 10.1016/j.joen.2011.09.021.
38. Pisano, M.; Di Spirito F. Intentional Replantation of Single-Rooted and Multi-Rooted Teeth: A Systematic Review. *Healthcare* 2023, 11, 11. <https://doi.org/10.3390/healthcare11010011>.
39. Kamil Zafar, Shizrah Jamal, Robia Ghafoor. Bio-active cements-Mineral Trioxide Aggregate based calcium silicate materials: a narrative review. *J Pak Med Assoc.* 2020 Mar;70(3):497-504. doi: 10.5455/JPMA.16942.
40. J F Siqueira Jr, H P Lopes. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J.* 1999 Sep;32(5):361-9. doi: 10.1046/j.1365-2591.1999.00275.

41. Friedman CE, Sandrik JL. Composition and physical properties of gutta-percha endodontic filling materials. *J Endod.* 1977 Aug;3(8):304-8. doi: 10.1016/S0099-2399(77)80035-6.
42. Araki, K., Suda, H., Spångberg, L. S. (1994). Indirect longitudinal cytotoxicity of root canal sealers on L929 cells and human periodontal ligament fibroblasts. *Journal of endodontics*, 20(2), 67-70.
43. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974. PMID: 5262492
44. JOHN I. INGLE. Ingle's ENDODONTICS 6 edition. 2008 BC Decker Inc. Hamilton
45. J A Soares. Root canal treatment of three-rooted maxillary first and second premolars--a case report. *Int Endod J.* 2003 Oct;36(10):705-10. doi: 10.1046/j.1365-2591.2003.00711.x. 6.
46. L S Buchanan. The art of endodontics: files of greater taper. *Dent Today.* 1996 Feb;15(2):42, 44-6, 48-9 passim. PMID: 9567137
47. Stephen Buchanan. Filling root canal systems with centered condensation: concepts, instruments, and techniques. *Dent Today.* 2004 Nov;23(11):102, 104, 106 passim PMID: 15622884.
48. Chybowski, Elizabeth A.; Glickman, Gerald N.; Patel. *Clinical Outcome of Non-Surgical Sealer: A Retrospective Analysis. Journal of Endodontics*, doi: 10.1016/j.joen.2018.02.019

49. Bahaa AlBakhakh, 1 Aqeel Al-Saedi, Rapid Apical Healing with Simple Obturation Technique in Response to a Calcium Silicate-Based Filling Material. *Int J Dent*. 2022; 2022: 6958135. doi: 10.1155/2022/6958135
50. Ahmad Nouroloyouni 1, Vahid Samadi. Single Cone Obturation versus Cold Lateral Compaction Techniques with Bioceramic and Resin Sealers: Quality of Obturation and Push-Out Bond Strength. *Int J Dent*. 2023 Jan. doi: 10.1155/2023/3427151.
51. Best S, Porter A, Thian E, Huang J. Bioceramics: past, present and for the future. *Journal of the European Ceramic Society*. 2008;28(7):1319-27.
52. Primus CM, Tay FR, Niu LN. Bioactive tri/dicalcium silicate cements for treatment of pulpal and periapical tissues. *Acta Biomater*. 2019 sep. 15; 96:35-54. doi: 10.1016/j.actbio.2019.05.050.
53. Aminoshariae A, Primus C, Kulild JC. Tricalcium silicate cement sealers: Do the potential benefits of bioactivity justify the drawbacks? *J Am Dent Assoc*. 2022 Aug;153(8):750-760. doi: 10.1016/j.adaj.2022.01.004.
54. Francisca Espinoza Aldo Lizana. Biocerámicos en odontología, una revisión de literatura. a, Universidad San Sebastián, Santiago de Chile. *Canal Abierto* 2020; 41; 14-21
55. Han L, Kodama S, Okiji T (2015). Evaluation of calcium-releasing and apatite-forming abilities of fast-setting calcium silicate-based endodontic materials. *Int. Endod. J.* 48:124–130.

