



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS EN ODONTOLOGÍA
“DR. KEISABURO MIYATA”

EFFECTO ANTIMICROBIANO DE DIVERSOS MATERIALES PARA LA
MEDICACIÓN INTRACONDUCTO EN ENDONCIA

PROYECTO TERMINAL

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN
ENDODONCIA

PRESENTA:

C.D. PAULINA ESTHER RUIZ RODRÍGUEZ

DIRECTOR:

DR. EN ESTOMA. PAT. VÍCTOR HUGO TORAL RIZO

ASESORES:

E. EN E. JOSÉ TRINIDAD ATENÓGENES BERNAL

DR. EN C. S. ULISES VELÁZQUEZ ENRÍQUEZ

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, AGOSTO DE 2017



Índice

Contenido	Páginas
Resumen	
Introducción	
1. Antecedentes	1
1.1 Medicación Intraconducto	1
1.1.1 Derivados fenólicos	2
1.1.2 Formaldehído	2
1.1.3 Halógenos	2
1.1.4 Corticoesteroides	2
1.1.5 Metronidazol	3
1.1.6 Pasta triantibiótica	3
1.2 Hidróxido de Calcio	3
1.2.1 Mecanismo de acción	4
1.2.2 Inhibición del crecimiento	4
1.2.3 Disolución del tejido pulpar	4
1.2.4 Pastas de hidróxido de calcio	4
1.2.5 Vehículos	5
1.3 Hipoclorito de Sodio	5
1.3.1 Mecanismo de acción	6
1.4 Clorhexidina	6
1.4.1 Mecanismo de acción	7
1.4.2 Propiedades antimicrobianas	7
1.5 Aloe Vera	7
1.5.1 Usos terapéuticos	8
1.5.2 Usos en odontología	8
1.6 Nanopartículas de Plata	9
1.6.1 Acción antimicrobiana	9

1.6.2 Propiedades inhibitorias	9
1.6.3 Usos en Endodoncia	10
2. Planteamiento del Problema	11
3. Justificación	12
4. Hipótesis	13
5. Objetivos	14
6. Materiales y Métodos	15
6.1 Diseño de Estudio	15
6.2 Criterio de Inclusión	16
6.3 Criterios de Exclusión	17
6.4 Criterios de Eliminación	17
6.5 Operacionalización de Variables	17
6.6 Equipos y Materiales	18
7. Resultados	27
8. Discusión	28
9. Conclusiones	32
10. Referencias	33
11. Anexos	40

Resumen

Efecto antimicrobiano de diversos materiales para la medicación intraconducto en Endodoncia

Introducción: Uno de los requisitos de los medicamentos intraconducto es su efecto antimicrobiano así como su fácil colocación. Existen dos pasos que tienen el mayor impacto durante la eliminación de las bacterias: la preparación biomecánica y la medicación intraconducto. **Objetivos:** Identificar la capacidad antibacteriana de siete medicamentos intraconducto en un estudio *in vitro*. **Metodología:** Estudio experimental. Un total de 70 muestras divididas en 7 grupos, evaluadas por triplicado mediante cultivo en Agar de Tripticaseína de Soya y siembra de *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212). Los medicamentos intraconducto fueron: hidróxido de calcio con tres modificaciones (GI, GII, GIII), GIV aloe vera, GV clorhexidina, GVI nanopartículas de plata y GVII clorhexidina con nanopartículas de plata. Análisis estadístico: Kruskal Wallis ($p \leq 0.05$). **Resultados:** Los valores estadísticos más altos (medianas) para halos de inhibición con diferencias estadísticamente significativas fueron encontrados en el GVII (16mm) seguido del GVI (14.9mm) y GV (12.9mm). Por otra parte, los valores más bajos fueron obtenidos en el GIII (7.3mm) seguido del GII (7.4mm) y GI (7.5mm). El grupo IV no mostró inhibición bacteriana. **Conclusiones:** La clorhexidina y las nanopartículas de plata son potentes agentes antimicrobianos que pueden ser una alternativa de desinfección y medicación intraconducto, más efectivo todavía resultó la combinación de nanopartículas de plata más clorhexidina. El hidróxido de calcio mezclado con tres vehículos no fue tan efectivo como las nanopartículas de plata y su combinación con clorhexidina en este estudio.

