



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

OBTURACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS  
RADICULARES MEDIANTE LA TÉCNICA DE INYECCIÓN  
TERMOPLÁSTICA; SISTEMA CALAMUS®.

**TESINA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**CIRUJANO DENTISTA**

P R E S E N T A:

JAVIER ISRAEL ISLAS MONROY

TUTOR: C.D. JOSÉ LUIS CORTÉS PARRA

ASESOR: Esp. MARÍA DEL ROSARIO LAZO GARCÍA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Agradecimientos.**

Primeramente quiero agradecer a mis padres; Jeny Karina Monroy Mora y Javier Islas Rodríguez por siempre brindarme su amor y apoyo durante toda mi vida. Ustedes son la motivación que necesite para poder realizar este logro. Los amo mucho.

A mis abuelos; Luz María Mora Madrid y Juan Monroy Jara, por siempre aconsejarme y demostrarme su cariño. Los amo mucho.

A Normita, que siempre se ha preocupado de mi bienestar y me ha ayudado en todo lo que ha podido. Te amo mucho

Agradecer a toda mi familia; tías, tíos y primos por siempre demostrarme su orgullo y apoyo. A todos lo amo mucho.

Al C.D. José Luis Cortés Parra y a la Esp. María Del Rosario Lazo García, que a pesar de sus compromisos académicos, siempre estuvieron disponibles en todo momento para apoyarme y asesorarme con este trabajo de investigación.

Y por último a la Universidad Nacional Autónoma de México; gracias por todo el conocimiento, experiencias y amistades que se me han ido otorgando desde el día que ingresé a esta gran institución. Es un honor ser parte de la máxima casa de estudios.

## Índice

1	Introducción.....	1
2	Objetivos.....	3
3	Antecedentes.....	4
4	Obturación.....	7
4.1	Objetivos de la obturación.....	7
4.2	Momento oportuno para la obturación.....	8
4.3	Nivel de la obturación.....	10
4.4	Preparación para la obturación.....	11
5	Materiales de obturación.....	15
5.1	Requisitos de un material de obturación.....	15
5.2	Clasificación de los materiales de obturación.....	16
5.2.1	Solidos.....	16
5.2.1.1	Conos de plata.....	16
5.2.1.2	Gutapercha.....	18
5.2.1.2.1	Fases de la gutapercha.....	19
5.2.1.2.2	Composición y presentación de los conos de gutapercha.....	20
5.2.2	Cementos selladores.....	23
5.2.2.1	Propiedades del cemento sellador ideal.....	23
5.2.2.2	Clasificación de los cementos selladores de acuerdo con su composición química.....	24
5.2.2.2.1	A base óxido de cinc y eugenol.....	24
5.2.2.2.2	A base de hidróxido de calcio.....	27
5.2.2.2.3	A base de ionómero de vidrio.....	28
5.2.2.2.4	A base de resinas.....	29
5.2.2.2.5	A base de siliconas.....	32
5.2.2.2.6	A base de silicato de calcio (MTA / biocerámico).....	33
6	Técnicas de obturación.....	36
6.1	Técnica de compactación lateral en frío.....	36
6.1.1	Instrumental.....	37

6.1.2	Descripción de la técnica.....	38
6.2	Condensación vertical de gutapercha.....	43
6.2.1	Instrumental.....	44
6.2.2	Descripción de la técnica.....	45
6.3	Onda continua. ....	48
6.3.1	Descripción de la técnica.....	49
6.4	Inyección de gutapercha termoplástica.....	51
6.4.1	Descripción de la técnica.....	53
7	Sistema Calamus.....	55
7.1	Descripción del sistema.....	55
7.2	Preparación del sistema Calamus. ....	57
7.3	Limpieza, desinfección y esterilización. ....	61
7.4	Técnica clínica.....	64
7.5	Comparación con otros sistemas y técnicas de obturación. ....	73
7.5.1	Calidad de la obturación.....	73
7.5.2	Volumen de obturación.....	78
7.5.3	Otros estudios comparativos. ....	80
8	Conclusiones.....	83
9	Referencias.....	85

## **1 Introducción.**

La obturación del conducto radicular, ya conformado y desinfectado, es la última fase del tratamiento de conductos radiculares y no por ello la menos importante.

Una vez culminada la preparación químico-quirúrgica se procede a obturar el sistema de conductos radiculares con materiales biocompatibles, inertes y/o antisépticos. El objetivo primordial es conseguir una obturación lo más herméticamente posible, con un sellado tridimensional que impida la filtración de fluidos y la supervivencia de microorganismos; para promover la posterior reparación de los tejidos, evitando así una reinfección.

En la antigüedad, para este fin, se utilizaron materiales como: amalgamas, parafina, puntas de plata, pastas a base de óxido de zinc y pastas yodoformadas. Hoy en día, el material de primera elección es la gutapercha, ya que ha demostrado buenas propiedades y muchas ventajas como material de obturación del conducto radicular.

La evolución de técnicas y sistemas de obturación en estas dos últimas décadas es considerada un gran avance en cuanto a simplificación, perfeccionamiento y sellado homogéneo del sistema de conductos radiculares.

Las técnicas de obturación con gutapercha termoplastificada, fueron introducidas a finales de la década de los setenta y principios de los ochenta. La razón fundamental detrás de la introducción de la técnica fue permitir que la gutapercha plastificada se adaptara a la variada anatomía del conducto para proporcionar un relleno sin vacío.

La mayoría de los sistemas que utilizan gutapercha termoplastificada son de costo elevado dificultando su utilización en la práctica diaria endodóncica. La hibridación de las diferentes técnicas y sistemas permite obtener un sellado lo más homogéneo posible.

La técnica o sistema que a emplear dependerá del conocimiento, destreza, recursos y materiales, así como también de la intrincada y variada anatomía del sistema de conductos radiculares en la que se esté trabajando.

## **2 Objetivos.**

Describir los materiales y las técnicas de obturación con gutapercha termoplastificada que se utilizan para la obturación del sistema de conductos radiculares.

Conocer el funcionamiento y la técnica de obturación del sistema Calamus.

Revisar artículos científicos en donde comparen el sistema Calamus con otros sistemas y técnicas de obturación.



### 3 Antecedentes.

Antes de 1800, el único material empleado para rellenar el conducto radicular era el oro. Las obturaciones posteriores con diversos metales, oxiclورو de cinc, parafina y amalgama, proporcionaron grados variables de éxito y satisfacción.<sup>1</sup>

Las referencias al uso de la gutapercha para obturación de los conductos radiculares antes del siglo XX son poco numerosas y vagas.<sup>1</sup>

La historia muestra que la gutapercha se ha utilizado para una variedad de propósitos desde el siglo XVII. Alrededor de 1656, un historiador natural inglés, John Tradescant, introdujo la gutapercha en Europa y lo llamó "madera mazer".<sup>2</sup>

En 1845, Hancock y Bewley formaron la GP Company en el Reino Unido. La gente mostró gran interés por este nuevo material y se convirtió en el primer aislamiento exitoso para un cable submarino. Su uso se multiplicó rápidamente para la fabricación de corchos, cementos para tuberías, hilo, instrumentos quirúrgicos, prendas de vestir, instrumentos musicales, tirantes, persianas, alfombras, guantes, colchones, almohadas, carpas, sombrillas, pelotas de golf y revestimientos para barcos.<sup>2</sup>

Su uso llegó al campo odontológico en 1847, donde Hill desarrolló el primer material de obturación del conducto radicular a base de gutapercha, conocido como «tapón de Hill».<sup>1</sup>

Dicho preparado, consistía principalmente en gutapercha blanqueada, carbonato cálcico y cuarzo, fue patentado en 1848 e introducido en la práctica odontológica.<sup>1</sup>

En 1867, Bowman reivindicó (ante la St. Louis Dental Society) el primer uso de la gutapercha para obturación del sistema de conductos radiculares en un primer molar extraído.<sup>1</sup>

Perry afirmó en 1883 que había usado un alambre de oro puntiagudo, envuelto en gutapercha blanda. También comenzó a utilizar la gutapercha

enrollada en puntas y empaquetada en el conducto. Las puntas se preparaban cortando una plancha de gutapercha en tiras finas, que se calentaban con una lámpara, se depositaban en una caja quirúrgica y se enrollaban con otra superficie plana. Más adelante, Perry empleó goma laca calentada sobre una placa, y enrollaba los conos para obtener una punta del tamaño deseado, en función de la forma y la longitud del conducto. Antes de colocar la punta de gutapercha final, saturaba la cavidad dental con alcohol; la atracción capilar, hacía que el alcohol se introdujese en el conducto, con lo que se ablandaba la laca y se podía empaquetar la gutapercha.<sup>1</sup>

En 1887, la S.S. White Company comenzó a fabricar puntas de gutapercha.<sup>1</sup>

William Herbt Rollins introdujo en 1893 un tipo nuevo de gutapercha a la que añadía bermellón. Puesto que el bermellón es óxido de mercurio puro, y por tanto resultaba peligroso en las cantidades sugeridas por Rollins, la técnica fue criticada por muchos expertos.<sup>1</sup>

Con la introducción de la radiografía para evaluar la obturación del conducto radicular, quedó claro que el conducto no era cilíndrico, como se creía, y que se necesitaba material de obturación adicional para llenar los huecos observados. Al principio se emplearon cementos odontológicos que se endurecían al fraguar, pero resultaron insatisfactorios. Además, se pensaba que el cemento usado debía poseer una acción antiséptica fuerte, lo que condujo al desarrollo de muchas pastas de cemento con fenol o formalina. El reblandecimiento y la disolución de la gutapercha para emplearla como sustancia cementadora, mediante el uso de colofonia, fueron introducidos por Callahan en 1914.<sup>1</sup>

En 1967, Schilder introdujo la compactación vertical en caliente como un método para rellenar el espacio del conducto radicular en tres dimensiones. Técnica que cambió radicalmente los conceptos de obturación estableciendo debate y discusión en los años setenta, puesto que para ese

entonces la condensación lateral de gutapercha en frío acompañada por solventes era la más popular.<sup>1,3</sup>

Yee y cols. presentaron en 1977 un dispositivo para reblandecer la gutapercha fuera del conducto e inyectarla posteriormente en él a través de una aguja. En ese mismo año Moreno propuso la energía ultrasónica. A pesar de los buenos resultados obtenidos por este autor, la técnica apenas tuvo difusión. Posteriormente, Zmener y Banegas utilizaron instrumentos espaciadores activados mediante energía ultrasónica, como complemento de la técnica de condensación lateral: obteniendo buenos resultados clínicos.<sup>4</sup>

La condensación termomecánica o termocompactación, reblandeciendo la gutapercha por calor friccional fue propuesta por McSpadden en 1979.<sup>2</sup>

Michanowicz en 1984 creó un sistema de inyección que utilizaba una fórmula de gutapercha de fase alfa, que fluía a bajas temperaturas (70°C).<sup>2</sup>

La condensación lateral en caliente fue presentada por Martin en 1986, quien diseñó un dispositivo con baterías recargables, el Endotec, provisto de varios espaciadores que se podían calentar hasta una temperatura de 300 °C.<sup>4</sup>

La técnica de condensación central mediante onda continua, fue propuesta por Buchanan en 1996. Actualmente, la mayoría de los autores que hablan de condensación vertical se refieren a esta técnica.<sup>4</sup>

## **4 Obturación.**

La obturación del sistema de conductos radiculares es la última etapa del tratamiento endodóncico, la cual, pone fin a la manipulación del conducto a través del llenado de la porción conformada del mismo con materiales inertes o antisépticos que promueven un sellado tridimensional y estimulen el proceso de reparación o no interfieran con este.<sup>5, 6</sup>

La obturación del espacio del conducto radicular se ha descrito de diversas formas durante más de 100 años. Han pasado más de cuatro décadas desde que el Dr. Herbert Schilder publicó su artículo sobre la obturación del espacio del conducto radicular en tres dimensiones, convirtiéndolo en uno de los pilares del tratamiento de Endodoncia exitoso.<sup>7</sup>

En general, la obturación se puede realizar después de los procedimientos de limpieza y conformación, cuando el conducto se puede mantener seco y el paciente no presenta inflamación.<sup>1</sup>

### **4.1 Objetivos de la obturación.**

La finalidad básica de la obturación de los conductos radiculares consiste en aislarlos por completo del resto del organismo, para mantener los resultados de su preparación. De acuerdo con Laurichesse y Breillat <sup>4</sup>, puede distinguirse un objetivo técnico y otro biológico.<sup>4</sup>

#### *Objetivo técnico.*

Consiste en rellenar, de la manera más tridimensional y herméticamente posible, la totalidad del sistema de conductos radiculares con un material que sea estable y que se mantenga de forma permanente en él.<sup>4</sup>

De nada vale alcanzar de manera satisfactoria el nivel apical si permanecen espacios laterales, que son sitios adecuados para la supervivencia y el desarrollo de bacterias, así como para la acumulación de sus toxinas. La obturación debe asegurar un sellado óptimo en todas las dimensiones y

bloquear las comunicaciones coronarias con la cavidad bucal, así como las apicales o laterales de la cavidad pulpar con el periodonto.<sup>5</sup>

Es importante que la estanqueidad de la obturación tenga la misma calidad a lo largo de toda la extensión del conducto.<sup>4</sup>

*Objetivo biológico.*

Al no llegar productos tóxicos al periápice, se presentan las condiciones apropiadas para la reparación periapical. Así los mecanismos de defensa del organismo podrán, por lo general, eliminar las bacterias, componentes antigénicos y restos hísticos necróticos que hayan quedado junto al ápice y completar la reparación hística.<sup>4</sup>

#### **4.2 Momento oportuno para la obturación.**

Ante cuestionamientos como "¿Cuándo se completará el tratamiento?" o "¿Cuándo es momento de obturar?" se deben considerar los siguientes factores: signos y síntomas, estado pulpar y periapical, y dificultad del procedimiento. Las combinaciones de estos factores afectan las decisiones que se toman sobre el número de citas y el momento de la obturación.<sup>8</sup>

Para que la Endodoncia pueda concluirse, mediante la obturación del sistema de conductos radiculares; es necesario que se observen algunas condiciones.<sup>5</sup>

*Signos y síntomas.*

- Inexistencia de sintomatología periapical.

Aunque en algunos casos obturados con sintomatología se pueda obtener reparación, el porcentaje de casos exitosos disminuye y las molestias postoperatorias se incrementan.<sup>4</sup>

- Inexistencia de signos de patología periapical.

Es conveniente demorar la obturación hasta verificar la desaparición de una fístula y de cualquier signo de inflamación periapical. Aunque

de hecho, la presencia de una fístula no contraindica la obturación del conducto y la lesión se puede reparar de igual forma. Sin embargo, si no desaparece de manera posterior está indicado desobturar y rehacer el tratamiento.<sup>4</sup>

- Estado del conducto correcto.

Además de una preparación adecuada de los conductos, que permita una buena obturación, estos deben estar secos, sin presencia de exudados ni mal olor.<sup>4</sup>

#### *Condición pulpar antes del tratamiento.*

- En los casos de tratamiento endodóncico de dientes con pulpa vital que no presenten un cuadro inflamatorio agudo, la obturación debe ser realizada inmediatamente después de la preparación ya que se trata de una cavidad libre de contaminación. Por lo tanto, lo ideal es que el tratamiento endodóncico sea concluido lo antes posible, pues así se eliminan los riesgos relacionados con la contaminación de la cavidad pulpar.<sup>6</sup>
- Ante la presencia de inflamación aguda y dolor, la obturación podrá ser realizada después de 48 horas, tiempo en el que, en la mayoría de los casos, se resuelve la fase aguda.<sup>6</sup>
- En los casos de necrosis pulpar, lo recomendable es esperar 72 horas para que se inicie la respuesta inmune adaptativa, la cual corresponde con el inicio de la fase crónica de la inflamación.<sup>6</sup>

#### *Grado de dificultad.*

Los casos complejos consumen mucho tiempo y pueden resolverse mejor en múltiples citas. Si el tiempo de tratamiento excede las 2 horas y/o el profesional considera que puede estar mejor preparado para tratar el caso en citas posteriores, se debe retrasar la obturación.<sup>8</sup>

### 4.3 Nivel de la obturación.

El límite de la obturación deber ser el mismo que se determinó para la preparación, es decir, aquel que fue establecido en la longitud real de trabajo (Figura 1); no dejando áreas instrumentadas sin llenar, lo que permite la aparición de espacios vacíos comprometiendo, así, uno de los principales objetivos de la obturación: el sellado.<sup>6</sup>

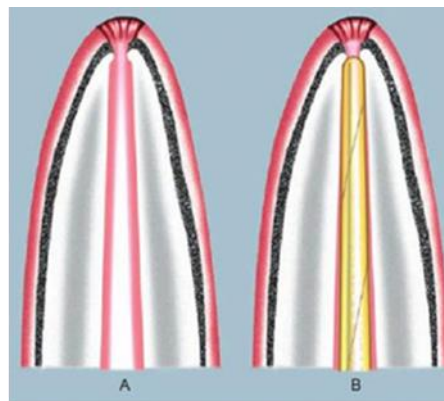


Figura 1. Nivel de la obturación. A) Nivel de la conformación. B) Nivel de la obturación.  
Tomada de: Soares. Endodoncia Técnica y fundamentos. 2da ed. pp. 226

La mayoría de los autores sitúan el límite apical de la preparación y obturación de los conductos entre 0-5 y 1 mm del ápice radiográfico, y en dientes con la pulpa vital, entre 1 y 2 mm del mismo.<sup>4</sup>

Los mejores resultados, clínicos e histológicos, se lograron cuando la obturación se ubica alrededor de 1 mm del foramen apical.<sup>5</sup>

Todos los materiales utilizados en la obturación de los conductos radiculares deben mantenerse confinados en su interior, desde el orificio cameral hasta la constricción apical; ya que si el material de obturación se extruye puede representar una irritación innecesaria que impida o retarde la reparación hística.<sup>4</sup>

La sobreobturación es considerada un accidente técnico y puede ser catalogada como una de las causas de fracaso del tratamiento endodóncico (Figura 2). Aun cuando es biocompatible, la presencia de un cuerpo extraño

como la gutapercha, resulta en agresión por tiempo indeterminado, lo que desencadena la reacción inflamatoria.<sup>6</sup>

La subobtención debe ser interpretada como la potencial presencia de espacios vacíos, que da como resultado un pronóstico desfavorable para el tratamiento. Estos espacios vacíos son susceptibles para la supervivencia y desarrollo de bacterias, así como para la liberación de sus toxinas, las cuales pueden alcanzar el tejido periodontal a través del foramen apical o conductos laterales y secundarios, produciendo un cuadro inflamatorio periapical inicial o persistente.<sup>5, 6</sup>