56. Haapasalo M, Parhar M, Huang X, Wei X, Lin J, Shen Y (2015). Clinical use of bioceramic materials. *Endod. Top.* 32:97–117.
57. Hyunsuk Kim. Euiseong Kim. Comparisons of the Retreatment Efficacy of Calcium Silicate and Epoxy Resin–based Sealers and Residual Sealer in Dentinal Tubules. Volume 41, Issue 12, P2025-2030, 2015 doi.org/10.1016/j.joen.2015.08.030
58. Candeiro, G. T. M.; Moura-Netto, C.; D'Almeida-Couto, R. S.; Azambuja-Júnior, N.; Marques, M. M.; Cai, S.; Gavini, G. (2015). Cytotoxicity, genotoxicity and antibacterial effectiveness of a bioceramic endodontic sealer. *International Endodontic Journal*, (), n/a–n/a. doi:10.1111/iej.12523
59. López-García S., Myong-Hyun B., Lozano A., García-Bernal D., Forner L., Llena C., Guerrero-Gironés J., Murcia L., Rodríguez-Lozano FJ Citocompatibilidad, potencial de bioactividad y liberación de iones de tres selladores a base de silicato de calcio premezclados. *Clin. Investigación oral*. 2020; 24 :1749–1759. doi: 10.1007/s00784-019-03036-2.
60. Kharouf N, Arntz Y, Eid A, Zghal J, Sauro S, Haikel Y, Mancino D. Physicochemical and Antibacterial Properties of Novel, Premixed Calcium Silicate-Based Sealer Compared to Powder-Liquid Bioceramic Sealer. *J Clin Med*. 2020 25;9(10):3096.
61. Adrienne Calixto Freire de PAULA, Manoel BRITO-JÚNIOR. Drying protocol influence on the bond strength and apical sealing of three different endodontic sealers. *Braz. Oral Res*. 2016;30(1): e50. DOI: 10.1590/1807-3107BOR-2016.vol30.0050.

62. Elizabeth A. Chybowski, Gerald N. Glickman. Clinical Outcome of Non-Surgical Root Canal Treatment Using a Single-cone Technique with Endosequence Bioceramic Sealer: A Retrospective Analysis. 2018 American Association of Endodontists. Doi.org/10.1016/j.joen.2018.02.019

63. Kaul S, Kumar A et al. Comparison of Sealing Ability of Bioceramic Sealer, AH Plus, and GuttaFlow in Conservatively Prepared Curved Root Canals Obturated with Single-Cone Technique: An In vitro Study. J Pharm Bioallied Sci. 2021 Jun;13(Suppl 1): S857-S860. doi: 10.4103/jpbs.jpbs_52_21. Epub 2021 Apr 30. PMID: 34447215; PMCID: PMC8375899.

64. Fonseca DA, Paula AB, Marto CM, et al. Biocompatibility of Root Canal Sealers: A Systematic Review of In Vitro and In Vivo Studies. Materials (Basel). 2019;12(24):4113.

65. Baras BH, Melo MAS, Thumbigere-Math V, Tay FR, Fouad AF, Oates TW, Weir MD, Cheng L, Xu HHK. Novel Bioactive and Therapeutic Root Canal Sealers with Antibacterial and Remineralization Properties. Materials (Basel). 2020 1;13(5):1096.

66. Leonardo MR, Bezerra da Silva LA, Filho MT, Santana da Silva R. Release of formaldehyde by 4 endodontic sealers. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1999;88(2):221-5.

67. Lee JK, Kim S, Lee S, Kim HC, Kim E. In Vitro Comparison of Biocompatibility of Calcium Silicate-Based Root Canal Sealers. Materials (Basel). 2019 Jul 29;12(15):2411. doi: 10.3390/ma12152411. PMID: 31362338; PMCID: PMC6695985.

68. Oh H, Kim E, Lee S, Park S, Chen D, Shin SJ, Kim E, Kim S. Comparison of Biocompatibility of Calcium Silicate-Based Sealers and Epoxy Resin-Based Sealer on Human Periodontal Ligament Stem Cells. *Materials (Basel)*. 2020 Nov 20;13(22):5242. doi: 10.3390/ma13225242. PMID: 33233519; PMCID: PMC7699603.