Introducción

Las bacterias y sus productos juegan un papel importante en el inicio y propagación de las enfermedades pulpares y periapicales. Las bacterias presentes en dichas enfermedades pueden invadir el conducto radicular durante o después de la patología pulpar, participando así en las infecciones endodónticas. ⁽¹⁾

El éxito del tratamiento del sistema de conductos radiculares depende de la habilidad del clínico para eliminar las bacterias del mismo. Existen dos pasos que tienen el mayor impacto durante la eliminación de las bacterias: la preparación biomecánica y la medicación intraconducto. ⁽²⁾

La dificultad para eliminar los microorganismos en los túbulos dentinarios después de la limpieza y conformación de los conductos radiculares, ha demostrado la necesidad del uso de un medicamento intraconducto. ⁽³⁾ La literatura reporta que la mitad de los dientes tratados endodónticamente siguen presentando bacterias aún después de una cuidadosa instrumentación mecánica. ⁽⁴⁾

La medicación intraconducto ha sido propuesta para la eliminación de bacterias remanentes del conducto radicular después de la instrumentación e irrigación del mismo. Muchos han sido los materiales utilizados como medicación intraconducto, sin embargo, hoy en día, el que tiene mayor uso es el Hidróxido de Calcio. ⁽⁵⁾

La Clorhexidina ha jugado un papel importante como material intraconducto e irrigante debido a su actividad antimicrobiana contra microorganismos gram positivos y gram negativos. ⁽⁶⁾

El uso del Aloe Vera en el campo de la Odontología ha abarcado áreas como son: odontología preventiva, periodoncia, cirugía y patología. ⁽⁷⁾ Sin embargo, su uso como medicamento intraconducto sigue en estudio.

Por otra parte, la Nanotecnología ha sido vista como una buena plataforma para modificar y desarrollar propiedades importantes de la plata en forma de nanopartículas para diversos fines diagnósticos, terapéuticos y preventivos. ⁽⁸⁾

En el área odontológica se han usado las nanopartículas de plata para prevención de caries, tratamiento de hipersensibilidad, entre otras. ⁽⁹⁾ Su exitosa aplicación en endodoncia podría depender tanto de su efectividad antimicrobiana como del método utilizado para esparcir esas partículas en la compleja anatomía de los conductos radiculares. ⁽¹⁰⁾

Es por esto que el objetivo del presente trabajo es comparar la efectividad antimicrobiana entre el Hidróxido de Calcio, el Aloe Vera, la Clorhexidina y las Nanopartículas de Plata solas y combinadas entre ellos en un estudio in vitro.

1. Antecedentes

1.1 Medicación Intraconducto

Los fundamentos en los que se basa la medicación intraconducto son la destrucción de los microorganismos residuales y sus toxinas y la remoción de tejido orgánico. Este objetivo se alcanza en gran parte durante la preparación del conducto.

El fármaco debe inhibir la recolonización microbiana de las paredes limpias del sistema de conductos radiculares evitando que crezcan los microorganismos residuales y que tenga lugar una invasión por nuevos organismos a través de conductos laterales y por acceso coronal. ⁽¹⁰⁾

Idealmente el fármaco debe cumplir los siguientes requisitos:

- Destruir todos los microorganismos del conducto radicular.
- Tener efecto antimicrobiano duradero.
- No verse afectado por el material orgánico.
- Ayudar a remover el tejido orgánico.
- Penetrar en el sistema de conductos radiculares y túbulos dentinarios.
- No irritar los tejidos perirradiculares.
- Tener propiedades inocuas.
- Inducir una barrera de calcificación en la unión con los tejidos perirradiculares.
- No tener efecto en las propiedades físicas del material de obturación temporal.
- Fácil colocación y remoción.
- Poseer radiopacidad.
- No manchar el diente. ⁽¹¹⁾

Se han empleado como medicamento intraconducto las siguientes sustancias:

1.1.1 Derivados fenólicos

Fenol: medicamento intraconducto más antiguo, tiene un efecto antibacteriano a concentraciones entre 1% y 2%. Sus derivados (paramonoclorofenol, timol y cresol) son antisépticos y tóxicos que el fenol por sí solos.

Estudios *in vitro* han demostrado que los anteriores son muy tóxicos para las células de mamíferos, por lo tanto, los fenoles son antisépticos ineficaces bajo condiciones críticas. ⁽¹²⁾

1.1.2 Formaldehído

Usado como formocresol, ha sido usado extensamente en endodoncia a pesar de su toxicidad y potencial mutagénico.