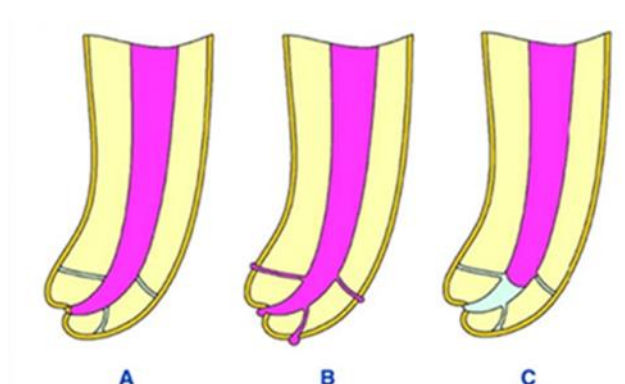


Figura 2. Posibilidades del nivel de la obturación con respecto al límite de la preparación. A) Obturación hasta la constricción apical. B) Obturación que alcanza el periodonto. C) Obturación que no alcanza la constricción. Tomada de: Canalda. Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas. 3ra ed. pp. 207

#### 4.4 Preparación para la obturación.

Después de completar los procedimientos de limpieza y conformación, la eliminación del barrillo dentinario es fundamental, ya que este puede interferir con la adherencia y la penetración tubular de los cementos selladores a la dentina del conducto radicular. También puede impedir la penetración de la gutapercha en las técnicas termoplásticas. Los materiales de obturación del conducto radicular se adaptan mejor a las paredes de los conductos después de la eliminación del barrillo dentinario.<sup>1</sup>

Esta eliminación de barrillo dentinario se obtiene en general mediante irrigación del conducto con EDTA disódico al 17% y NaOCl al 5.25% (Figura 3 y 4).<sup>1</sup>





Figura 3. EDTA.  
Tomada de: <https://bit.ly/36JOeWD>



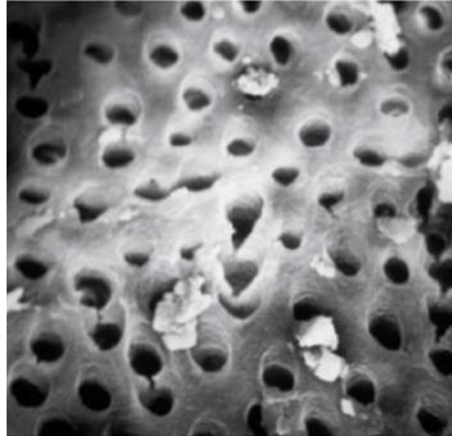
Figura 4. Hipoclorito de sodio al 5.25%.  
Tomada de: <https://bit.ly/3smXfNR>

Los agentes quelantes, como el EDTA, son sustancias ácidas que alteran la estructura química de la dentina, sustrayendo iones de calcio y fosfato de su superficie, por lo cual producen cambios en los componentes orgánicos e inorgánicos y, de esta forma, modifican tanto la permeabilidad como la solubilidad de la dentina.<sup>4, 6</sup>

La lisis proteica (desnaturalización de la cadena proteica de los restos pulpares), la saponificación (reacción entre el hipoclorito de sodio y partículas de lípidos presentes en el interior del sistema de conductos radiculares), y la bacteriólisis (producto de la ruptura de la membrana bacteriana) son las acciones primordiales del hipoclorito de sodio. Estas características favorecen la disolución del material orgánico presente en las irregularidades del conducto radicular y, en consecuencia, su remoción. Además, como resultado de la saponificación, la tensión superficial de las soluciones irrigadoras disminuye mucho más, permitiendo así su acción en regiones de difícil acceso.<sup>6</sup>

La desmineralización aumenta la permeabilidad de la dentina, debido a la eliminación de la capa de barrillo dentinario y los tapones de dentina, y al agrandamiento de los túbulos. Se sugiere que el agrandamiento tubular se debe a la eliminación selectiva de la dentina peritubular (Figura 5).<sup>1</sup>

El tiempo recomendado para eliminar la capa de barrillo dentinario es de 1 a 5 min.<sup>1</sup>



*Figura 5. Microscopía electrónica de barrido de la pared del conducto después de eliminar la capa de barrillo dentinario con EDTA al 17% e hipoclorito de sodio al 5,25%.*

Tomada de: Cohen. Vías de la pulpa. 10th ed. pp. 357.

### *Protocolo para la irrigación final.*

Existen diversos protocolos de irrigación con el fin de producir una mejor limpieza del conducto radicular, donde la idea principal se centra en los trabajos de Yamada et al. (1983) quienes propusieron la utilización de hipoclorito de sodio alternado con EDTA para la remoción de la capa de barro dentinario de la superficie de las paredes dentinarias.<sup>6</sup>

Después de la irrigación con hipoclorito de sodio al 5.25%, la irrigación final deberá ser realizada con EDTA al 17% seguida de hipoclorito de sodio al 1% (cerca de 5 ml de cada solución por conducto).<sup>6, 7</sup>

El uso de la activación ultrasónica es altamente recomendable, ya que proporciona una limpieza mucho mayor de la pared dentinaria.<sup>6</sup>

Colocación de 2.5 ml de EDTA al 17% en el conducto radicular activando el ultrasonido por 60 segundos. Posteriormente se irriga con los otros 2.5 ml de EDTA al 17% sobrantes. Seguidamente se colocan 2.5 ml de hipoclorito de sodio a 5.25% y se activa el ultrasonido durante 30 segundos y para finalizar, se irriga con los 2.5 ml de hipoclorito de sodio a 1% faltantes. Es importante mencionar que se debe irrigar con solución salina (también denominada suero fisiológico) entre cada solución irrigadora (EDTA y NaOCl) para eliminar el remanente del líquido anterior y así evitar que las soluciones se combinen entre sí. La combinación de estas

dos soluciones irrigadoras provocan que el hipoclorito de sodio pierda su capacidad de disolución de los tejidos, como también puede provocar erosión de la dentina intrarradicular según la cronología y las concentraciones de los irrigantes.<sup>1, 6, 7</sup>

## **5 Materiales de obturación.**

La obturación de los conductos radiculares se lleva a cabo con materiales obturadores introducidos en la cavidad pulpar con el objeto de llenar el conducto radicular y en consecuencia, su sellado.<sup>6</sup>

Los materiales de obturación pueden introducirse en los conductos radiculares de diferentes formas y pueden manipularse por diferentes medios una vez dentro.<sup>8</sup>

Por lo general, se utiliza un material central, denso, que constituye el núcleo de la obturación, y un material de mayor plasticidad, un cemento sellador, para ocupar el espacio entre el material de núcleo y las irregularidades de las paredes del conducto.<sup>4</sup>

### **5.1 Requisitos de un material de obturación.**

Grossman y cols. establecieron en 1976 los requisitos que debe cumplir un material de obturación.<sup>4,9</sup>

- Ser fácil de introducir en el conducto radicular, con un tiempo de trabajo suficiente.
- Ser estable dimensionalmente, sin contraerse tras su introducción y endurecimiento.
- Ser impermeable, sin solubilizarse en medio húmedo.
- Sellar la totalidad del conducto, tanto apical, como coronal y lateralmente.
- Tener capacidad bacteriostática.
- No ser irritante para los tejidos periapicales.
- Ser radiopaco, para poder distinguirlo en las radiografías.
- No teñir los tejidos del diente.
- Ser estéril o fácil de esterilizar antes de su introducción.

- Poder retirarse con facilidad del conducto si es necesario.

Hasta el momento, los materiales desarrollados para la obturación de los conductos radiculares no satisfacen por completo los requisitos deseables de un material ideal. De este modo, hasta que las investigaciones propicien la aparición o la confirmación de la existencia del material ideal, la obturación podrá realizarse con la selección de aquellos materiales que satisfagan, al mismo tiempo, la mayor cantidad de propiedades deseables.<sup>5,</sup>

6

## **5.2 Clasificación de los materiales de obturación.**

- Estado sólido (conos de gutapercha y plata).
- Estado plástico (cementos).

### **5.2.1 Sólidos.**

Se han utilizado varios materiales; pero el único universalmente aceptado como material primario es la gutapercha. Ha resistido la prueba del tiempo y la investigación y es, el más utilizado.<sup>8</sup>

Las principales ventajas de los núcleos sólidos, es que favorecen la capacidad de controlar mejor la longitud; así como una capacidad razonable del material sólido para adaptarse a las irregularidades del sistema de conductos radiculares.<sup>8</sup>

#### **5.2.1.1 Conos de plata.**

Los conos de plata fueron introducidos en la Endodoncia por Jasper en 1933. La propuesta del autor era lograr el mismo índice de éxito que la gutapercha con la ventaja de utilizar un material más maleable.<sup>6</sup>

Están compuestos en un 99.9% por plata pura; se presentaban estandarizadas con las mismas dimensiones que los instrumentos manuales.<sup>4</sup>

Una de las razones por las que se eligió la plata con preferencia a otros materiales, fue su efecto bactericida, conocida como su propiedad oligodinámica, que se refiere al efecto tóxico que ejerce sobre células vivas en cantidades extremadamente pequeñas de la plata en solución. El efecto bactericida se debe a la afinidad de los iones de plata por las enzimas sulfhídricas, lo cual, provoca la desnaturalización de las proteínas.<sup>10</sup>

La rigidez proporcionada por los conos de plata facilitaba su colocación, en conductos curvos y estrechos, y permitía controlar su longitud; sin embargo, al no poder deformarse y adaptarse a las paredes de los conductos, era incapaz de rellenar las irregularidades del sistema de conductos radiculares lo que permite la filtración.<sup>1, 4</sup>

La técnica de cono de plata a veces podía conducir a que se tuviera menos cuidado durante la preparación del conducto radicular, dejando dentina infectada y residuos en los conductos, lo que resultaba en fracaso del tratamiento.<sup>8</sup>

Las puntas de plata presentan corrosión en su superficie, especialmente si están en contacto con saliva o fluidos tisulares, produciendo sustancias como sulfuros, sulfatos y carbonatos de plata, que son tóxicos para los tejidos periapicales. Su radiopacidad es muy elevada, con lo que se pueden enmascarar defectos de la obturación (Figura 6).<sup>1, 4</sup>

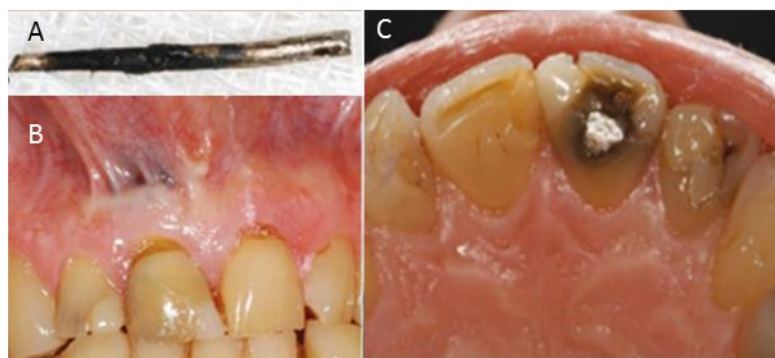


Figura 6. Cono de plata y sus efectos. A) Cono de plata corroído extraído de un diente. B) El cambio de coloración del tejido indica corrosión y filtración. C) La proyección lingual indica filtración coronal.

Tomada de: Cohen. Vías de la pulpa. 10th ed. pp. 364

Tienen otra limitación inherente con la dificultad para retirarlos, la incidencia de fracturas de los conos de plata es frecuente debido a la corrosión; así los fragmentos apicales remanentes no pueden ser removido del conducto radicular con facilidad.<sup>6</sup>

El uso de este material se eliminó de la práctica Endodóncica contemporánea. En declaración de abril de 2013, la Asociación Americana de Endodoncistas se pronuncia contra el uso de conos de plata debido a todas las evidencias científicas que demuestran la problemática clínica inherente a su uso.<sup>6</sup>

### 5.2.1.2 Gutapercha.

La gutapercha es un material proveniente del látex de un árbol de la familia de las Sapotáceas (Figura 7). Introducido en Endodoncia por Bowman en 1867, siendo aún la sustancia más popular y utilizada en la obturación de los conductos radiculares.<sup>6</sup>



Figura 7.. Árbol del genero *Palaquium*.  
Tomada de: FES Iztacala. <https://bit.ly/3BUeGIL>

Ventajas:

- Es bien tolerada por los tejidos, comportándose de modo inerte, sin capacidad inmunogénica.
- Dimensionalmente estable después del tratamiento.
- Biocompatibilidad.

- Antibacteriano.
- Radiopaco.
- Compactable.
- Facilidad de remoción a través de calor o solventes.<sup>2, 4</sup>

Desventajas:

- Tiene escasa rigidez, por lo que, en forma de puntas de calibre pequeño, presenta dificultad para alcanzar el límite de la preparación.
- No adherente a la dentina.
- Por su viscoelasticidad, puede experimentar sobre extensión más allá de la constricción al recibir fuerzas en la condensación lateral o vertical.<sup>2, 4</sup>

#### **5.2.1.2.1 Fases de la gutapercha.**

La gutapercha se presenta bajo dos formas cristalinas distintas:  $\alpha$  cristalina y  $\beta$  cristalina.<sup>5</sup>

Según Goldberg, si la gutapercha  $\alpha$  (su estado natural) se somete a la temperatura de fusión, 65 °C, se transforma en una gutapercha amorfa que, al ser enfriada a temperatura ambiente y de modo espontáneo, adopta la forma cristalina  $\beta$ . Por el contrario, si el enfriamiento se produce de forma lenta, se produce una recristalización en la forma  $\alpha$ .<sup>4</sup>

- La gutapercha en la forma  $\alpha$  cristalina es quebradiza a temperatura ambiente y, cuando se calienta, se torna pegajosa, adherente y con mayor corrimiento. Su temperatura de fusión es de 65 °C.<sup>5</sup>
- En la forma  $\beta$  cristalina disponible en el comercio en la mayoría de los casos, es estable y flexible a temperatura ambiente. Cuando se la calienta, no presenta adhesividad y tiene menor corrimiento que la forma alfa. Su temperatura de fusión es de 56 °C.<sup>5</sup>



Actualmente, algunos fabricantes comercializan la gutapercha en la fase  $\alpha$  para su uso específicamente en técnicas de termo compactación. La capacidad de fluidez de la gutapercha  $\alpha$  en éstas técnicas es superior a la de la gutapercha en fase  $\beta$ . Como resultado, la primera es capaz de llenar espacios tanto en mayor número como a mayor profundidad que la segunda.<sup>6</sup>

#### **5.2.1.2.2 Composición y presentación de los conos de gutapercha.**

Las presentaciones comerciales de gutapercha, básicamente puntas o conos, se presentan en combinación con otros productos, como óxido de zinc; que mejora sus propiedades físicas; además se adicionan ceras, resinas y sulfatos metálicos, que le confieren radiopacidad.<sup>4</sup>

Los conos de gutapercha contienen aproximadamente 20% de gutapercha, 65% de óxido de cinc, 10% de sustancias radiopacas y 5% de plastificadores.<sup>1</sup>

El óxido de zinc y las resinas se agregan con el propósito de mejorar las propiedades de dureza y compresibilidad del material, el sulfato de bario le confiere radiopacidad mientras que los demás componentes pueden proporcionar diferentes características desde el punto de vista químico y mecánico.<sup>6</sup>

##### *Puntas estandarizadas:*

Los conos estandarizados (Figura 8), están diseñados en correspondencia a la conicidad de los instrumentos de acero inoxidable y de níquel-titanio (NiTi) de acuerdo con las normas ISO.<sup>1, 6</sup>

Los conos principales se comercializan en tamaños del 15 al 40, 45 al 80 y 90 al 140 con conicidad 0.02: también se fabrican con otras conicidades como 0.04, 0.06, etc).<sup>6</sup>

- 2% (conicidad de las limas manuales).

- 4% y 6% (conicidades de algunos sistemas rotatorios) facilita la obturación ya que requieren menor cantidad de conos accesorios.
- Existe también la opción de conos fabricados en formatos que corresponden a instrumentos rotatorios de níquel-titanio específicos como el sistema ProTaper.<sup>6</sup>

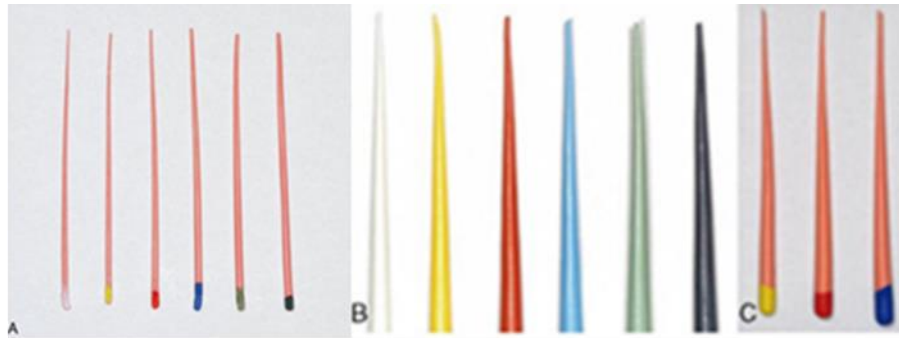


Figura 8. Puntas estandarizadas. A) Puntas estandarizadas de los tamaños n.º 15 a 40. B) Puntas estandarizadas con conicidad n.º 0,06, tamaños n.º 15 a 40. C) Puntas estandarizadas Protaper S1, S2 Y S3

Tomada de: Cohen. Vías de la pulpa. 10th ed. pp. 365

#### *Puntas no estandarizadas:*

Los conos secundarios, auxiliares o accesorios, poseen conicidades variables y son más rígidos que los principales ya que presentan un mayor contenido de óxido de zinc (Figura 9). Son usados en la condensación lateral para ocupar los espacios mayores entre el cono principal y las paredes del conducto.<sup>2, 4, 5</sup>

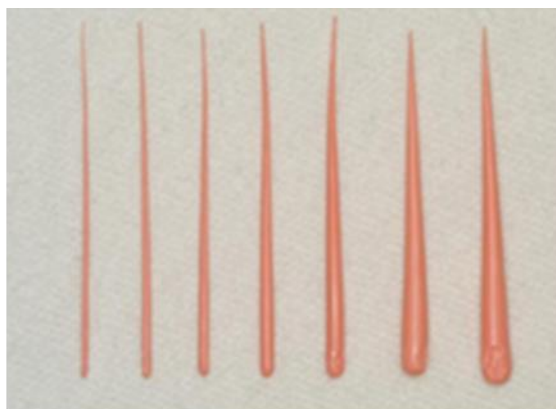


Figura 9. Puntas no estandarizadas. Extrafino, fino fino, fino, mediano fino, fino mediano, mediano, grande y extragrande.