69. Shokrzadeh M, Motafeghi FS, Lotfizadeh A, Ghorbani M, Haddadi Kohsar A. Cytotoxicity and Mineralization Activity of Calcium Silicate-Based Root Canal Sealers Compared to Conventional Resin-Based Sealer in Human Gingival Fibroblast Cells. *Int J Dent*. 2023 May 31; 2023:4376579. doi: 10.1155/2023/4376579.

70. Astrid Huidobro. Biocompatibilidad y potencial osteogénico de cementos selladores a base de silicato de calcio: CeraSeal, Bio.C Sealer y NeoSealer Flo. Tesis en Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Endodoncia, 2021. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

71. Osvaldo Zmener; Cornelis H. Pameijer; Elsa Macri (2005). Evaluation of the Apical Seal in Root Canals Prepared with a New Rotary System and Obturated with a Methacrylate Based Endodontic Sealer: An In Vitro Study. 31(5), 0–395. doi: 10.1097/01.don.0000145424.99418.ad.

72. Claudio Hideki KUBO, Ana Paula Martins GOMES. In Vitro Evaluation of Apical Sealing in Root Apex Treated with Demineralization Agents and Retrofiled with Mineral Trioxide Aggregate Through Marginal Dye Leakage. • *Braz. Dent. J.* 16 (3) • Dec 2005 • <https://doi.org/10.1590/S0103-64402005000300003>

17. ANEXOS

Herramienta de Recolección de Datos.

COMPARACIÓN DE LA MICROFILTRACIÓN APICAL EN OBTURACIONES ENDODONTICAS CON TECNICA DE CONO UNICO ENTRE UN SELLADOR BIOCERAMICO Y UN SELLADOR RESINOSO: UN ESTUDIO IN VITRO.

Grupo N1: (Técnica de cono único con sellador biocerámico CeraSeal, 72 hrs.)

Identificación del Espécimen:

Grado de infiltración de los especímenes (Microfiltración Apical)

Grado de Microfiltración Apical	Profundidad de penetración del tinte	Resultado
0	No hay infiltración en absoluto	
1	Infiltración mínima (0.01-0.20 mm)	
2	Infiltración moderada (0.21-0.50 mm)	
3	Infiltración significativa (0.51-1.00 mm):	
4	Infiltración completa (más de 1.00 mm)	

Grupo N2: (Técnica de cono único con sellador biocerámico CeraSeal, 1 semana)

Identificación del Espécimen:

Grado de infiltración de los especímenes (Microfiltración Apical)

Grado de Microfiltración Apical	Profundidad de penetración del tinte	Resultado
0	No hay infiltración en absoluto	
1	Infiltración mínima (0.01-0.20 mm)	
2	Infiltración moderada (0.21-0.50 mm)	
3	Infiltración significativa (0.51-1.00 mm):	
4	Infiltración completa (más de 1.00 mm)	

Grupo N3: (Técnica de cono único con sellador resinoso AH Plus, 72 hrs.)

Identificación del Espécimen:

Grado de infiltración de los especímenes (Microfiltración Apical)

Grado de Microfiltración Apical	Profundidad de penetración del tinte	Resultado
0	No hay infiltración en absoluto	
1	Infiltración mínima (0.01-0.20 mm)	
2	Infiltración moderada (0.21-0.50 mm)	
3	Infiltración significativa (0.51-1.00 mm):	
4	Infiltración completa (más de 1.00 mm)	

Grupo N4: (Técnica de cono único con sellador resinoso AH Plus, 1 semana.)