Tomada de: Cohen. Vías de la pulpa. 10th ed. pp. 365

Existen otras formas disponibles dependiendo de la técnica de obturación empleada. Para las técnicas de obturación con productos termoplásticos inyectables, la gutapercha se puede utilizar en forma de cilindros o cánulas (Figura 10). También se encuentran disponibles en forma de jeringas calentables, para algunas técnicas termomecánicas.<sup>2, 11</sup>



Figura 10.. Gutapercha en forma de cilindro.  
Tomada de: <https://bit.ly/3BUih9B>

Las puntas de gutapercha se comercializan estériles por lo general; pero esta se puede asegurar mediante la inmersión de las puntas en una solución antiséptica. Los mejores resultados los proporciona su inmersión en hipoclorito sódico al 5% durante 1 minuto 35 o al 2,5% durante 3 minutos. Esta solución es un agente oxidante fuerte que puede afectar a su elasticidad; en cambio, su inmersión en una solución de clorhexidina al 2% durante 3 minutos no altera sus propiedades físicas y asegura la esterilización (Figura 11).<sup>4</sup>

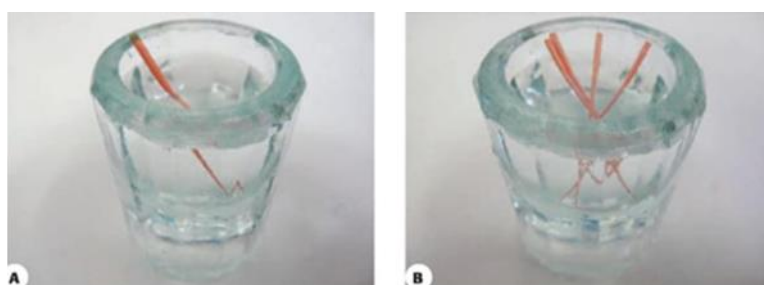


Figura 11. Inmersión de puntas de gutpercha en gluconato de clorhexidina al 2%.  
A) Puntas de gutapercha principal. B) Puntas de gutapercha accesorias.  
Tomada de: Lima Machado. Endodoncia: Ciencia y tecnología. Tomo 2. pp. 672

## **5.2.2 Cementos selladores.**

Los cementos selladores del conducto radicular se utilizan como una pasta fina y pegajosa que funciona como lubricante y agente de unión durante la obturación, lo que permite que el material de obturación del núcleo, como las puntas de gutapercha u otros materiales rígidos, se deslice y se fije en el conducto. Los selladores pueden llenar vacíos, conductos laterales y accesorios donde los materiales de obturación del núcleo no pueden infiltrarse, teniendo como finalidad conseguir una obturación en las 3 dimensiones, de forma hermética y estable.<sup>1, 4, 12</sup>

### **5.2.2.1 Propiedades del cemento sellador ideal.**

En 1982, Grossman enumeró 11 requisitos que debe reunir un buen sellador de conductos.<sup>4, 12</sup>

1. Pegajoso durante la mezcla, para proporcionar buena adherencia con la pared del conducto una vez fraguado.
2. Proporcionar un sellado hermético.
3. Ser radiopaco, para poder verlo en las radiografías.
4. Ser polvo muy fino, para poder mezclarlo fácilmente con el líquido.
5. No contraerse al fraguar.
6. No teñir la estructura dental.
7. Ser bacteriostático, o por lo menos no favorecer la proliferación bacteriana.
8. Fragar lentamente.
9. Ser insoluble en los fluidos tisulares.
10. Ser tolerado por los tejidos; es decir, no producir irritación del tejido perirradicular.
11. Ser soluble en un solvente común, si se precisa eliminar el relleno del conducto radicular.

En la actualidad, ningún cemento sellador satisface todos los criterios.<sup>1</sup>

Todos los cementos selladores presentan toxicidad cuando están recién mezclados; sin embargo, la toxicidad disminuye al fraguar. Por esa razón se debe evitar su extrusión en los tejidos perirradiculares.<sup>1</sup>

#### **5.2.2.2 Clasificación de los cementos selladores de acuerdo con su composición química.**

- A base óxido de cinc y eugenol.
- A base de hidróxido de calcio.
- A base de ionómero de vidrio.
- A base de resinas.
- A base de silicona.
- A base de silicatos cálcicos.

##### **5.2.2.2.1 A base óxido de cinc y eugenol.**

Tienen mucho tiempo de uso exitoso; basado en su éxito a largo plazo, se han considerado el estándar de oro durante muchas décadas.<sup>12, 13, 14</sup>

Los selladores a base de ZOE contienen polvo de óxido de zinc y líquido de eugenol, un aceite esencial derivado del clavo. La combinación del óxido de zinc con el eugenol ocasiona el endurecimiento de la mezcla por un proceso de quelación, formándose eugenolato de zinc. El óxido de zinc se utiliza en la composición de numerosos preparados, ya que presenta un ligero efecto de inhibición microbiana al mismo tiempo que cierto efecto de protección celular.<sup>4, 12</sup>

Para mejorar sus propiedades, se le adicionan otros componentes.<sup>4</sup>

- Resinas, que aumentan su adherencia a las paredes del conducto.
- Antisépticos, para incrementar su capacidad antibacteriana.
- Sales de metales pesados, para que sean más radiopacos.

- Corticoides, para disminuir la inflamación y el dolor postoperatorio.

Ventajas:

- Fraguado lento.
- Adecuada plasticidad.
- Propiedades antibacterianas.
- Pequeñas alteraciones volumétricas que se presentan posterior al fraguado.
- Reabsorbible si se extruye hacia los tejidos periapicales.
- Bajo costo.
- Facilidad de uso.

Desventajas:

- Sufren contracción durante el fraguado.
- Irritantes para los tejidos periapicales por el contenido de eugenol.
- Interfiere en la polimerización de los materiales resinosos adhesivos de restauración coronaria, que se utilizan posterior al tratamiento endodóncico.
- Anteriormente algunos de estos selladores contenían plata en su composición (Cemento de Rickert) el cual provocaba el oscurecimiento de los dientes a causa de la plata.<sup>4,12</sup>

Para abordar este problema se desarrollaron fórmulas sin plata que evitan la pigmentación; incluyendo el cemento de Wach's, las fórmulas de Grossman, el sellador Proco-Sol, el sellador Tubli-Seal, etc. (Kerr, Orange, CA, EE. UU.).<sup>12</sup>

Muchos selladores están actualmente disponibles comercialmente.<sup>12</sup>

- Pulp Canal Sealer (Kerr) (Figura 12).

- Pulpdent Root Canal Sealer (Pulpdent, Watertown, MA, EE. UU.) (Figura 13).
- Endofill (Dentsply Petrópolis Ind. Río de Janeiro, Brasil) (Figura 14).
- Sellador Proco-Sol.
- Sellador Tubli-Seal.
- Rocanal 2 (La Maison, Balzers, Suiza).
- Canals (Showa Yakuhin Kano, Tokio, Japón).
- Nishika Canal Sealer Eugenol (Nippon Shika Yakuhin, Shimonoseki, Japón).
- Master-Dent Root Canal Sealer (Dentonics, Charlotte, NC, EE. UU.)



Figura 12. Pulp Canal Sealers.  
Tomada de: Kerr Dental. <https://bit.ly/3peg9UY>



Figura 13. Pulpdent Root Canal Sealer.  
Tomada de: Pulpdent. <https://bit.ly/3LZN7SO>



Figura 14. Endofill  
Tomada de: <https://bit.ly/3skeDCz>

#### **5.2.2.2.2 A base de hidróxido de calcio.**

El hidróxido de calcio es conocido por ser un buen agente bacteriostático y a su vez bactericida. Una de sus funciones es como agente catalizador en la modificación del pH en los tejidos periapicales, ayudando con el proceso de cicatrización.<sup>15</sup>

Los cementos selladores a base de hidróxido de calcio fueron concebidos con el objetivo de reunir en un cemento obturador las propiedades biológicas del hidróxido de calcio puro, adecuándolo a las propiedades físico-químicas necesarias para un buen sellado del conducto radicular.<sup>5</sup>

Se pensaba que estos selladores también tenían cierto potencial osteogénico-cementogénico. Desafortunadamente, estas acciones aún no han sido probadas. La solubilidad del sellador es un requisito previo para la liberación de su contenido de hidróxido de calcio y su actividad sostenida. Sin embargo, este mecanismo de acción es inconsistente con el propósito de un sellador.<sup>14</sup>

Con respecto al sellado, los cementos a base de hidróxido de calcio en general no presentan adhesividad superior a ninguno de los otros grupos de cementos endodónticos.<sup>6</sup>

Principales selladores de este grupo:

- Sealapex (Kerr Dental) (Figura 15).
- Calciobiotic Root Canal Sealer o CRCS (Hygenic) (Figura 16).
- Apexit Plus (Vivadent) (Figura 17).
- Acroseal (Septodont).





Figura 15. Sealapex.  
Tomada de: Kerr Dental. <https://bit.ly/3HgPPQg>



Figura 16. CRCS.  
Tomada de: <https://bit.ly/3pkBjkl>



Figura 17. Apexit Plus.  
Tomada de: FES Iztacala. <https://bit.ly/3hAkOfX>

### 5.2.2.2.3 A base de ionómero de vidrio.

El cemento de ionómero de vidrio fue introducido por Wilson y Kent en 1970 como material de restauración por su capacidad de unirse químicamente a la dentina. Pitt Ford propuso el uso del ionómero de vidrio como sellador endodóntico en 1979, pero fue en 1991, que el ionómero de vidrio fue introducido por primera vez como un cemento sellador endodóntico por la compañía ESPE llamado Ketac-Endo® (ESPE/Seefeld, Alemania) (Figura 18).<sup>16</sup>

Se ha recomendado el uso de selladores a base de ionómero de vidrio en la obturación debido a su capacidad de sellado y adhesión a la pared del conducto radicular a través de la mezcla con la hidroxiapatita, lo que provoca la obturación monobloque. También exhiben algunas propiedades antimicrobianas debido a la liberación de fluoruro, valores de pH bajos al fraguar y la presencia de cationes como estroncio y zinc.<sup>6, 13, 14</sup>

Las desventajas de los cementos de ionómero de vidrio como sellador incluyen su pobre actividad antibacteriana, las dificultades que presenta durante el retratamiento, ya que no se conoce un solvente que lo pueda retirar, exhiben marginalmente más microfiltración que los selladores ZOE, han demostrado presentar riesgo de falla considerable y una unión inadecuada con gutapercha y su tiempo de fraguado es excesivamente rápido, lo que provoca que al momento de querer transportar el sellador al sistema de conductos radiculares este deje espacios vacíos detectables radiográficamente en el relleno radicular resultante. De Gee et al. mencionan que los cementos selladores a base de ionómero de vidrio tienen baja capacidad de sellado debido a las filtraciones, causados por los espacios vacíos en la interfaz de dentina-sellador.<sup>12, 13</sup>

Principales selladores de este grupo:

- Ketac-Endo (ESPE).
- ActivGP (Brasseler USA, Savannah, GA) (Figura 19).



Figura 18. Ketac-Endo.  
Tomada de: FES Iztacala <https://bit.ly/3loaYZf>

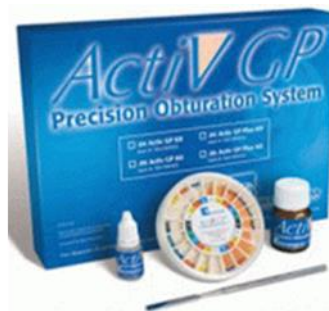


Figura 19. Activ GP.  
Tomada de: <https://bit.ly/3sk02au>

#### 5.2.2.2.4 A base de resinas.

Los cementos selladores a base de resina tienen una larga historia de uso. Brindan adherencia a las paredes del conducto radicular y no contienen eugenol; sin embargo, poseen como característica la inducción intensa de irritación tisular de los tejidos periapicales durante las primeras horas posteriores a su inserción.<sup>6, 14</sup>

Estos selladores se dividen en dos categorías principales según su contenido de resina: a base de resina epoxi y a base de resina de metacrilato.<sup>14</sup>

### *Resinas epóxicas.*

La resina epoxi fue inventada en 1938 por P. Castan, químico suizo. En la práctica endodóncica brindan ventajas como adhesión a la estructura dentaria, adecuado tiempo de trabajo, fácil manipulación y buen sellado.<sup>12,</sup>

17

Han demostrado excelentes propiedades fisicoquímicas y se consideran el estándar de oro en muchos experimentos.<sup>13</sup>

Selladores principales de este grupo:

- AH 26 y AH Plus TM (Dentsply) (Figura 20). AH 26 existe en una mezcla de polvo y pasta, mientras que AH Plus existe en una mezcla de pasta y pasta. Cuando se vende en una jeringa mezcladora automática, AH Plus se conoce como AH Plus Jet (Figura 21).<sup>11</sup>
- Sealer 26 (Figura 22).
- ThermaSeal® (Dentsply).



Figura 20. AH Plus.  
Tomada de: <https://bit.ly/3sk4u99>

Figura 21. AH Plus Jet.  
Tomada de: <https://bit.ly/3tcWh51>



Figura 22. Sealer 26..  
Tomada de: <https://bit.ly/36Jlb4o>

### *Resinas de metacrilato.*

Aparecen en 1970. Dado que los materiales de obturación del conducto radicular existentes no se unían a la dentina del conducto radicular, los selladores de resina de metacrilato se promovieron como adaptables y adherentes, creando un sistema 'monobloque'. Desde entonces, se han desarrollado muchas generaciones de estos selladores.<sup>13</sup>

1<sup>era</sup> generación: inició con Hydron (Hydron Technologies, St. Petersburg, FL, EE. UU.), apareció en el mercado a mediados de la década de 1970. Compuesto por gel de polímero de metacrilato para inyección en el conducto sin necesidad de un núcleo, como la gutapercha. Sin embargo, su uso fue descontinuado en la década de 1980, debido a su corto tiempo de trabajo, baja radiopacidad, problemas asociados con la remoción de los conductos y tendencia a irritar los tejidos periapicales.<sup>12</sup>

2<sup>da</sup> generación: A principios del siglo XXI, se logra un mono sello cuando el material crea una interfaz sin espacios entre la pared de la dentina y el núcleo rígido (también llamado monobloque) ejemplo de estos es el EndoREZ (Ultradent, South Jordan, UT, EE. UU.) (Figura 23) es un sellador de curado dual que no requiere adhesivo de dentina.<sup>12</sup>



Figura 23. EndoREZ.  
Tomada de: <https://bit.ly/3hghSoo>

3<sup>ra</sup> generación: se trataba de selladores auto grabantes, con un primer auto grabante junto con un sellador de resina de curado dual. De este tipo es el sistema Resilon/Epiphany. Estos sistemas ya no se venden porque eran susceptibles a la degradación de sus enlaces éster.<sup>7, 12</sup>

4<sup>ta</sup> generación: generación que incluye una combinación de grabador, imprimador y sellador auto activables. Hybrid Root SEAL (Sun Medical, Shiga, Japón), también comercializado como MetaSEAL (Parkell, Edgewood, NY, EE. UU.) en los Estados Unidos, es el primer sellador comercialmente disponible de esta generación (Figura 24).<sup>12</sup>



Figura 24. MetaSEAL.  
Tomada de: <https://bit.ly/3Hs7xjH>

#### 5.2.2.2.5 A base de siliconas.

Los materiales a base de silicona han sido utilizados en la Odontología para la toma de impresiones debido a su baja modificación dimensional y baja absorción de agua. En función de la buena tolerancia tisular a la silicona y su capacidad selladora inclusive en condiciones de humedad, la silicona se introdujo como sellador de conductos radiculares en 1984.<sup>6,7</sup>

Estos materiales se basan en una silicona de polidimetilsiloxano. Presentan muy buena fluidez después del mezclado, tienen ligera expansión de fraguado, son impermeables y biocompatibles.<sup>18</sup>

Su dosificación es sencilla, por presentarse en jeringa auto mezclable o en forma de monodosis con partes iguales de pasta base y catalizador. Luego de su mezcla se obtiene una masa fluida con buen corrimiento, adhesiva y de color claro. Su tiempo de trabajo es de alrededor de 30 minutos, con un tiempo de fraguado de entre 45 y 50 minutos, que experimenta variaciones dependiendo de la temperatura.<sup>18</sup>

Principales selladores de este grupo:

- GuttaFlow Bioseal y GuttaFlow 2 (Roeko) (Figura 25).
- Lee Endo-Fill (Lee Pharmaceuticals).
- RSA Roeko Seal (Roeko).



Figura 25. Guttaflow 2.  
Tomada de: <https://bit.ly/33TAWFT>

#### 5.2.2.2.6 A base de silicato de calcio (MTA / biocerámico).

Se les conoce como biocerámicos, por estar compuestos por materiales cerámicos, generalmente se formulan a partir de silicatos tricálcicos y dicálcicos, componentes presentes en el cemento Portland/MTA. Fueron presentados por Torabinejad y White en la década de 1990.<sup>4, 12,19</sup>

Se han utilizado principalmente para reparación de perforaciones, obturación retrógrada después de una apicectomía, recubrimiento pulpar y pulpotomía.<sup>12</sup>

Hay una nueva familia de selladores de conductos radiculares que se identifican como “selladores a base de silicato de calcio” o “selladores a base de silicato de calcio hidráulicos”, debido a su naturaleza hidrófila, composición química y reacción de fraguado.<sup>19</sup>

A diferencia de los selladores convencionales, los selladores a base de silicato de calcio son hidrofílicos con unión química a la dentina, iniciándose el fraguado al entrar en contacto con el agua presente en los túbulos dentinarios.<sup>4, 19</sup> Son bioactivos; es decir, liberan iones calcio, hidróxido y silicio; dichos iones tienen diferentes efectos; el silicio y el calcio promueven la biomineralización: los iones hidróxido aumentan el pH ambiental

alrededor de 11 a 12 brindando propiedades antimicrobianas. Son materiales más solubles lo que permite la formación de hidróxido cálcico, que estimula la formación de hidroxiapatita.<sup>4, 12, 19</sup>

Su estabilidad dimensional es mejor que la de los selladores convencionales, especialmente los de base de óxido de zinc y eugenol, que se contraen al fraguar; sin embargo, su estabilidad dimensional depende del entorno, ya que el secado conducirá a la contracción.<sup>13, 19</sup>

El tiempo de fraguado es más corto en comparación con materiales como AH Plus®; pero su tiempo de fraguado depende no solo de la formulación, sino también de la humedad del conducto radicular, ya que cuando el conducto radicular está seco, el tiempo de fraguado aumenta<sup>19</sup>

Demuestran radiopacidad, que se mejora añadiendo un radiopacificador dependiendo de la formulación: Óxido de bismuto (contenido en las formulaciones basadas en Portland/MTA) y óxido de circonio (en otras formulaciones). Cumplen con las especificaciones estándar de todas las formulaciones (3 mm de aluminio como radiopacidad mínima para un espesor de 1mm de sellador).<sup>13, 19</sup>

En este grupo de cementos selladores se encuentran los siguientes:

- ProRoot Endo Sealer (Figura 26).
- Endo CPM Sealer
- MTA Fillapex
- BioRoot RCS Sealer (Figura 27).
- EndoSeal MTA.
- iRoot SP Sealer
- EndoSequence BC.
- Total Fill BC.
- Edge Endo Sealer

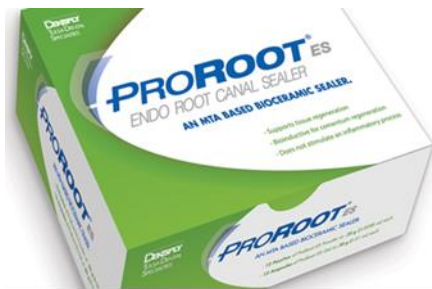


Figura 26. ProRoot Endo Sealer.  
Tomada de: <https://bit.ly/3iG4drt>



Figura 27. BioRoot RCS.  
Tomada de: <https://bit.ly/3tHug7L>

iRoot SP, EndoSequence BC, Total Fill BC y Edge Endo Sealer son el mismo sellador, comercializado bajo diferentes marcas. Los cuatro materiales son del mismo fabricante (Innovative Bioceramix).

EndoSequence BC Selear y iRoot SP están disponibles como pasta premezclada en una jeringa con puntas intraorales para administrar dentro de los conductos radiculares, lo que mejora la comodidad y la administración (Figura 28).<sup>7, 19</sup>

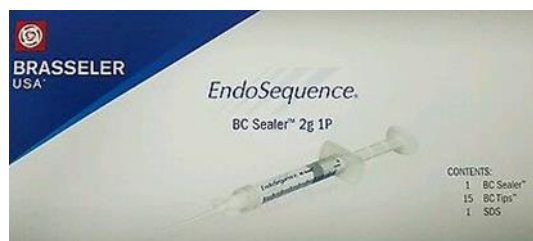


Figura 28. EndoSequence BC .  
Tomada de: <https://bit.ly/3soAV6t>



## **6 Técnicas de obturación.**

Actualmente las técnicas que están a disposición para la obturación del sistema de conductos radiculares, varían según la dirección de compactación de la gutapercha (lateral o vertical) y la temperatura que debe aplicarse, fría o caliente (plastificada). También en relación al material usado o con las condiciones del conducto en tratamiento, todas tienen objetivos comunes como: reunir calidad con practicidad. El factor primordial es la preferencia del profesional; ninguna técnica ha demostrado ser superior con respecto a otra en relación a los resultados a largo plazo.<sup>5, 8, 20</sup>

### **6.1 Técnica de compactación lateral en frío.**

Inicialmente propuesta en 1914 por Callahan, su eficacia comprobada hace que sea la técnica más utilizada. Es considerada una técnica patrón cuya eficacia se compara con otras técnicas más novedosas.<sup>3, 21</sup>

Sus ventajas incluyen facilidad de uso, bajo costo, empleo de instrumental simple, previsibilidad y ubicación controlada. Frente a la antigua técnica de relleno con pasta y cono único, la condensación lateral llena los espacios alrededor del cono maestro con conos accesorios, íntimamente sellados entre ellos y entre el cemento para sellar la pared del conducto radicular.<sup>3, 22, 23</sup>

Esta técnica deja vacíos, utiliza una cantidad excesiva de sellador y es deficiente para adaptar adecuadamente la gutapercha a las paredes del conducto radicular.<sup>23</sup>

Consiste en colocar un solo cono de gutapercha con sellador en el conducto radicular preparado y agregar conos de gutapercha secundarios que se compactan con el uso de un espaciador. La masa final no es homogénea y consiste en numerosos conos de gutapercha presionados juntos con el sellador llenando la mayoría de los espacios intermedios.<sup>24</sup>

### 6.1.1 Instrumental.

#### *Espaciadores.*

Son instrumentos de pequeño calibre, cónicos, con punta aguda, destinados a condensar lateralmente la gutapercha en frío.<sup>4</sup>

Los espaciadores pueden ser digitales o manuales.

- Espaciadores digitales (fingers spreaders). Tienen un diseño parecido a las limas. Constan de un mango y un vástago metálico liso, con forma cónica. Tanto uno como otro tienen diferentes calibres para adaptarse a cada preparación del conducto; pueden oscilar, según las marcas, entre el correspondiente al n 20 y el 40. Pueden estar elaborados con aleaciones de acero inoxidable y de níquel-titanio. Son ejemplo los espaciadores A, B, C y D de Dentsply / Maillefer (Figura 29).<sup>4, 5, 9</sup>



Figura 29 . Espaciadores digitales A, B, C y D de Dentsply / Maillefer.  
Tomada de: <https://bit.ly/3KpzDy8>

- Espaciadores manuales. Son de acero inoxidable con recubrimiento de cromo-cobalto delgado con terminación en punta ahusada, permitiendo hacer la condensación lateral. Se presenta en varios diámetros: 0.25, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60. Se diferencian no sólo en la forma del mango, sino también que la forma

de uso es diferente. Son ejemplo los espaciadores manuales MA57, D11 (Figura 30), D11T (Figura 31).<sup>9, 25</sup>



Figura 30 . Espaciador D11 Hu-Friedy  
Tomada de: HuFriedy Group <https://bit.ly/34pucQm>



Figura 31. Espaciador D11T  
Tomada de: <https://bit.ly/3vQSQEI>

### *Condensadores.*

Son, también, instrumentos de pequeño calibre y cónicos, pero con la punta plana, para condensar hacia apical materiales en estado plástico, como la gutapercha reblandecida con calor.<sup>4</sup>

Al igual que los espaciadores, estos instrumentos tienen un mango corto o largo, y se denominan digitales y manuales, respectivamente. Se elaboran con aleaciones de acero inoxidable y de níquel-titanio.<sup>4</sup>

Son ejemplo los condensadores Schilder (Figura 32), Machtou.



Figura 32. Condensador Schilder  
Tomada de: <https://bit.ly/3tH3QC3>

### **6.1.2 Descripción de la técnica.**

#### *Calibrado de la zona apical del conducto.*

En las técnicas manuales, la lima apical maestra indica el calibre de la zona más apical del conducto. Sin embargo, en las técnicas rotatorias pueden

existir pequeñas discrepancias motivadas por el tiempo que se tuvo girando la lima. Por ello se debe calibrar la zona apical del conducto con una lima manual.<sup>4</sup>

#### *Elección del espaciador.*

Ha de alcanzar una longitud 0.5-1 mm menos que la longitud de trabajo para ser eficaz en la zona apical. Si no alcanza esta longitud, se elegirá uno de menor calibre y conicidad hasta alcanzar la distancia mencionada.<sup>4</sup>

Se prefieren los espaciadores digitales de níquel-titanio, ya que generan menos fuerza sobre las paredes del conducto, con ello se controla mejor y minimizar el riesgo de fracturas (Figura 33).<sup>4</sup>

Es conveniente colocar un tope de silicona en el espaciador a 1 mm menos que la longitud de trabajo.<sup>4</sup>



*Figura 33 . Selección del espaciador*  
Tomada de: Canalda. Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas. 3ra ed. pp. 218

#### *Elección de la punta principal.*

Se selecciona una del mismo calibre que la lima apical maestra. En general se eligen las de conicidad del 2%, ya que, de este modo, el espaciador penetrará más cercano a la constricción y la compactación podrá ser mayor.<sup>4</sup>

Mediante una pinza se sujeta a la longitud de trabajo y se introduce en el conducto. No es necesario que alcance toda la longitud de trabajo. Puede quedar a una distancia de 0.5-1 mm como máximo, ya que esta pequeña

discrepancia en la longitud es incluso conveniente para que, cuando se introduzca la punta con el sellador y se ejerza fuerza con el espaciador, el extremo apical de la punta asiente en la constricción. Si se ha seleccionado un tamaño adecuado, habrá resistencia al desplazamiento o al "retroceso" (Figura 34).<sup>4, 26</sup>

Cuando se considera que la punta alcanza una situación correcta respecto a su límite apical, se debe comprobar mediante una radiografía (conometría).<sup>4</sup>

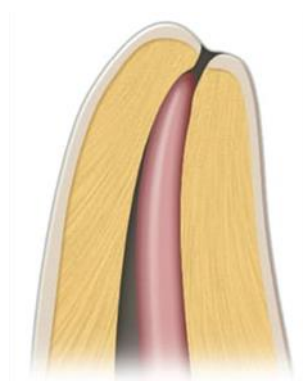


Figura 34. Ajuste del cono maestro pro fricción en la región apical.  
Tomado de: Torabinejad M. Endodontics: principles and practice.  
Fifth ed. pp. 326

#### *Introducción del sellador.*

El sellador se debe preparar siguiendo las instrucciones del fabricante y untar en la pared del conducto, ya sea con una lima manual girada en sentido contrario a las agujas del reloj, con una punta de papel o recubriendo el cono maestro (Figura 35 y 36).<sup>4, 13</sup>

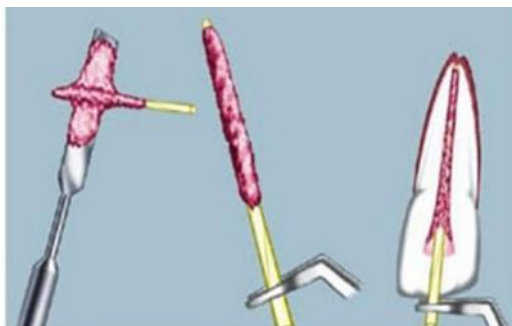


Figura 35. Sellador endodóncico colocado con el cono principal. Tomada de: Soares. Endodoncia Técnica y fundamentos. 2da ed. pp. 232



Figura 36. Sellador endodóncico colocado con un instrumento. Tomada de: Soares. Endodoncia Técnica y fundamentos. 2da ed. pp. 232

### *Introducción de la punta principal.*

La punta principal se impregna ligeramente con sellador y se introduce en el conducto hasta alcanzar la longitud seleccionada, de forma lenta para permitir la salida del aire que hay en el interior del conducto (Figura 36).<sup>4</sup>



*Figura 37. Cono maestro instalado*  
Tomado de: Torabinejad M. Endodontics: principles and practice. Fifth ed. pp. 327

### *Condensación de puntas accesorias.*

Se introduce el espaciador seleccionado con movimiento firme en dirección apical y con pequeñas oscilaciones de un cuarto de vuelta, hacia derecha e izquierda, procurando presionar el cono principal lateralmente contra una de las paredes. Se debe dejar el espaciador en esta posición durante un 1-2 segundos para asegurar la deformación plástica producida en la gutapercha. Para retirarlo, se ejerce un movimiento de rotación horaria y antihoraria inferior a 180°, de modo que el espaciador queda libre y se puede extraer (Figura 38).<sup>4,5</sup>



*Figura 38. Introducción de un espaciador.*  
Tomado de: Torabinejad M. Endodontics: principles and practice. Fifth ed. pp. 327

A continuación se introduce la punta accesoria seleccionada, preferentemente la de menor calibre posible, y se repite la secuencia hasta que el espaciador no pueda penetrar más de 1- 2 mm en el conducto (Figura 39 y 40).<sup>4</sup>

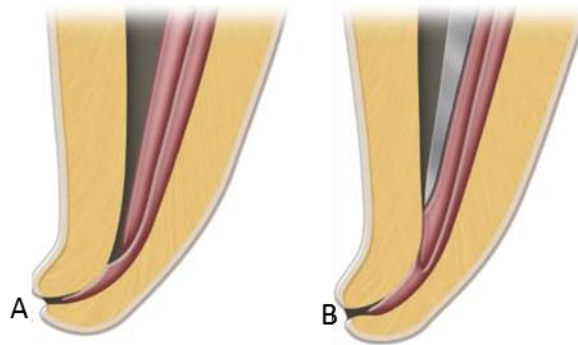


Figura 39. Pasos de la compactación lateral. A) El espaciador se gira y se retira, y se coloca un cono accesorio en el espacio creado. B) El proceso se repite. Tomado de: Torabinejad M. Endodontics: principles and practice. Fifth ed. pp. 327

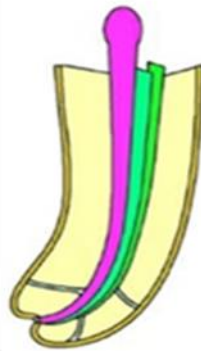


Figura 40. Conducto obturado con diversas puntas accesorias. Tomada de: Canalda. Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas. 3ra ed. pp. 218

Concluida la condensación lateral, se toma una radiografía periapical para evaluar la calidad de la obturación (radiografía previa a la final). Si existe algún defecto, se retiran parcial o totalmente las puntas y se repite la obturación.<sup>4, 5</sup>

#### *Eliminación del exceso de gutapercha.*

Constatada en forma radiográfica que la obturación es adecuada se recortan las puntas de gutapercha que sobresalen con un instrumento al rojo vivo, 1 mm en el interior del conducto, y se condensan verticalmente

con un condensador, esto para mantener el color de la corona y evitar la posibilidad de que los selladores la manchen (Figura 41).<sup>4, 5, 13</sup>

Se hace una radiografía para comprobar el límite apical y la calidad de la obturación.<sup>4</sup>

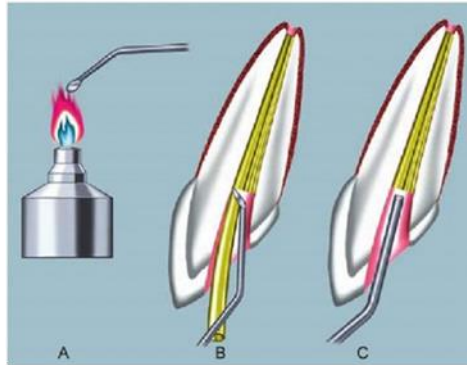


Figura 41. Eliminación del exceso de gutapercha. A) Instrumento calentado con un mechero. B) Recorte del exceso de gutapercha. C) Condensación vertical  
Tomada de: Soares. Endodoncia Técnica y fundamentos. 2da ed. pp. 234

## 6.2 Condensación vertical de gutapercha.

En 1967 Schilder introdujo la compactación vertical en caliente como un método para rellenar el espacio radicular en tres dimensiones. Los requisitos de preparación para esta técnica incluyen obtención de un conducto en embudo con conicidad progresiva y mantener el foramen apical lo más pequeño posible.<sup>1, 3</sup>

La técnica de condensación vertical en caliente permite aportar gutapercha en una masa homogénea, dimensionalmente estable y compatible adaptado a la variada y compleja anatomía del sistema de conductos radiculares.<sup>23, 24</sup>

Las desventajas de esta técnica incluyen; mayor dificultad para controlar la longitud, procedimiento más complicado, mayor cantidad de instrumentos necesarios, riesgo de extrusión de material en los tejidos perirradiculares y las dificultades en conductos curvos donde los compactadores rígidos no pueden penetrar a la profundidad necesaria. Para compensar el hecho de que los instrumentos rígidos penetren a las profundidades requeridas, los conductos deben ser agrandados, con una forma más cónica, en



comparación con la técnica de compactación lateral. La eliminación excesiva de estructura dental debilita la raíz.<sup>1, 8, 26</sup>

Con la introducción de nuevos dispositivos, la técnica de compactación vertical en caliente se ha vuelto algo más fácil de usar y también requiere menos tiempo.<sup>6</sup>

Desde la introducción de la técnica de Schilder, evolucionaron otros procedimientos que utilizan conos de gutapercha calentados: la obturación de onda continua, la gutapercha inyectable y las técnicas basadas en portadores.<sup>24</sup>

### 6.2.1 Instrumental.

Incluye una variedad de atacadores y una fuente de calor.<sup>1</sup>

Los atacadores Schilder comienzan con 0.4 mm de diámetro (igual al tamaño ISO n.º 40) y aumentan 0.1 mm para cada instrumento sucesivo; el instrumento más grande tiene 1.1 mm de diámetro (igual al tamaño ISO No. 110). También se pueden utilizar compactadores más actuales y simplificados de níquel-titanio como los de Buchanan (Figura 42).<sup>3, 8</sup>



Figura 42. Atacadores Buchanan.  
Tomada de: Salupro Spain SL <https://bit.ly/3pQQP7W>

#### *Transportadores de calor.*

Son instrumentos parecidos a los espaciadores, pero elaborados con aleaciones resistentes a las altas temperaturas. Sirven para reblandecer

puntas de gutapercha en el interior de los conductos radiculares. Se calientan por la acción de una llama o de modo eléctrico (Figura 43).<sup>4</sup>



Figura 43. Espaciador MA57.  
Tomada de: HuFriedy Group <https://bit.ly/37213gn>

Entre los de modo eléctrico pueden citarse el Endotec (Dentsply) o el Touch'n Heat (Analytic Tech.) (Figura 44), que puede alcanzar temperaturas superiores a 600 °C, indicado para plastificar la gutapercha en la técnica de la condensación vertical.<sup>4</sup>



Figura 44. Touch'n Heat.  
Tomada de: Promovago <https://bit.ly/3Kx7y80>

### 6.2.2 Descripción de la técnica.

La técnica conlleva la adaptación de un cono maestro más corto que la longitud de trabajo (0.5 a 2mm) con resistencia al desplazamiento. De ese modo se asegura que el diámetro del cono es mayor que el del conducto preparado (Figura 45).<sup>1</sup>



Figura 45. Prueba de la punta principal de gutapercha.  
Tomada de: Canalda. Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas. 3ra ed. pp. 218

Después de la adaptación del cono maestro, se extrae y se aplica cemento sellador. El cono se coloca en el conducto y se elimina la porción coronal. Se aplica calor con un espaciador o condensador caliente, que elimina porciones de la gutapercha coronal y reblandece el material que permanece en el conducto (Figura 46).<sup>1</sup>

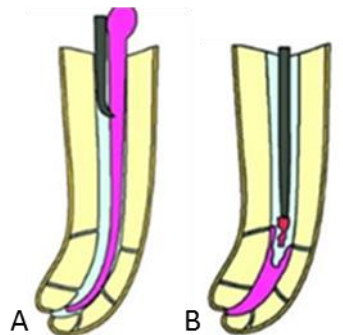


Figura 46. A) Recorte del extremo coronal con un instrumento caliente. B) Un transportador de calor reblandece la gutapercha.  
Tomada de: Canalda. Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas. 3ra ed. pp. 220

Se inserta un condensador en el conducto y se condensa la gutapercha con presión apical para producir una fuerza hidráulica que mueve la gutapercha apicalmente contra las paredes del conducto y hacia las irregularidades, como conductos accesorios y laterales. Para compensar la contracción tras el enfriamiento, cuando la gutapercha se ha plastificado por el calor, se debe mantener una presión constante con un condensador hasta que se enfríe. El proceso se repite hasta que se ha rellenado la porción apical (Figura 47).<sup>1, 4, 8</sup>



Figura 47. El condensador comprime la gutapercha reblandecida en la zona apical.  
Tomada de: Canalda. Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas. 3ra ed. pp. 220

Obturado el tercio apical, se colocan fragmentos de gutapercha en los tercios medio y cervical del conducto, se calientan y se compactan, obteniendo un relleno homogéneo y tridimensional (Figura 48).<sup>5</sup>

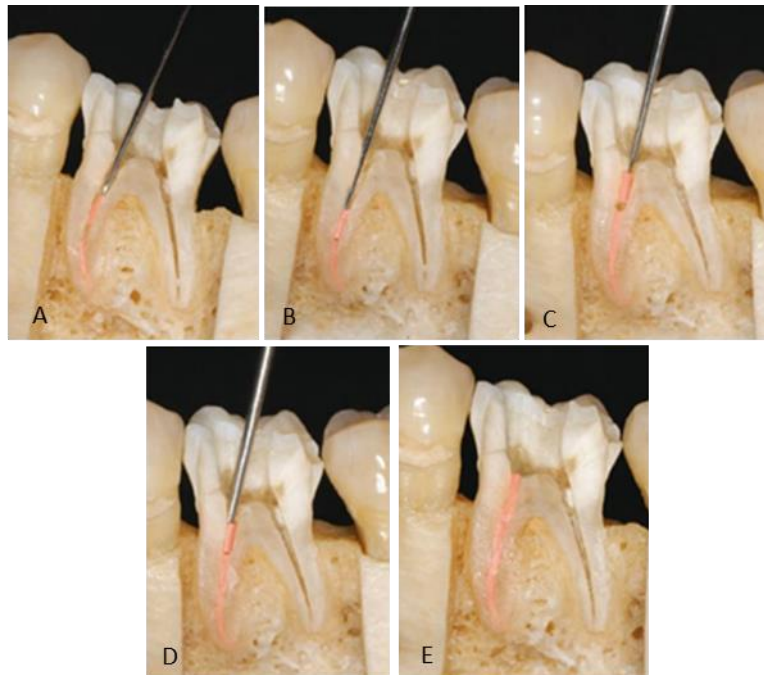


Figura 48. Compactación vertical de gutapercha en caliente del tercio medio y cervical.. A) Se coloca un segmento de gutapercha en el conducto y se aplica calor. B) El segmento caliente se condensa. C) Se repite el proceso para la porción coronal del conducto, colocando y calentando un segmento de gutapercha. D) Se vuelve a usar un atacador para condensar el material caliente. E) Obturación completa.