Identificación del Espécimen:

Grado de infiltración de los especímenes (Microfiltración Apical)

Grado de Microfiltración Apical	Profundidad de penetración del tinte	Resultado
0	No hay infiltración en absoluto	
1	Infiltración mínima (0.01-0.20 mm)	
2	Infiltración moderada (0.21-0.50 mm)	
3	Infiltración significativa (0.51-1.00 mm):	
4	Infiltración completa (más de 1.00 mm)	

BASE DE DATOS

No.	Grupo	Técnica	Tiempo (hrs)	Tiempo (días)	Espécimen	Grado de microfiltración apical	Profundidad de penetración del tinte	Resultado en mm
1	N1	Sellador biocerámico CeraSeal	72	3	N1-1	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
2	N1	Sellador biocerámico CeraSeal	72	3	N1-2	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
3	N1	Sellador biocerámico CeraSeal	72	3	N1-3	2	Infiltración moderada (0.21 - 0.50 mm)	0.25
4	N1	Sellador biocerámico CeraSeal	72	3	N1-4	1	Infiltración mínima (0.01 - 0.20 mm)	0.06
5	N1	Sellador biocerámico CeraSeal	72	3	N1-5	1	Infiltración mínima (0.01 - 0.20 mm)	0.09
6	N1	Sellador biocerámico CeraSeal	72	3	N1-6	1	Infiltración mínima (0.01 - 0.20 mm)	0.12
7	N1	Sellador biocerámico CeraSeal	72	3	N1-7	1	Infiltración mínima (0.01 - 0.20 mm)	0.04
8	N1	Sellador biocerámico CeraSeal	72	3	N1-8	1	Infiltración mínima (0.01 - 0.20 mm)	0.10
9	N1	Sellador biocerámico CeraSeal	72	3	N1-9	1	Infiltración mínima (0.01 - 0.20 mm)	0.01
10	N1	Sellador biocerámico CeraSeal	72	3	N1-10	1	Infiltración mínima (0.01 - 0.20 mm)	0.05
10	N2	Sellador biocerámico CeraSeal	168	7	N2-11	1	Infiltración mínima (0.01 - 0.20 mm)	0.05
11	N2	Sellador biocerámico CeraSeal	168	7	N2-12	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
12	N2	Sellador biocerámico CeraSeal	168	7	N2-13	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
13	N2	Sellador biocerámico CeraSeal	168	7	N2-14	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
14	N2	Sellador biocerámico CeraSeal	168	7	N2-15	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
15	N2	Sellador biocerámico CeraSeal	168	7	N2-16	1	Infiltración mínima (0.01 - 0.20 mm)	0.02
16	N2	Sellador biocerámico CeraSeal	168	7	N2-17	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
17	N2	Sellador biocerámico CeraSeal	168	7	N2-18	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
18	N2	Sellador biocerámico CeraSeal	168	7	N2-19	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
19	N2	Sellador biocerámico CeraSeal	168	7	N2-20	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
20	N3	Sellador resinoso AH Plus	72	3	N3-21	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
21	N3	Sellador resinoso AH Plus	72	3	N3-22	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
22	N3	Sellador resinoso AH Plus	72	3	N3-23	1	Infiltración mínima (0.01 - 0.20 mm)	0.00
23	N3	Sellador resinoso AH Plus	72	3	N3-24	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
24	N3	Sellador resinoso AH Plus	72	3	N3-25	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
25	N3	Sellador resinoso AH Plus	72	3	N3-26	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
26	N3	Sellador resinoso AH Plus	72	3	N3-27	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
27	N3	Sellador resinoso AH Plus	72	3	N3-28	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
28	N3	Sellador resinoso AH Plus	72	3	N3-29	1	Infiltración mínima (0.01 - 0.20 mm)	0.03
29	N3	Sellador resinoso AH Plus	72	3	N3-30	1	Infiltración mínima (0.01 - 0.20 mm)	0.02
30	N4	Sellador resinoso AH Plus	168	7	N4-31	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
31	N4	Sellador resinoso AH Plus	168	7	N4-32	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
32	N4	Sellador resinoso AH Plus	168	7	N4-33	1	Infiltración mínima (0.01 - 0.20 mm)	0.03
33	N4	Sellador resinoso AH Plus	168	7	N4-34	1	Infiltración mínima (0.01 - 0.20 mm)	0.02
34	N4	Sellador resinoso AH Plus	168	7	N4-35	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
35	N4	Sellador resinoso AH Plus	168	7	N4-36	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
36	N4	Sellador resinoso AH Plus	168	7	N4-37	0	No hay infiltración en absoluto	0.00
37	N4	Sellador resinoso AH Plus	168	7	N4-38	1	Infiltración mínima (0.01 - 0.20 mm)	0.03
38	N4	Sellador resinoso AH Plus	168	7	N4-39	1	Infiltración mínima (0.01 - 0.20 mm)	0.03
39	N4	Sellador resinoso AH Plus	168	7	N4-40	0	No hay infiltración en absoluto	0.00