Tomada de: Cohen. Vías de la pulpa. 10th ed. pp. 373

### 6.3 Onda continúa.

Fue propuesta por Buchanan en 1996, quien dio a su técnica el nombre de condensación central mediante una onda continua. Es una evolución de la técnica de condensación vertical de gutapercha caliente y es un método de gutapercha termoplastificada.<sup>4, 6, 27</sup>

Esta técnica tiene como finalidad obturar la zona apical del conducto, obliterando algunos conductos laterales y foraminas apicales de un modo más sencillo que la condensación vertical de gutapercha caliente.<sup>4</sup>

Los requisitos previos para esta técnica son preparación cónica del conducto, constricción apical definida y ajuste preciso del cono. La técnica se utiliza a menudo después de la preparación con limas rotatorias de níquel-titanio de mayor conicidad.<sup>4, 8</sup>

Se basa en el empleo de una serie de atacadores conectados a una pieza de mano controlada por una unidad eléctrica denominada System B® (SybronEndo). Estos atacadores tienen actualmente las siguientes dimensiones marcadas por el diámetro del extremo y la conicidad que presenta: 30/.04, 40/.06, 50/.08, 60/.10 y 70/.12. Las puntas son flexibles, lo que permite su empleo en conductos curvos y se debe seleccionar la que llegue a 5 mm de la longitud de trabajo (Figura 49). El calor generado por estas puntas es controlado por el aparato, la temperatura que se emplea es a 180 °C.<sup>4, 6, 9, 27</sup>

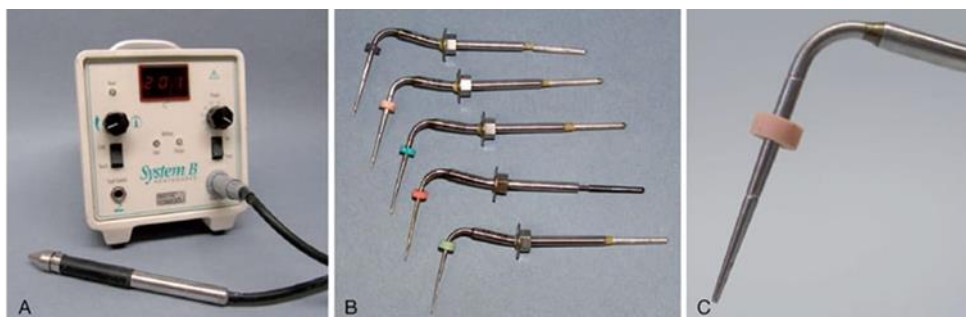


Figura 49. Unidad System B. A) Unidad eléctrica y pieza de mano del aparato denominado System B. B) Atacadores de diferentes tamaños para insertar en la pieza de mano del System B. C) Detalle de un atacador. El tamaño depende del calibre del extremo romo y de la conicidad del resto de la punta. Tomada de: García. Patología y terapéutica dental: operatoria dental y endodoncia. 2 ed. pp. 601

En esta técnica la selección de la punta de gutapercha es similar a la técnica de gutapercha caliente, al igual que el uso del cemento sellador. La diferencia estriba en que en vez de recortar la gutapercha en varias etapas (olas de calor), aquí se emplea una sola. Se requiere la adaptación previa de la punta de recorte y calentamiento, así como de los condensadores que se van a emplear.<sup>6</sup>

### **6.3.1 Descripción de la técnica.**

*Obturación de la zona apical (Downpack) (Figura 50).*

Para obtener la obturación de la zona apical del conducto se utilizan dispositivos comercialmente disponibles como el System B (Sybron Endo, Orange, Calif.) o la unidad de obturación Elements™ (Sybron Endo, Orange, Calif.).<sup>4, 28</sup>

1. Se inicia colocando sellador en las paredes del tercio coronal y medio.
2. Colocación del cono maestro con sellador en el tercio apical.
3. Corte del cono maestro mediante el atacador a nivel de la entrada del conducto.
4. Compactación manual sobre el cono maestro a nivel de la entrada del conducto.
5. A continuación se introduce a 200 grados el atacador hasta llegar al tercio apical (el último milímetro se hará con el atacador desactivado). Aunque inicialmente Buchanan propuso situar el atacador 5-7 mm más corto que la longitud de trabajo, diversas investigaciones han encontrado una mejor condensación de la gutapercha en los últimos milímetros apicales situando el transportador de calor no más allá de 3 o 4 mm de la constricción apical.

6. Una vez introducido el atacador, tendrá que permanecer de 8 a 10 s presionando en frío para compensar la contracción de la gutapercha al enfriarse.
7. Activación del atacador 1 o 2 s (calentamiento de separación).
8. Espera de 1 o 2 s con el atacador desactivado.
9. Retirada del atacador del conducto, con la gutapercha del tercio medio y coronal adherida.
10. Atacado manual sobre la gutapercha que permanece obturando el tercio apical.<sup>9</sup>

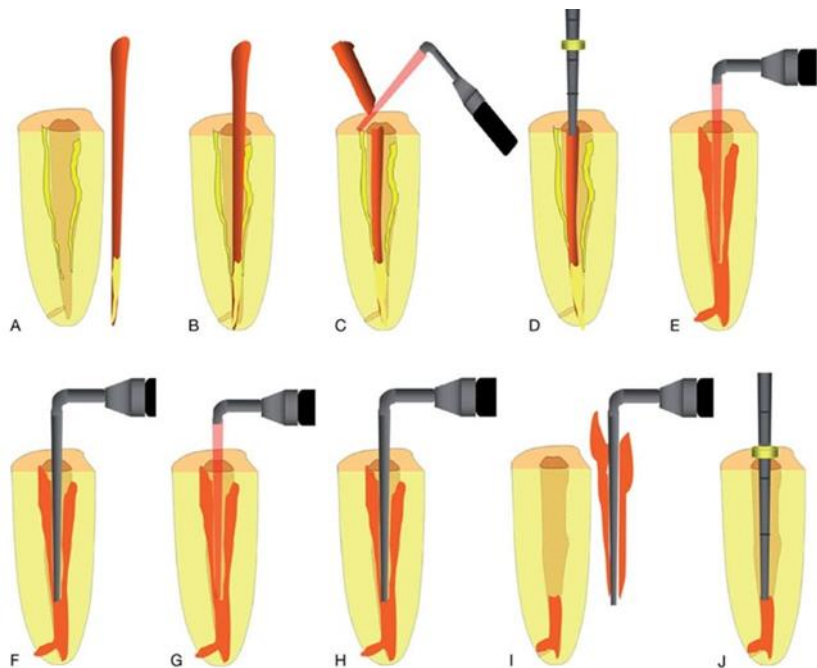


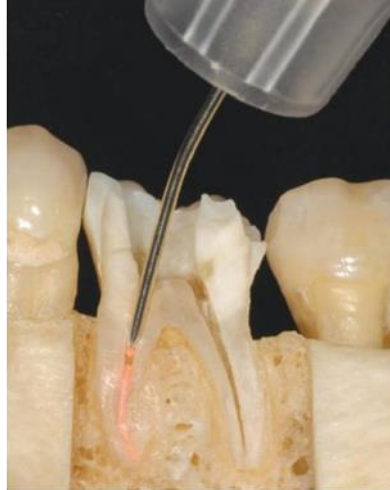
Figura 50. Secuencia de la técnica de ola continua. A) Sellador en las paredes del tercio coronal y medio. B) Colocación del cono maestro con sellador en el tercio apical. C) Corte del cono maestro mediante el atacador. D) Atacado manual sobre el cono maestro a nivel de la entrada del conducto. E) Inserción del atacador activado. F) Presión apical en frío con el atacador. G) Llamada de separación. H) Espera de 1 o 2 s con el atacador desactivado. I) Retirada del atacador del conducto, con la gutapercha del tercio medio y coronal adherida. J) Atacado manual sobre la gutapercha que permanece obturando el tercio apical.

Tomada de: García. Patología y terapéutica dental: operatoria dental y endodoncia. 2 ed. pp. 601

### *Obturación del tercio medio y cervical.*

El resto del conducto se obtura en sentido apico-coronal (Backfill). Se puede realizar otra ola de calor en otro cono maestro, cortando en éste los milímetros apicales que ya tengamos de porción de conducto obturado, o

bien realizar una técnica termoplástica de inyección usando dispositivos como Calamus Dual (Dentsply Tulsa Dental), Sistema Obtura II o Sistema Obtura III, etc. (Figura 51).<sup>3, 4, 9</sup>



*Figura 51. Obturación del tercio medio y cervical con técnica de inyección termoplástica.*  
Tomada de: Cohen. Vías de la pulpa. 10th ed. pp. 375

La técnica no ha demostrado ventajas en el resultado a largo plazo y existen riesgos inherentes. Cuando se usa la termoplastificación, o cualquier técnica que altere físicamente la gutapercha, existe la posibilidad de que se extienda a los tejidos periapicales y que dañe el ligamento periodontal y el hueso alveolar de soporte por el calor. El aumento de 10 °C por encima de la temperatura corporal se considera un umbral crítico para el daño permanente de los tejidos óseos en la superficie de la raíz. Los portadores calentados con llama alcanzan altas temperaturas y presentan la mayor amenaza de daño a las estructuras periodontales. Cuando se usan correctamente, la técnica de gutapercha inyectable y la técnica de compactación de onda continua producen cambios de temperatura por debajo del umbral crítico.<sup>8</sup>

#### **6.4 Inyección de gutapercha termoplástica.**

La técnica de inyección de gutapercha termoplástica es una variación de las técnicas termoplásticas. En 1977 Yee y cols. presentaron un



dispositivo para reblandecer la gutapercha fuera del conducto e inyectarla posteriormente en él a través de una aguja.<sup>3, 4</sup>

Las técnicas que plastifican la gutapercha con calor, necesitan una preparación del conducto con conicidad aumentada y una constricción apical definida y de pequeño calibre.<sup>4</sup>

Esta técnica, emplea el cemento sellador de conductos de elección; que se, coloca previamente en las paredes del conducto con una lima o puntas de papel, se emplean sistemas de obturación como Calamus Dual (Dentsply Tulsa Dental) (Figura 52), Obtura III (Obtura Corporation) (Figura 53), Elements Obturation (SybronEndo), HotShot (SybronEndo), Sistema Ultrafil® 3D (Coltene Whaledent, Cuyahoga Falls, EUA) (Figura 54), Beefell 2 in 1 (VDW) (Figura 55), Sistema EQ Plus (Driller, São Paulo, Brasil), los cuales actúan bajo el mismo principio de inyección de gutapercha termoplastificada que calientan la gutapercha a diferentes temperaturas.<sup>3, 6</sup>



Figura 52. Sistema Calamus Dual (Dentsply Tulsa Dental).  
Tomada de: Dentsply Sirona <https://bit.ly/3hD1crs>



Figura 53. Obtura III (Obtura Corporation).  
Tomada de: FES Iztacala <https://bit.ly/3pEUUpC0>



Figura 54 . Sistema Ultrafil® 3D.  
Tomada de: <https://bit.ly/3MBqm8a>



Figura 55. Beefell 2 in 1 (VDW).  
Tomada de: <https://bit.ly/3hYrNiZ>

Un posible inconveniente de esta técnica pura de inyección es la posibilidad de extrusión del material de obturación o bien la falta de obturación, debido a la falta de control de la longitud de llenado.<sup>6</sup>

Su mayor indicación son casos de curvaturas pronunciadas, donde la instrumentación fue limitada y la inyección de gutapercha caliente es la mejor opción para lograr la obturación de esos espacios estrechos. También se puede utilizar en casos de resorción interna; donde la compactación lateral no puede rellenar este defecto una vez que se ha limpiado y conformado el conducto.<sup>6, 8</sup>

#### 6.4.1 Descripción de la técnica.

La preparación es similar a otras técnicas, se trata de que el foramen apical sea lo más estrecho posible, para evitar sobreobturación de gutapercha.<sup>6</sup>

Se coloca la aguja a 3 o 4 mm de la longitud de trabajo y se inyecta un poco de gutapercha.<sup>6</sup>

Se emplean condensadores digitales que lleguen a esa distancia para condensar un poco la gutapercha; se toma radiografía para verificar la obturación de la zona apical.<sup>6</sup>

Se sigue inyectando la gutapercha, ya sea de una sola intención o en porciones de 3 ó 4 mm hasta llenar por completo el conducto. Se debe presionar y condensar la gutapercha hasta su enfriamiento para compensar

la contracción y adaptarla lo mejor posible a la anatomía del conducto radicular.<sup>6</sup>

## 7 Sistema Calamus.

### 7.1 Descripción del sistema.

El sistema de obturación Calamus Dual es una unidad que combina la pieza de mano Calamus “Pack” y Calamus “Flow”. La unidad permite controlar la temperatura y también la velocidad de flujo, mientras que las piezas de mano se encargan de compactar verticalmente —downpack— (Pack) y rellenar —backfill— (Flow) los conductos radiculares (Figura 56).<sup>1, 29, 30</sup>

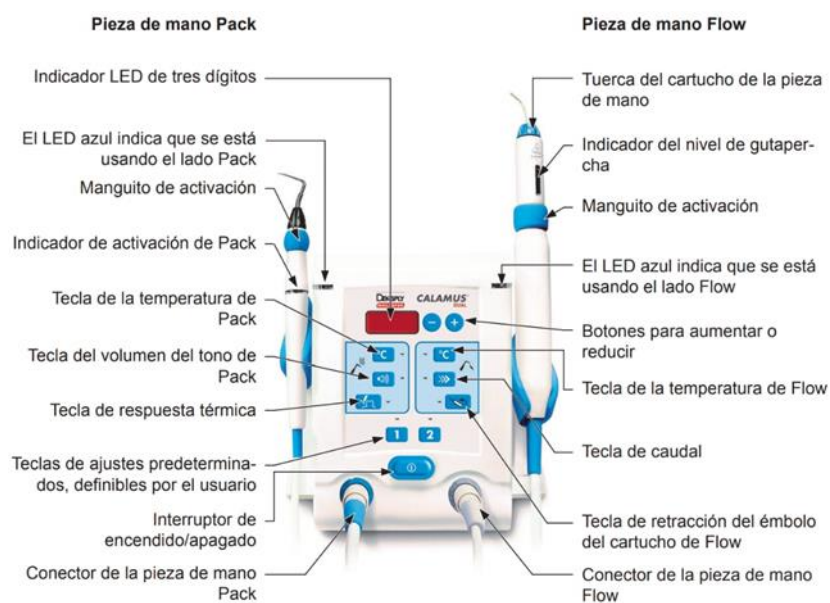


Figura 56. Componentes y control del sistema Calamus Dual.  
Tomada de: Dentsply Sirona. <https://bit.ly/3hZCfGW>

#### *Pieza de mano Calamus Pack.*

La pieza de mano Pack tiene como objetivo calentar los obturadores térmicos eléctricos para termo ablandar, eliminar y condensar los conos maestros de gutapercha (Figura 57). Esta pieza de mano también tiene como objetivo calentar una punta accesoria de respuesta térmica que sirve para determinar la vitalidad pulpar de los dientes, sometiéndolos al calor que este genera.<sup>29, 30</sup>

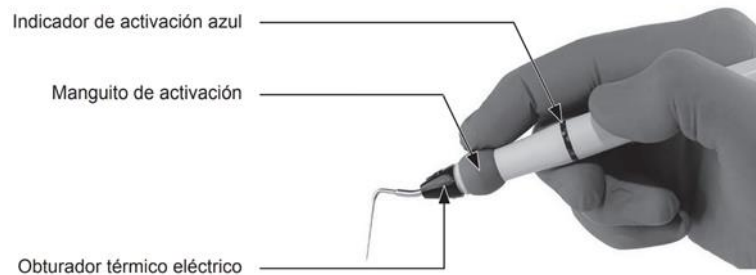


Figura 57. Pieza de mano Pack y sus componentes.  
 Tomada de: Dentsply Sirona. <https://bit.ly/3hZCfGW>

### Obturadores.

Cuenta con tres obturadores de tamaño variable que se seleccionan en proporción al tamaño apical, la conicidad y la curvatura de la preparación terminada.<sup>7</sup>

Los obturadores térmicos eléctricos están disponibles en colores ISO negro, amarillo y azul, correspondientes a diámetros de extremo de trabajo y conicidades de 40/03 (pequeño), 50/05 (mediano) y 60/06 (grande), respectivamente (Figura 58).<sup>29</sup>

Los obturadores se pueden reutilizar si no están dañados ni contaminados. Los obturadores pierden gradualmente su eficiencia de calentado al cabo de cierto tiempo.<sup>30</sup>



Figura 58. Obturadores térmicos eléctricos.  
 Tomada de: DentalCost. <https://bit.ly/37luHvP>

### *Pieza de mano Calamus Flow.*

La pieza de mano Flow está diseñada para calentar y colocar la gutapercha en el conducto radicular. Se utiliza con un cartucho de gutapercha y una cánula integrada (Figura 59).<sup>7, 30</sup>

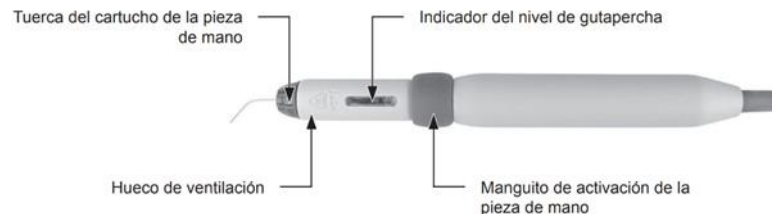


Figura 59. Pieza de mano Flow y sus componentes.  
Tomada de: Dentsply Sirona. <https://bit.ly/3hZCfGW>

### *Cartucho de gutapercha.*

Los cartuchos están disponibles en tamaños de calibre 20 (0.8 mm / 90 µl / 0.25 g) y 23 (0.6 mm / 90 µl / 0.25 g). Los cartuchos de un solo uso están diseñados para colocar la gutapercha calentada en el conducto limpio y conformado (Figura 60).<sup>7, 30</sup>

La elección de la cánula de gutapercha depende de la consistencia deseada y de si la gutapercha se condensará o no.<sup>7</sup>



Figura 60. Cartuchos de gutapercha.  
Tomada de: Henry Schein. <https://bit.ly/3JaVkBBS>

## **7.2 Preparación del sistema Calamus.**

El primero paso es, colocar las piezas de mano en sus soportes respectivos: Pack a la izquierda y Flow a la derecha.<sup>30</sup>

Seguidamente se deben conectar los cables de la pieza de mano a la consola; los cables de la pieza de mano están codificados mediante colores y ajustados para encajar únicamente en el receptáculo correspondiente de la consola (Figura 61).<sup>30</sup>



Figura 61. Conexión de los cables de las piezas de mano a la consola.  
Tomada de: Desntsply Sirona Endodontics USA. <https://bit.ly/37wdXIR>

Conecta el cable de alimentación a la parte posterior de la consola y a una toma eléctrica con toma de tierra.<sup>30</sup>

Posteriormente se instala el obturador, previamente esterilizado, en la pieza de mano Pack; presionando el obturador en la punta de la pieza de mano y girándolo lentamente hasta que encaje con la punta de la pieza de mano. Empujando el obturador hasta el fondo.<sup>30</sup>

Para instalar los cartuchos de gutapercha, en la pieza de mano Flow, se desatornilla y retirar la tuerca del cartucho de la pieza de mano, posteriormente se inserta el cartucho en la pieza de mano colocando la aguja orientada hacia fuera. Se desliza la tuerca del cartucho sobre la aguja y se atornilla la tapa en sentido horario ligeramente; no apretando (Figura 62).<sup>30</sup>

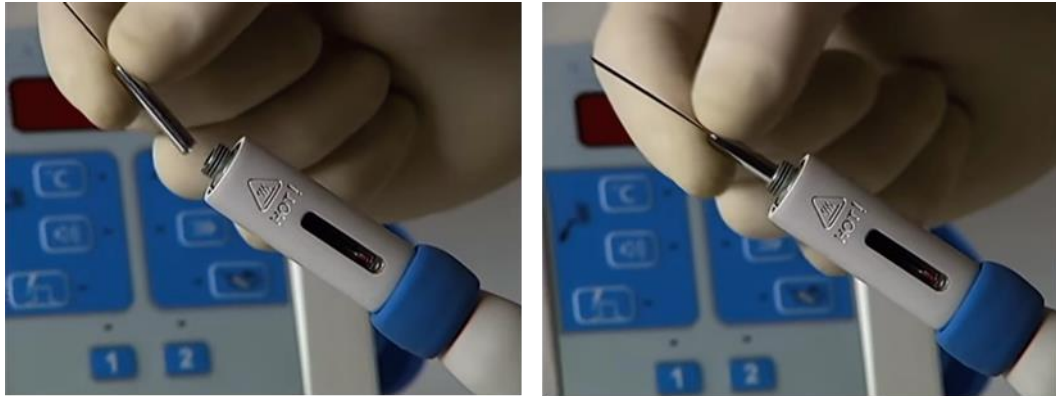


Figura 62. Instalación del cartucho de gutapercha en la pieza de mano Flow.  
Tomada de: Desntsply Sirona Endodontics USA. <https://bit.ly/34G3GIS>

Una vez instalados los cartuchos de gutapercha, opcionalmente, se puede usar el protector térmico para reducir la temperatura de la superficie de la pieza de mano Flow (Figura 63). Este se coloca sobre la cánula y la pieza de mano según sea necesario. Se gira el protector térmico para que el indicador de flujo quede visible. Si no se usa el protector térmico se debe evitar el contacto con la parte anterior de la pieza de mano. El protector térmico debe estar estéril antes de usarlo por primera vez y entre uso y uso con pacientes.<sup>30</sup>



Figura 63. Pieza de mano Flow con protector térmico.  
Tomada de: Dentsply Sirona. <https://bit.ly/3hZCfGW>

Por último se usa la herramienta de doblado de la cánula para curvar suavemente la cánula y que esta pueda llegar a 5 mm de la longitud de trabajo del conducto (Figura 64).<sup>30</sup>



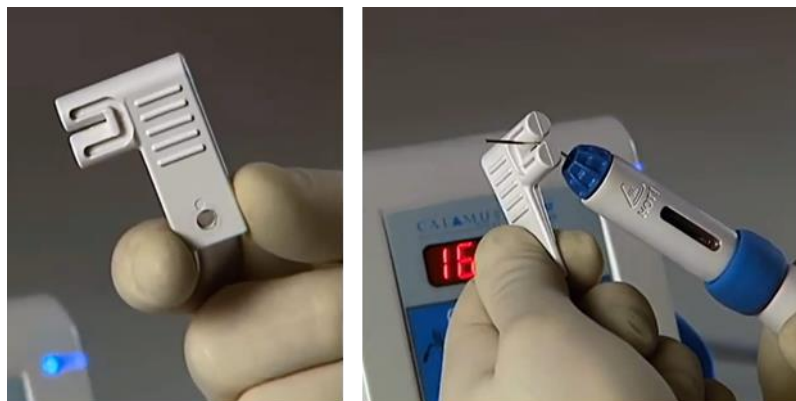


Figura 64. Herramienta de doblado de la canula.  
Tomada de: Desntsply Sirona Endodontics USA. <https://bit.ly/3Jc68Qh>

### *Control de temperatura y de volumen de gutapercha del lado Pack.*

Los ajustes predeterminados de fábrica son: 200 °C de temperatura y 40% de volumen de gutapercha. Pero también se puede establecer los valores de temperatura y volumen que se desee.

La temperatura se aumenta o reduce en incrementos de 10 °C siendo 100 °C la temperatura mínima y 400 °C la máxima. Los ajustes de temperatura aparecen en la ventana LED numérica. El ajuste de temperatura recomendado es 200 °C para todas las técnicas de compactación vertical, mientras que la potencia máxima (400 °C) solo se debe usar para eliminar la gutapercha en la técnica de condensación lateral. Para recortar la gutapercha con la técnica de ola continua, se debe utilizar a 200 °C.

El volumen se aumenta o reduce en incrementos del 20%, siendo 0% el volumen mínimo y 100% el máximo. Los ajustes de volumen aparecen en la ventana LED numérica y se ilumina el LED amarillo de Volumen, que indica que se ha habilitado el modo de ajuste del volumen.<sup>30</sup>

### *Control de temperatura y velocidad de flujo de la gutapercha del lado Flow.*

Los ajustes predeterminados de fábrica son: 170 °C de temperatura y 60% de flujo.

Para cambiar los valores de temperatura se debe pulsar el botón de temperatura de relleno (Flow) situado en la parte derecha del teclado y a continuación se establece la temperatura deseada con los botones

arriba/abajo. El LED situado junto al botón parpadeará para indicar que se está calentando la pieza de mano.

Para cambiar los valores se pulsa el botón de velocidad de flujo y se usan los botones arriba/abajo para establecer el flujo de gutapercha deseado.<sup>30</sup>

### 7.3 Limpieza, desinfección y esterilización.

Por motivos de higiene, sanitarios y de seguridad, es necesario limpiar, desinfectar y esterilizar todos los instrumentos no marcados como estériles antes de cada uso para evitar cualquier contaminación. Esto es aplicable tanto al primer uso como a los posteriores.<sup>30</sup>

#### *Consola de control.*

Se tiene que limpiar el exterior de la consola pasando un paño suave humedecido en detergente o en soluciones desinfectantes suaves y no cloradas (Figura 65). No se tiene que usar soluciones desinfectantes que contengan fenol, anticorrosivos, soluciones ácidas, o muy alcalinas. Tampoco se debe sumergir el dispositivo en ningún fluido.<sup>30</sup>



Figura 65. Limpieza y desinfección de la consola de control.  
Tomada de: Desntsply Sirona Endodontics USA.  
<https://bit.ly/37wdXIR>

#### *Piezas de mano.*

Al igual que la consola de control, el exterior de las piezas de mano deben de ser limpiadas pasando un paño suave humedecido en detergente o solución desinfectante suaves y no clorados. Se debe eliminar suavemente

la oxidación provocada por el uso repetido del autoclave. El mantenimiento permitirá la correcta conexión eléctrica a la pieza de mano (Figura 66).

No se debe utilizar soluciones desinfectantes que contengan fenol, ni anticorrosivos, soluciones ácidas y alcalinas. Las piezas de mano no se deben de sumergir en ningún fluido ni pulverizar ningún fluido directamente en ellas.<sup>30</sup>



*Figura 66. Limpieza y desinfección de las piezas de mano.*  
Tomada de: Desntsply Sirona Endodontics USA. <https://bit.ly/37wdXIR>

### *Obturadores.*

Los obturadores se limpian, desinfectan y esterilizan antes de cada uso.

Para limpiar los obturadores se utiliza un cepillo de forma suave para remover los restos de material que queden en ellos. Se limpian bajo el agua corriente durante un mínimo de un minuto. Posteriormente se utiliza agua y un detergente o solución desinfectante suave y no abrasiva para desinfectar los obturadores. Se enjuagan bajo agua corriente durante un mínimo de un minuto para eliminar todos los agentes químicos; se secan; después de la limpieza y desinfección se esterilizan en autoclave de vapor durante 18 minutos a 134 °C antes de usarlas por primera vez y entre usos con paciente (Figura 67).<sup>30</sup>

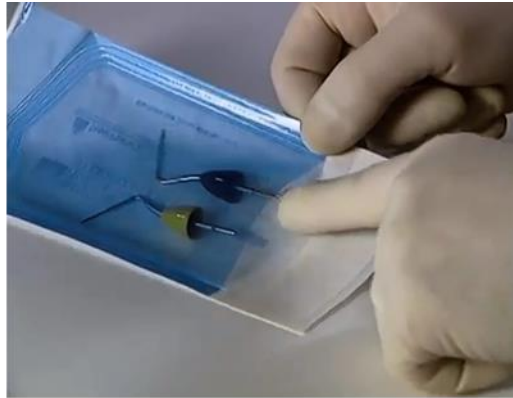


Figura 67. Esterilización de los obturadores ya limpios y desinfectados.

Tomada de: Desntsply Sirona Endodontics USA. <https://bit.ly/37wdXIR>

#### *Calentador del cartucho de la pieza de mano.*

Si entra gutapercha en la sección del calentador del cartucho de la pieza de mano, se debe encender la unidad y pulsar el botón de retorno de la consola para retirar el émbolo por completo. Se deja que la sección del calentador alcance la temperatura de funcionamiento (180 °C). Se apaga la unidad y se inserta, en la cámara de calentamiento, el cepillo de limpieza girando el cepillo varias veces para eliminar la gutapercha de la cámara.<sup>30</sup>

#### *Tuerca del cartucho de la pieza de mano.*

La tuerca del cartucho se puede esterilizar en autoclave de vapor durante 18 minutos a 134 °C (Figura 68).<sup>30</sup>

#### *Cartuchos de gutapercha.*

Los cartuchos están diseñados para su uso en un solo paciente. Antes de usar el dispositivo en un paciente, la cánula se limpia con alcohol o un desinfectante. Los cartuchos no se deben sumergir en ningún líquido. Después de su uso se desechan los cartuchos en un recipiente para elementos de riesgo biológico adecuado.<sup>30</sup>

#### *Protector térmico.*

Se esteriliza en autoclave de vapor durante 18 minutos a 134 °C (Figura 68).<sup>30</sup>



Figura 68. Esterilización de la tuerca del cartucho de gutapercha y e protector térmico.

Tomada de: Desntsply Sirona Endodontics USA. <https://bit.ly/37wdXIR>

## 7.4 Técnica clínica.

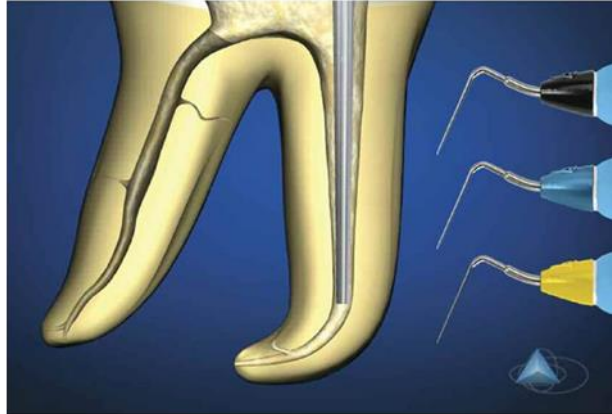
El sistema se basa en el principio de compactación vertical en caliente, donde el objetivo es llevar de manera continua y progresiva una ola de gutapercha en caliente a lo largo del cono maestro, comenzando coronalmente y terminando en el tercio apical. Este método sirve ventajosamente para termo ablandar inicialmente el cono maestro, maximiza el volumen de gutapercha y aumenta efectivamente la hidráulica durante la obturación.<sup>31</sup>

### *Ajuste del cono y selección del obturador.*

Se seleccionan obturadores manuales de tamaños diferentes que funcionen pasiva y eficazmente. El obturador manual de mayor tamaño debe estar en un rango de unos pocos milímetros en el tercio coronal del conducto, el obturador manual medio debe estar en un rango de unos pocos milímetros en el tercio medio y el obturador manual de tamaño pequeño debe de estar colocado entre 4-5 mm menos de la longitud de trabajo (Figura 69).<sup>30</sup>

Se selecciona un obturador térmico eléctrico que ajuste pasivamente en la porción inmediata del conducto a 5 mm de la longitud de trabajo. Cuando el obturador térmico eléctrico no puede alcanzar el nivel deseado, en un conducto bien formado, se puede utilizar la herramienta de doblado Calamus para realizar una curvatura adecuada en la porción más apical del

obturador que coincida con la curvatura del conducto preparado. Para mejorar la seguridad y precisión se coloca un tope de silicona a esa profundidad.<sup>29, 30</sup>



*Figura 69. Selección de los obturadores térmicos eléctricos.*  
Tomada de: Clifford J. Filling root canal systems the Calamus 3D obturation technique.

El cono maestro se coloca en un conducto lleno de líquido para simular más fielmente el efecto de lubricación que proporcionará el sellador al deslizar el cono maestro en el canal preparado. Además, el cono maestro debe poder insertarse en toda la longitud de trabajo y mostrar resistencia apical (tug-back) al retirarlo. Este tiene que confirmarse mediante radiografía.<sup>29</sup>

El conducto se seca con puntas de papel de tamaño adecuado para determinar la longitud de trabajo final (Figura 70).<sup>30</sup>

Se recorta el cono maestro hasta el término del conducto según la técnica de secado por puntas de papel.<sup>30</sup>

Posteriormente se lubrica ligeramente el cono maestro con sellador y se inserta suavemente a la longitud de trabajo.<sup>30</sup>

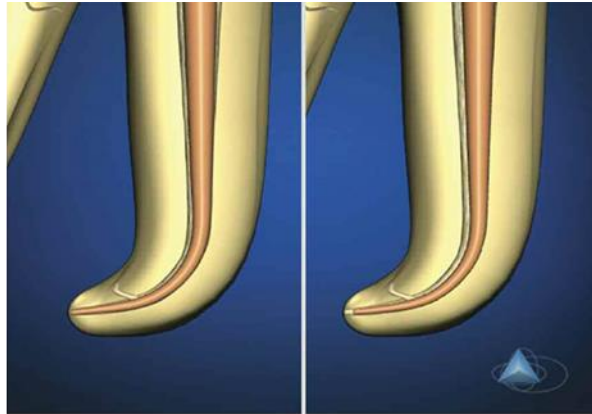


Figura 70. Cono maestro ajustado a la longitud y el cono maestro cortado apicalmente según la técnica de secado con punta de papel.  
Tomada de: Clifford J. Filling root canal systems the Calamus 3D obturation technique.

*Compactación vertical o downpack: técnica de la ola continua.*

El obturador térmico eléctrico se activa y se utiliza para recortar el cono maestro en la unión cemento esmalte (UCE) en dientes con una sola raíz o al nivel de la entrada del conducto radicular en dientes con múltiples raíces (Figura 71).<sup>29</sup>

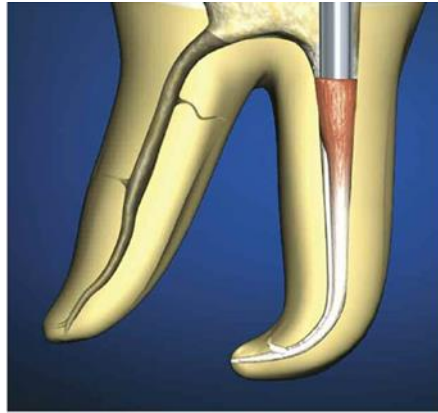


Figura 71. Recorte de la parte no útil del cono maestro a nivel del orificio.  
Tomada de: Clifford J. Filling root canal systems the Calamus 3D obturation technique.

Se selecciona el obturador manual grande preajustado y mediante movimientos cortos y firmes se condensa la gutapercha en sentido apical, limpiando así las paredes del conducto y aplanar la gutapercha (Figura 72).<sup>29, 30</sup>

Usando el extremo de trabajo del obturador manual de mayor tamaño se presiona durante cinco segundos para compactar la gutapercha caliente

vertical y lateralmente en esta región del sistema del conducto radicular (primera oleada de condensación).<sup>29, 30</sup>



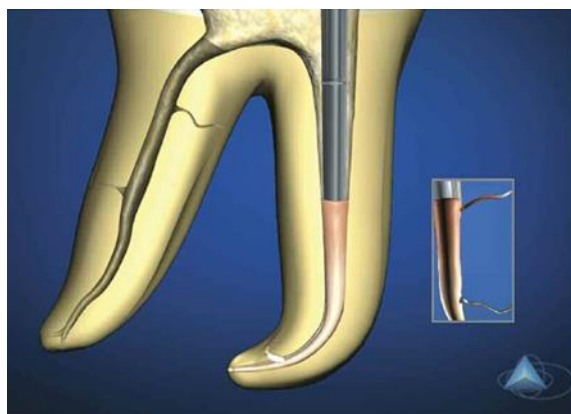
*Figura 72. Obturador manual grande preajustado compactando gutapercha caliente vertical y lateralmente.*  
Tomada de: Clifford J. Filling root canal systems the Calamus 3D obturation technique.