FOUSAC
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala



APROBACIÓN FINAL DEL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN:

Roberto José Sosa Palencia

(nombre completo del Profesor Asesor)

[Firma]

(firma)

Leonel Adolfo Roldán Giron

(nombre completo del Coordinador de Investigación)

[Firma]

(firma)

DR. MIGUEL RENE ESCOBAR CABALLEROS

(nombre completo del Coordinador de Maestría)

[Firma]

(firma)

Dr. Carlos Alvarado Barrios

(nombre completo del Director de Postgrado)

[Firma]

(firma)

Nombres y firmas de los profesores nombrados miembros del equipo evaluador de Postgrado que aprobaron el protocolo (además de los Coordinadores y del Director):



FOUSAC
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN HOJA DE FIRMAS

Título del Trabajo de Investigación:

"Correlación de la microfilaria apical en obturaciones
endodónticas con técnica de cone union entre
un sellador Biocerámico y un sellador Resinero"

APROBACIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Roberto José Am P.
(nombre completo del Profesor Asesor)

[Firma]
(firma)

Biervenido Argueta Hernández

(nombre completo del Coordinador de Investigación)

B Argueta
(firma)

Dr. MIGUEL RIVERA ESCOBAR CASILLAS
(nombre completo del Coordinador de Maestría)

[Firma]
(firma)



FOUSAC
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala



Carlos Alonzo Benitez
(nombre completo del Director de Postgrado)

[Firma]
(firma)

Nombres y firmas de los profesores nombrados en la junta examinadora que aprobaron la tesis final de investigación:

Christopher Dorian Garza Coronado

(nombre completo)

[Firma]
(firma)

Nancy Paola Acosta Quirós

(nombre completo)

[Firma]
(firma)

[Firma]
(nombre completo)

[Firma]
(firma)

18. AGRADECIMIENTO

. A Dios, por darme la inspiración, salud y perseverancia incansable para alcanzar lo que me propongo.

. A mi Esposa, Lucia Nicté Arana de Grijalva, por el apoyo incondicional en todos mis proyectos, ser la inspiración a ser mejor cada día, por estar siempre conmigo en todo momento.

. A mis Padres, Luis Antonio Grijalva Magaña y Mélida Consuelo González de Grijalva, por creer en mí en todo momento, por siempre apoyarme en todos mis emprendimientos y haberme llevado hasta donde estoy el día de hoy con su amor incondicional.

. A mi hijo, Luis Diego Grijalva por ser el motor que me impulsa a dar lo mejor de mí, con el compromiso de darle el ejemplo que con perseverancia se logran alcanzar las metas.

. A mis Hermanas, Casta, Clara, Sandra y mi cuñado Sergio, por creer en mis proyectos, por sus consejos y demostrarme su amor con detalles particulares que las caracteriza a cada uno en cada momento.

. A la Dra. Saraí Grijalva, porque siempre ha confiado en mí, y de su parte nunca me han faltado las palabras de aliento, me ha motivado a seguir adelante, eres una hermana más. Llegamos aquí juntos.

. Al Dr. Roberto Sosa, por su asesoría, consejos, tiempo invertido y amistad en este proceso.

. A Imfohsa Dental Center, por apoyar la investigación científica, el desarrollo y crecimiento del Odontólogo. Por todas sus atenciones muchas gracias.