Se activa el obturador térmico eléctrico y, con un movimiento deliberado y continuo, se presiona el obturador calentado contra la gutapercha termo reblandecida hasta que el tope de silicona quede a 2 mm del punto de referencia. Este procedimiento tiene que limitarse a dos y cuatro segundos para prevenir lesiones térmicas.<sup>30</sup>

El obturador se desactiva y se continúa manteniendo una presión apical firme en el instrumento de refrigeración hasta que el tope de silicona alcance el punto de referencia.<sup>30</sup>

Se debe mantener presión apical firme durante diez segundos para compactar la masa de gutapercha caliente en el tercio apical del sistema de conductos radiculares. Esto para compensar la contracción de la gutapercha posterior al enfriamiento. Durante este ciclo de calentamiento y compactación, el operador sentirá al tacto que la masa de gutapercha caliente comienza a endurecerse a medida que se enfría (Figura 73).<sup>4, 29, 30</sup>

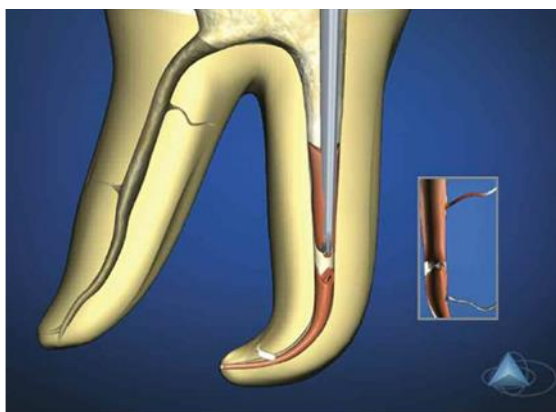




*Figura 73. Activación y presión del obturador térmico eléctrico contra la gutapercha termorreblandecida. Tomada de: Clifford J. Filling root canal systems the Calamus 3D obturation technique.*

Se requieren tres o cuatro ciclos de calentamiento dependiendo de la longitud del conducto radicular. Debido a los múltiples calentamientos, el ciclo térmico transfiere progresivamente el calor al tercio apical del cono maestro de gutapercha. La temperatura de la gutapercha solo tiene que elevarse 3°C por encima de la temperatura corporal para que se ablande con el calor y se moldee fácilmente.<sup>7, 29</sup>

Para separar y retirar la gutapercha de los dos tercios coronales sin afectar la gutapercha del tercio apical, se activa el obturador térmico eléctrico durante un segundo y a continuación se desactiva y retira del conducto radicular mediante un movimiento de vaivén hacia delante y hacia atrás (Figura 74).<sup>30</sup>



*Figura 74. Separación y retiro de la gutapercha de los tercios coronales. Tomada de: Clifford J. Filling root canal systems the Calamus 3D obturation technique.*

Se selecciona el obturador manual pequeño y mediante movimientos cortos y firmes se condensa la parte más coronal de la gutapercha dentro del tercio apical, limpiando así las paredes del conducto radicular de gutapercha (Figura 75).<sup>30</sup>

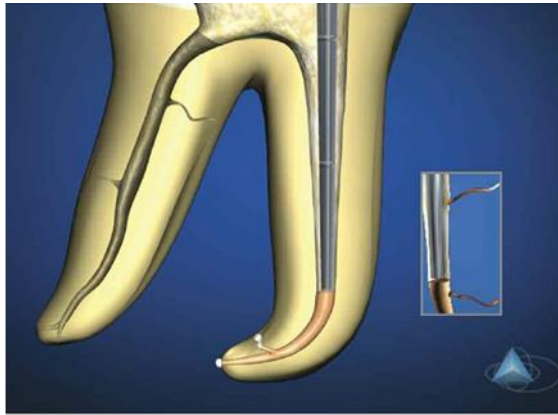


Figura 75. Uso del extremo de trabajo del obturador preajustado pequeño.  
Tomada de: Clifford J. Filling root canal systems the Calamus 3D obturation technique.

#### *Rellenado de los tercios medio y coronal o backfill.*

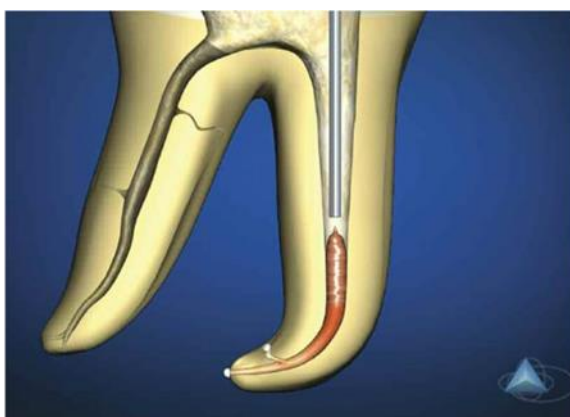
Cuando se ha completado el downpack y el tercio apical esta obturado, es importante el llenado inverso del conducto radicular para eliminar el espacio faltante. Se usa la pieza de mano Flow para obturar de forma óptima el resto del conducto.<sup>29, 30</sup>

Se coloca la punta de la cánula caliente contra el material de obturación previamente compactado durante 5 segundos para volver a termo ablandar el segmento más coronal de la gutapercha. Este procedimiento promueve la cohesión entre cada segmento inyectado de gutapercha caliente (Figura 76).<sup>29, 30</sup>



Figura 76. Colocación de la punta de la cánula caliente durante 5 segundos.  
Tomada de: Clifford J. Filling root canal systems the Calamus 3D obturation technique.

Presionando el manguito de activación de la pieza de mano Flow se inyecta un segmento pequeño (2 a 3 mm) de gutapercha caliente en esta región del conducto. La temperatura de la gutapercha termoplastificada a medida que se extruye a través de la punta de la aguja oscila entre 38 ° C y 44 ° C. La pieza de mano Calamus Flow debe sujetarse con suavidad para que "salga" del conducto radicular al inyectar gutapercha termo ablandada (Figura 77).<sup>7, 29, 30</sup>



*Figura 77. Inyección de un pequeño segmento de 2 a 3 mm de gutapercha caliente.*  
Tomada de: Clifford J. Filling root canal systems the Calamus 3D obturation technique.

Con el obturador manual pequeño colocando su extremo operativo en torno a la circunferencia del conducto, se realizan movimientos cortos y firmes para limpiar las paredes del conducto y aplanar la gutapercha caliente dispensada. Utilizar el obturador de esta manera capturará la máxima cantidad de gutapercha, promoverá una hidráulica exitosa y generará ondas de condensación "inversas" (Figura 78).<sup>29, 30</sup>

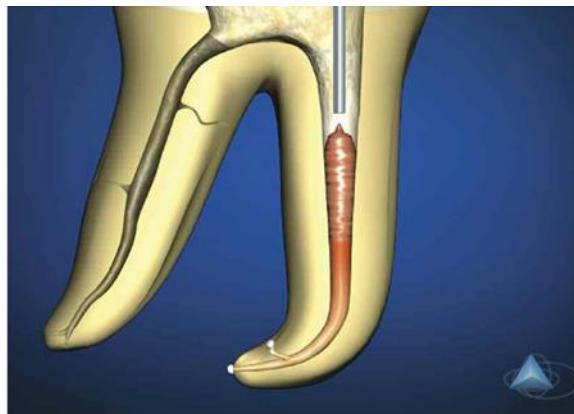
Usando el mismo obturador manual pequeño se presiona durante cinco segundos para compactar tridimensionalmente la gutapercha caliente en esta región del conducto y compensar la contracción durante la fase de enfriado.<sup>4, 30</sup>



*Figura 78. El obturador preajustado pequeño se utiliza para condensar gutapercha caliente*  
 Tomada de: Clifford J. Filling root canal systems the Calamus 3D obturation technique.

Se coloca una vez más la punta de la cánula caliente contra el material de obturación compactado previamente durante cinco segundos.<sup>30</sup>

Presionando el manguito de activación de la pieza de mano Flow se inyecta unos pocos milímetros más de gutapercha caliente (de 3 a 4 mm) en la zona del conducto (Figura 79). Inyectar o dispensar demasiada gutapercha provoca su contracción y/o espacios vacíos que resultan en conductos mal obturados a la evaluación radiográfica.<sup>29, 30</sup>



*Figura 79. Inyección de un segmento un poco más largo, de 3 a 4 mm, de gutapercha caliente.*  
 Tomada de: Clifford J. Filling root canal systems the Calamus 3D obturation technique.

Ahora con el obturador manual mediano, colocando su extremo operativo en torno a la circunferencia del conducto y mediante movimientos cortos y firmes, se limpian las paredes del conducto y se condensa la gutapercha caliente dispensada (Figura 80).<sup>30</sup>

Usando este mismo obturador manual mediano, se presiona la gutapercha caliente durante cinco segundos para compactarla tridimensionalmente en esta región del conducto y compensar la contracción durante la fase de enfriado.<sup>30</sup>



*Figura 80. El obturador preajustado de tamaño mediano compacta la gutapercha caliente vertical y lateralmente.*  
Tomada de: Clifford J. Filling root canal systems the Calamus 3D obturation technique.

Se continua con la técnica de relleno de los tercios medio y coronal de la forma descrita hasta que el conducto esté totalmente obturado (Figura 81). Alternativamente, el relleno se puede detener en cualquier nivel dentro del conducto para colocar un poste que facilite las posibles necesidades de restauración.<sup>29, 30</sup>



*Figura 81. Conductos radiculares totalmente obturados.*  
Tomada de: Clifford J. Filling root canal systems the Calamus 3D obturation technique.

## **7.5 Comparación con otros sistemas y técnicas de obturación.**

### **7.5.1 Calidad de la obturación.**

En un estudio realizado por Aracena y col. en 2012 comparan la calidad de obturación apical entre el sistema de gutapercha termoplastificada Calamus y la técnica de compactación lateral en frío: utilizan 80 dientes unirradiculares, los conductos fueron instrumentados con el sistema Protaper Universal Manual; se dividieron en dos grupos de 40 dientes cada uno. Un grupo se obturó con el sistema Calamus y el grupo con técnica de compactación lateral en frío. Los especímenes se sometieron a prueba de filtración apical por difusión de tintes; se diafanizaron y cortaron transversalmente para su posterior evaluación radiográfica y microscópica.

Se determinó como éxito en la obturación radicular, cuando no se presentó, filtración apical, espacios vacíos y desadaptación de la masa de gutapercha.<sup>32</sup>

Los resultados mostraron que el sistema Calamus presentó menor presencia de espacios vacíos en la masa de gutapercha y mayor adaptación de la obturación en el tercio medio, en comparación con el grupo obturado con técnica de compactación lateral, con diferencias estadísticamente significativas.

También se observó mayor cantidad de conductos accesorios obturados con el sistema Calamus; pero estas diferencias no fueron estadísticamente significativas (Figura 82 y 83).

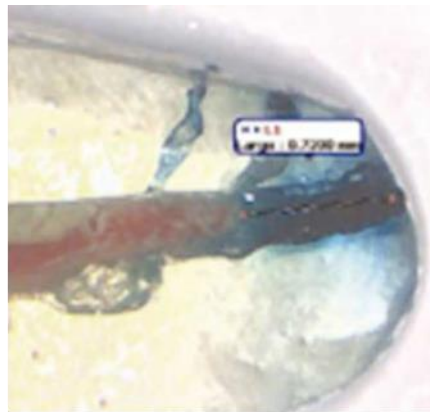
Por otra parte, se encontró un mayor porcentaje de conductos sellados herméticamente con la técnica de compactación lateral (77.5%), respecto al sistema Calamus (60%), pero estas diferencias no fueron estadísticamente significativas (Figura 84).<sup>32</sup>

Aracena y cols. concluyeron que la técnica de compactación lateral demostró ser más eficiente que la técnica de obturación con el sistema Calamus, al obtener un mayor porcentaje de sellado hermético de los

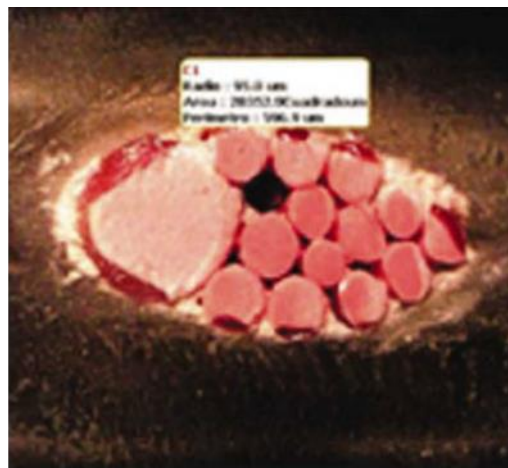
conductos radiculares pero estas diferencias no son estadísticamente significativas.<sup>32</sup>



*Figura 82. Canales accesorios obturados utilizando el sistema Calamus.*  
Tomada de: Aracena D. Comparación de la Calidad de Obturación Radicular, entre el Sistema Termoplastificado Calamus y el Sistema de Compactación Lateral en Frío.



*Figura 83. Filtración apical.*  
Tomada de: Aracena D. Comparación de la Calidad de Obturación Radicular, entre el Sistema Termoplastificado Calamus y el Sistema de Compactación Lateral en Frío.



*Figura 84. Compactación lateral en frío.*  
Tomada de: Aracena D. Comparación de la Calidad de Obturación Radicular, entre el Sistema Termoplastificado Calamus y el Sistema de Compactación Lateral en Frío.

En otro estudio realizado por Li y cols. en 2014 compararon la calidad de obturación entre tres técnicas (Guttacore, compactación lateral en frío y técnica de onda continua con el sistema Calamus). Se utilizaron 30 premolares unirradiculares con conductos de forma oval, los cuales se instrumentaron y conformaron con instrumentos rotatorios de níquel-titanio Vortex Blue, usando una técnica corono-apical. Posteriormente se dividieron aleatoriamente en tres grupos. Los conductos obturados se escanearon con microtomografía computarizada.<sup>33</sup>

Los resultados mostraron que los conductos radiculares obturados con la técnica de núcleo GuttaCore mostraron la incidencia más baja de espacios vacíos entre los tres grupos, aunque los resultados no fueron estadísticamente significativos para los conductos obturados mediante técnica de onda continua con el sistema Calamus. Tanto el grupo GuttaCore como el grupo de Calamus, tuvieron significativamente menores espacios vacíos que el grupo de compactación lateral en frío (Figura 85).<sup>33</sup>

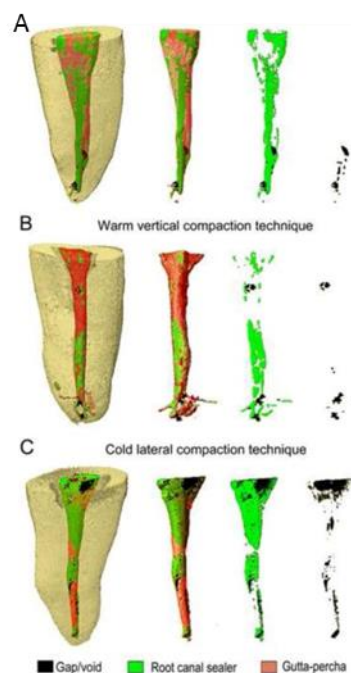


Figura 85. Ejemplo de las visualizaciones tridimensionales de los conductos radiculares obturados. A) Guttacore. B) Condensación vertical en caliente (Calamus). C) Compactación lateral en frío.  
 Tomada de: Li GH. Quality of obturation achieved by an endodontic core-carrier system with crosslinked gutta-percha carrier in single-rooted canals.



Li y cols. llegaron a la conclusión que la técnica del núcleo GuttaCore es una alternativa valiosa como técnica de obturación del sistema de conductos radiculares con calidad similar de la obturación al grupo de compactación vertical (Calamus).<sup>33</sup>

Gupta y cols. en 2015 realizaron un estudio en donde comparan la efectividad de obturación de tres técnicas; lateral en frío, Thermafill y Calamus. Se seleccionaron 30 premolares uniradiculares a los cuales se les realizó la preparación biomecánica utilizando el sistema Reciproc. La evaluación de la calidad de la obturación se realizó calculando el área de obturación y los vacíos en cada diente en el tercio coronal, medio y apical del conducto radicular mediante el escáner CS9300 CBCT (Carestream Healthcare India (P) Ltd, India).<sup>34</sup>

Los resultados mostraron que la mayor cantidad de material de obturación se observó con la técnica Calamus; debido a que no hubo espacios vacíos observables en los tres niveles (cervical, medio y apical); en tanto que con la técnica Thermafill los espacios vacíos se observaron solo en la región cervical; finalmente con la técnica de condensación lateral en frío, se encontraron espacios vacíos en los tres niveles; cervical, medio y apical.<sup>34</sup>

Gupta y cols. mencionan que los mejores resultados empleando el sistema Calamus se pueden explicar debido a la cantidad máxima de material de núcleo inerte, la cantidad mínima de sellador y un mayor grado de homogeneidad de la gutapercha. Los resultados con Thermafill en comparación con sistema Calamus se pueden explicar a que la gutapercha puede fluir a través del agujero apical. Los peores resultados se observaron en la compactación lateral en frío que carece de homogeneidad de la masa de gutapercha, menor adaptación a las paredes del conducto, irregularidades y mayor cantidad de espacios vacíos.<sup>34</sup>

Gupta y cols. llegaron a la conclusión que la técnica con el sistema Calamus puede ser una buena alternativa para una obturación 3D de calidad y puede ser útil para obtener un buen sellado hermético.<sup>34</sup>

Otro estudio realizado Bohorquez y cols. en 2016 compararon el grado de sellado apical entre el sistema de obturación Calamus y el sistema termoplastificado de vástago transportador Guttacore. Se seleccionaron 60 dientes uniradiculares; los conductos radiculares fueron instrumentados con el sistema rotatorio Protaper; las raíces se cortaron a 1mm, 2mm y 3mm de la zona apical para posteriormente observar el grado de sellado mediante un microscopio electrónico de barrido.<sup>35</sup>

Los resultados mostraron que el grado de sellado apical con el sistema termoplastificado de vástago transportador Guttacore en los cortes a 1 y 2mm presentó mejor sellado que el sistema Calamus en los mismos niveles de observación; siendo ese resultado estadísticamente significativo. En tanto que en el corte a 3mm se observó que la diferencia en la obturación entre los dos sistemas no fue significativa (Figura 86 y 87).<sup>35</sup>

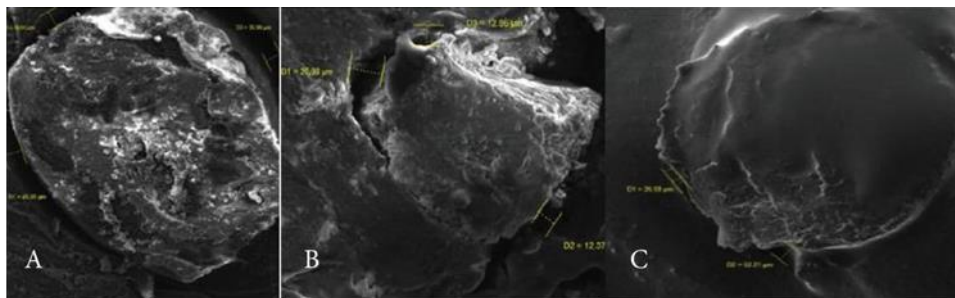


Figura 86. Microscopía electrónica de barrido de los conductos radiculares obturados con el sistema Calamus. A) Corte a 1mm. B) Corte a 2mm. C) Corte a 3mm.

Tomada de: Bohórquez A. Comparación del sellado apical entre dos sistemas de obturación (calamus y guttacore).

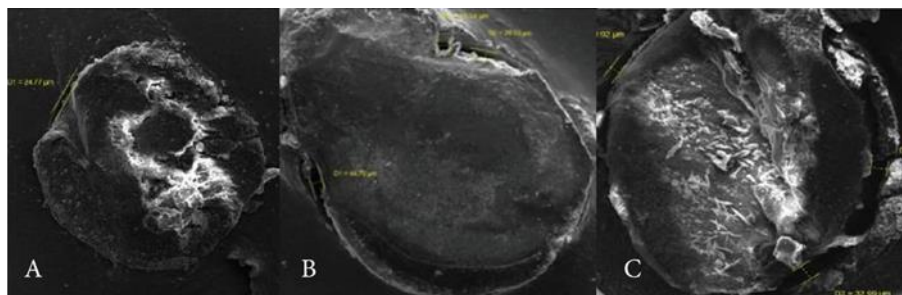


Figura 87. Microscopía electrónica de barrido de los conductos radiculares obturados con el sistema Guttacore. A) Corte a 1mm. B) Corte a 2mm. C) Corte a 3mm.

Tomada de: Bohórquez A. Comparación del sellado apical entre dos sistemas de obturación (calamus y guttacore).

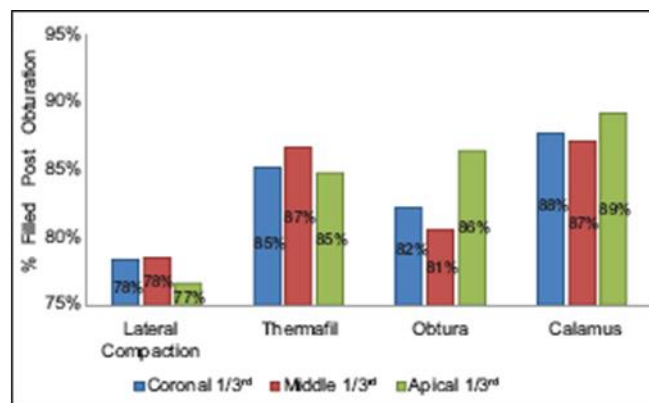
### 7.5.2 Volumen de obturación.

Un estudio realizado por Jindal y cols. en 2017 evaluaron y compararon el porcentaje de volumen total de gutapercha de los conductos radiculares obturados; así como el porcentaje de volumen total presente en tres niveles diferentes: tercio coronal, medio y apical por medio de las técnicas de condensación lateral en frío, Thermafil, sistema Obtura II y Calamus. Se utilizaron 80 dientes uniradiculares extraídos, que se instrumentaron usando ProTaper rotatorio; el volumen del espacio del conducto se midió usando tomografía computarizada espiral.<sup>31</sup>

Los resultados mostraron que el sistema de obturación Calamus presentó el porcentaje de volumen total máximo (87.89%), seguido del sistema Thermafil con 85.72%, el sistema Obtura II con 82.50% y la compactación lateral en frío 78.1% de relleno total, con el valor más bajo de todas las técnicas de obturación.

Al comparar el porcentaje de volumen total de los tercios coronal, medio y apical de las técnicas de compactación lateral, Thermafil, Obtura y Calamus, si se encontró diferencia; se observó que el porcentaje de volumen total del tercio coronal era ligeramente mayor que el del tercio apical en todas las técnicas (Grafica 1).<sup>31</sup>

Jindal y cols. concluyeron que se observaron vacíos en todas las técnicas de obturación, siendo la técnica de obturación con el sistema Calamus la técnica que menos vacíos mostró.<sup>31</sup>



Grafica 1. Comparación del % de volumen de obturación para todas las técnicas. Tomada de: Jindal D. Volumetric analysis of root filling with cold lateral compaction, Obtura II, Thermafil, and Calamus using spiral computerized tomography: An In vitro Study.

Otro estudio realizado por Holms y cols. en 2021 evaluaron el volumen ocupado por material de obturación en cinco técnicas comúnmente empleadas. En este estudio se utilizaron 50 réplicas de dientes impresos en 3D, las cuales fueron escaneadas y evaluadas mediante imágenes de nanotomografía computarizada. Los investigadores utilizan la microtomografía computarizada (micro-CT) y la nanotomografía computarizada (nano-CT) para evaluar la anatomía del conducto radicular y los materiales de endodoncia. Actualmente se consideran el estándar de oro en los protocolos de investigación recientes porque proporcionan una imagen tridimensional ultra precisa, no es invasiva e in vitro que se puede utilizar para medir con precisión diferentes propiedades experimentales.<sup>36</sup>

Las técnicas de obturación comparadas fueron:

- Cono único y sellador a base de resina epóxica (ThermaSeal).
- Cono único y sellador a base de silicato cálcicos (EndoSequence® BC Sealer™).
- Técnica de onda continua empleando el sistema Calamus® con sellador ThermaSeal® Plus Ribbon™.
- Obturador de núcleo de gutapercha reticulado GuttaCore® con sellador ThermaSeal® Plus Ribbon™.
- Técnica de compactación lateral en frío con puntas de gutapercha EndoSequence® y sellador ThermaSeal® Plus Ribbon™.<sup>36</sup>

Los resultados mostraron que la técnica de cono único con sellador EndoSequence BC Selaer, la técnica de onda continua (Calamus) y la técnica de compactación lateral en frío, fueron las técnicas que presentaron el volumen de obturación total significativamente más altos que las demás técnicas. Mientras que la técnica de obturación con núcleo de gutapercha Guttacore y la técnica de compactación lateral en frío fueron las técnicas que tenían el volumen significativamente más bajo de espacios vacíos calculados.<sup>36</sup>

Por lo que la técnica de compactación lateral en frío fue la única técnica de obturación en obtener las dos cualidades ideales: alto volumen de obturación total y bajo volumen de espacios vacíos presentes. Esto representa que hubo una mayor proporción del volumen ocupado por material de obturación (gutapercha y sellador) con esta técnica.<sup>36</sup>

Holms y cols. concluyeron que ninguna de las técnicas de obturación evaluadas estuvo libre de vacíos. Y que dependiendo de la técnica de obturación y los materiales utilizados afectan significativamente el volumen total del material de obturación y el potencial de vacíos.<sup>36</sup>

### **7.5.3 Otros estudios comparativos.**

Barrera y cols. en 2018 realizaron un estudio en el cual utilizaron el sistema Calamus y Guttacore como técnicas de obturación termoplástica, en 120 dientes en pacientes entre 18 a 60 años de ambos sexos, para analizar si factores como la edad, el tipo de diente y el sexo están asociados con la sobreobturación apical y determinar si la presencia de sobreobturación se asocia con dolor postoperatorio.<sup>37</sup>

Los resultados mostraron que en las dos técnicas de obturación termoplástica (Calamus y Guttacore) hay presencia de material de relleno extruido. El material extruido estuvo presente en el 53.33% (64 dientes) de todos los dientes en general. Hubo extrusión en el 56.66% de los dientes tratados con Guttacore y en el 50% de los dientes tratados con el sistema Calamus, dando una mayor frecuencia de extrusión con el sistema Guttacore. Del total de pacientes tratados con cualquiera de las dos técnicas de gutapercha termoplástica (Calamus o Guttacore®), el 8.33% (10 dientes) presentó dolor postoperatorio de leve a moderado, mientras que el 91.6% no presentó dolor. No se encontró diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la presencia de dolor postoperatorio entre las dos técnicas de obturación: aunque el dolor postoperatorio fue mayor empleando el sistema Calamus.<sup>37</sup>

En relación a los factores asociados a la presencia de material de obturación extruido como edad, tipo de diente y el sexo, se encontró una asociación significativa entre la presencia de material de obturación extruido en los dientes anteriores.<sup>37</sup>

Se presentó mayor incidencia de sobreobtención (76.92%) en dientes anteriores que en premolares (47.37%) o molares (46.43%) lo que significa que el riesgo de extrusión de material de obturación en un diente anterior uniradicular fué 4 veces mayor que en un premolar o molar.<sup>37</sup>

Barrera y cols. mencionan que la asociación encontrada entre la extrusión del material de obturación y los dientes anteriores puede explicarse por dos razones: (a) mayor facilidad de obturar los dientes anteriores que los posteriores y (b) la diferencia en el diámetro del foramen apical entre los dientes anteriores y posteriores.<sup>37</sup>

Ozkurt y cols. en 2019 evaluaron la filtración apical de tres técnicas de obturación (técnica de cono único, condensación lateral en frío y técnica de obturación con sistema Calamus) después de la desobtención inmediata con dos tipos de fresas (Gates Glidden y Pecho) para la colocación de endoposte. Se seleccionaron 120 dientes uniradulares, que fueron instrumentados con sistema ProTaper Next, la porción coronal de cada diente se eliminó para lograr una longitud uniforme de 15 mm.<sup>38</sup>

Se asignaron aleatoriamente las 120 raíces a 3 grupos experimentales.. Cada grupo se dividió en dos subgrupos de acuerdo a el tipo de fresa (Gates Glidden y Pecho ) al desobturar se dejaron 5 mm de gutapercha apical. La microfiltración apical se midió utilizando la técnica computarizada de filtración de fluidos.<sup>38</sup>

Los resultados mostraron filtraciones en los tres sistemas de obturación con gutapercha; no se encontró diferencia estadísticamente significativas en la filtración apical utilizando las fresas Pecho para la desobtención; sin embargo, en los grupos en los que se utilizaron las fresas Gates Glidden para desobtención con técnica de obturación de cono único se observaron

valores de filtración más altos que con la técnica de obturación con el sistema Calamus.<sup>38</sup>

Los autores mencionan que el resultado se puede atribuir al diseño de las fresas Gates Glidden, las cuales presentan menor contacto con la dentina, y esto puede dar lugar a más intentos de extraer la gutapercha del conducto durante la preparación del espacio del poste.<sup>38</sup>

Ozkurt y cols. concluyen que la gutapercha no proporciona un sellado hermético a los fluidos debido a la falta de unión química entre el material, la pared de dentina y el sellador. Aunque existe una variedad de técnicas de obturación con gutapercha, ninguna de ellas proporciona un sellado a prueba de filtraciones.<sup>38</sup>

## 8 Conclusiones.

La obturación es la última etapa del tratamiento endodóncico, la cual tiene como finalidad evitar que los microorganismos patógenos invadan y recolonizen el conducto radicular después de su preparación y limpieza biomecánica sellándolo tridimensional y herméticamente, tanto apical como lateralmente, empleando materiales biocompatibles.

A pesar del gran avance científico, los materiales desarrollados para la obturación de los conductos radiculares, aún siguen sin poder satisfacer las propiedades ideales por si solos. Por lo que se emplean conjuntamente para obtener mejores propiedades biológicas y fisicoquímicas. Hasta ahora la combinación de gutapercha con cementos selladores sigue siendo la mejor elección como materiales de obturación.

Desde la introducción de la técnica de condensación vertical en caliente descrita por Schilder, las técnicas de obturación han ido evolucionando conforme el paso de los años, con el fin de facilitar y obtener mejores resultados. Hasta el momento la técnica de compactación lateral en frío sigue siendo la técnica más empleada entre los odontólogos. Pero esto podría cambiar cuando los sistemas de obturación que emplean gutapercha termoplastificada sean económicamente más accesibles.

Entre los sistemas recientemente desarrollados que utilizan gutapercha termoplastificada para la obturación de los conductos radiculares se encuentra el sistema Calamus. Este sistema es una innovación que ofrece a los Odontólogos una herramienta con la que podrían obtener, una mejor calidad de obturación que los métodos convencionales.

La técnica con el sistema Calamus puede ser una buena alternativa para una obturación tridimensional de calidad, con mayor proporción de volumen ocupado por materiales de obturación y por consecuencia una menor presencia de espacios vacíos, que con otras técnicas. Sin embargo no se puede asegurar un sellado totalmente hermético, debido a la falta de unión química entre la gutapercha, la pared de dentina y el sellador. Así como



también la probabilidad de extrusión de material de obturación hacia los tejidos periapicales y por consecuencia la presencia de dolor postoperatorio.

## 9 Referencias.

1. Cohen S, Hargreaves K. Vías de la pulpa. 11va ed. Barcelona: Elsevier; 2016.
2. Vishwanath V, Rao H M. Gutta-percha in endodontics - A comprehensive review of material science. J Conserv Dent [Internet] 2019 [consultado 2022 Feb 4];22:216-22. Disponible en: <https://bit.ly/3KVUN7h>
3. Flores AG, Orellana AP. Técnicas y sistemas actuales de obturación en endodoncia. Revisión crítica de la literatura. KIRU. 2018 abril-jun; 15(2): 85-93.
4. Canalda C, Brau E. Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas. 4ed. Barcelona: Elsevier; 2019.
5. Soares I, Goldberg F. Endodoncia Técnicas y fundamentos. 2ª ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2012.
6. Lima M. Endodoncia Ciencia y Tecnología. Tomo 2: Amolca; 2016.
7. Jain P. Current Therapy in Endodontics. Ames, Iowa: John Wiley & Sons, Inc.; 2017.
8. Torabinejad M, Walton RE, Fouad AF. Endodontics: principles and practice. Fifth edition. Missouri: Elsevier; 2015.
9. García BJ. Patología y terapéutica dental: operatoria dental y endodoncia. 2 da ed. Barcelona: Elsevier; 2015.
10. Cohen S, Burns R. Endodoncia, los caminos de la pulpa. 5. ed. México D.F.: Panamericana; 1995.
11. Cohen S, Burns R. Vías de la pulpa. 8va ed. Madrid: Elsevier; 2002.
12. Komabayashi T, Colmenar D, Cvach N, Bhat A, Primus C, Imai Y. Comprehensive review of current endodontic sealers. Dent Mater J: 2020; 39(5): 703–720

13. Camilleri J. Endodontic materials in clinical practice. First edition. Hoboken, NJ: Wiley Blackwell; 2021.
14. Tour Savadkouhi S, Fazlyab M. Discoloration Potential of Endodontic Sealers: A Brief Review. Iran Endod J. 2016; 11(4):250-254
15. García P, Ortega JP, García S, Pérez A, Tamayo JA. Evaluación de la estabilidad dimensional del cemento endodóntico sellador Adseal®. Revista Cubana de Estomatología. 2019;56(3):e1420
16. De la Paz T, García Cd, Ureña M. Ionómero de vidrio: el cemento dental de este siglo. Rev Elect Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta [Internet]. 2016 [Consultado 19 Feb 2022]; 41(7). Disponible en: <https://bit.ly/3qjvcqA>
17. Alberdi JC, Martín G. Selladores biocerámicos y técnicas de obturación en endodoncia. REFO. 2021; 14 (1): 17-23.
18. Zielinski TM, Baumgartner JC, Marshall JC. An evaluation of gutta-flow and gutta-percha in the filling of lateral grooves and depressions. J Endod. 2008; 34: Pp 295.
19. Sfeir G, Zogheib C, Patel S, Giraud T, Nagendrababu V, Bukiet F. Calcium Silicate-Based Root Canal Sealers: A Narrative Review and Clinical Perspectives. Materials 2021, 14, 3965
20. Al-Haddad A. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. Int J Biomater. 2016; 2016: 9753210.
21. Rangel OM, Luna CA, Téllez A, Ley MA. Obturación del sistema de conductos radiculares: revisión de literatura. ADM. 2018; 75 (5): 269-272.
22. Suciú I, Dimitriu B, Ciocardel M, Chirila M, Amza O, Scarlatescu S, Preoteasa C, Grigorie M, Voiculeanu M. Evaluation of the sealer/gutta-percha ratio on sets of root section surfaces of some extracted teeth sealed using the cold lateral condensation technique. J Med Life. 2021 May-Jun; 14(3):337-346.

23. Hirai VHG, Machado R, Budziak MCL, Piasecki L, Kowalczyk A, Neto UXDS. Percentage of Gutta-Percha, Sealer and Void-Filled Areas in Oval Shaped Root Canals Obturated with Different Filling Techniques: A Confocal Laser Scanning Microscopy Study. *Eur J Dent*. 2020 Feb;14(1):8-12.
24. Bhandi S, Mashyakhy M, Abumelha AS, Alkahtany MF, Jamal M, Chohan H, Raj AT, Testarelli L, Reda R, Patil S. Complete Obturation-Cold Lateral Condensation vs. Thermoplastic Techniques: A Systematic Review of Micro-CT Studies. *Materials (Basel)*. 2021 Jul 18;14(14):4013.
25. García R, Briseño B. *Endodoncia I: fundamentos y clínica*; 1ª ed. Editorial Universidad Nacional Autónoma de México; 2016.
26. Patel B. *Endodontic Treatment, Retreatment, and Surgery*. Switzerland: Springer; 2016.
27. Arroyo Lalama EM, Salame Ortiz V, Salinas Villacis P, García Rodríguez B. Obturación termoplastificada con el uso de dos sistemas: Thermafil y System B y su uso docente. *Revista Conrado*. 2021; 17(83): 259-264.
28. Cedeño MJ, Pinos PJ, Segovia PI. Obturación del sistema de conductos radiculares. Una revisión de la literatura. *RECIAMUC*. 2020; 4(1): 253-266
29. Clifford J. Filling root canal systems the Calamus 3D obturation technique. *Dent Today*. 2010 Apr;29(4):76, 78-81.
30. Dentsply Sirona. Calamus® Dual [Internet]. USA: Rev. 04; 2019 [Consultado 10 Mar 2022] Disponible en: <https://bit.ly/3hZCfGW>
31. Jindal D, Sharma M, Raisingani D, Swarnkar A, Pant M, Mathur R. Volumetric analysis of root filling with cold lateral compaction, Obtura II, Thermafil, and Calamus using spiral computerized tomography: An In vitro Study. *Indian J Dent Res*. 2017 Mar-Apr;28(2):175-180.

32. Aracena D, Bustos L, Alcántara R, Aguilera O, Aracena A, Luengo P. Comparación de la Calidad de Obturación Radicular, entre el Sistema Termoplastificado Calamus y el Sistema de Compactación Lateral en Frío. *Int. J. Odontostomat.*,6(2):115-121, 2012.
33. Li GH, Niu LN, Selem LC, Eid AA, Bergeron BE, Chen JH. Quality of obturation achieved by an endodontic core-carrier system with crosslinked gutta-percha carrier in single-rooted canals. *J Dent.* 2014 Sep;42(9):1124-34.
34. Gupta R, Dhingra A, Panwar NR. Comparative Evaluation of Three Different Obturating Techniques Lateral Compaction, Thermafil and Calamus for Filling Area and Voids Using Cone Beam Computed Tomography: An Invitro study. *J Clin Diag Res.* 2015 Aug;9(8):ZC15-7.
35. Bohórquez A, Terán S. Comparación del sellado apical entre dos sistemas de obturación (calamus y guttacore): Estudio in Vitro. *Revista "ODONTOLOGÍA"* Vol. 18, N° 1, Enero – Julio 2016 pp 41-46.
36. Holmes S, Gibson R, Butler J, Pacheco R, Askar M, Paurazas S. Volumetric Evaluation of 5 Root Canal Obturation Methods in TrueTooth 3-dimensional-Printed Tooth Replicas Using Nano-computed Tomography. *J Endod.* 2021 Mar;47(3):485-491.
37. Barrera JL, Gamboa LF, Laserna H, Unapanta J, Hernández D, Olaya C, Alzate D. Factors associated to apical overfilling after a thermoplastic obturation technique - Calamus® or Guttacore®: a randomized clinical experiment. *Acta Odontol Latinoam.* 2018 Jun;31(1):45-52.
38. Özkurt Z, Barut G, Ulusoy Z, Oruçoğlu H, Kayahan MB, Kazazoğlu E, Haznedaroğlu F. Influence of Post Space Preparation on the Apical Leakage of Calamus, Single-Cone and Cold Lateral Condensation Obturation Techniques: A Computerized Fluid Filtration Study. *J Prosthodont.* 2019 Jun;28(5):587-591.