El formaldehído es volátil, y por lo tanto, libera vapores antimicrobianos si se aplica con una torunda de algodón para desinfectar la cámara pulpar. Todos estos preparados de formaldehído son tóxicos potentes, con efectividad antimicrobiana muy inferior a su toxicidad, es por eso que no existe razón clínica para el uso del formocresol como fármaco antimicrobiano durante el tratamiento endodóntico. ⁽¹³⁾

1.1.3 Halógenos

El yodo, en forma de yoduro potásico yodado, proporciona una solución antiséptica muy efectiva con toxicidad tisular baja. La sustancia es un desinfectante eficaz para la dentina infectada, capaz de destruir bacterias presentes en la dentina al cabo de 5 minutos de exposición *in vitro*. ⁽¹³⁾

1.1.4 Corticoesteroides

El uso de corticoesteroides en Odontología fue reportado por primera vez por Spies y cols. en 1952. Fue hasta el año de 1962 cuando Schröder desarrolló los materiales ahora comercializados como Ledermix pasta y Ledermix cemento.

Ledermix es un agente terapéutico con dos componentes activos: un corticoesteroide (triamnisolona 1%) y un antibiótico de amplio espectro (demeclociclina 3.21%). Su uso como medicamento intraconducto causó controversia, ya que se creía, ocasionaba efectos adversos a nivel sistémico. ⁽¹⁴⁾

1.1.5 Metronidazol

Es sabido que el metronidazol tiene mayor efectividad contra bacterias obligadas anaerobias que contra aquellas aeróbicas o anaeróbicas facultativas. El metronidazol ha demostrado tener efecto contra *E. faecalis*, sin embargo, se requiere una alta dosis de este para poder eliminarlo completamente. ⁽¹⁵⁾

1.1.6 Pasta triantibiótica

La infección del sistema de conductos radiculares se considera polimicrobiana debido a la presencia de bacterias aerobias y anaerobias. Es por esto que se implementa el uso de la pasta triantibiótica para abarcar así toda la flora microbiana presente. Dicha pasta está conformada por metronidazol, ciprofloxacino y minociclina. ⁽¹⁶⁾

1.2 Hidróxido de Calcio

Fue introducido en el campo de la endodoncia como un agente para recubrimiento pulpar directo, por Hermann en 1920. Es un polvo blanco incoloro, con la fórmula química $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y un peso molecular de 74.08. Posee una baja solubilidad en agua, la cual disminuye al aumentar la temperatura.

El polvo puro tiene un alto pH (12.5-12.8) y es insoluble en alcohol. Se clasifica químicamente como una base fuerte, y sus propiedades principales provienen de la disociación iónica de Ca^{2+} y OH^- , que le confieren un efecto antibacteriano y estimulan en los tejidos vitales la deposición de tejido duro.

Las propiedades del hidróxido de calcio derivan de su disociación iónica en iones de calcio e iones de hidroxilo, siendo que la acción de estos iones sobre los tejidos y las bacterias explica sus propiedades biológicas y antimicrobianas. ⁽¹⁷⁾

1.2.1 Mecanismo de acción

El mecanismo de acción del hidróxido de calcio no es totalmente conocido. Con todo, se basa principalmente en su disociación de iones hidroxilo que aumentan el pH ambiental en los tejidos vitales, con un efecto de inhibición del crecimiento bacteriano y una acción que favorece los procesos de reparación hística. ⁽¹⁸⁾

1.2.2 Inhibición del crecimiento

El efecto antibacteriano del hidróxido de calcio se debe principalmente al incremento del pH producido al liberarse iones hidroxilo, que impide el crecimiento bacteriano. Kontakiotis y cols. creían que, además del motivo mencionado, el efecto puede deberse a la absorción del dióxido de carbono, necesario para el desarrollo de muchas especies bacterianas capnofílicas, por parte del hidróxido de calcio. ⁽¹⁹⁾

El hidróxido de calcio también altera las propiedades de los lipopolisacáridos, presentes en la pared celular de muchas bacterias anaerobias, que actúan como mediadores de la inflamación. El hidróxido de calcio hidroliza la fracción lipídica de los lipopolisacáridos, favoreciendo la destrucción bacteriana. ⁽²⁰⁾

1.2.3 Disolución del tejido pulpar

La medicación intraconducto con una pasta de hidróxido de calcio favorece la disolución de los restos de tejido pulpar en condiciones de anaerobiosis. Si se efectúa el tratamiento en dos sesiones, al finalizar la primera se aplica una medicación con hidróxido de calcio; en la segunda, al volver a irrigar con una solución de hipoclorito sódico, la capacidad de limpieza sobre los restos pulpares se incrementa, y es mayor que cuando se efectúa en una sola sesión. ⁽²¹⁾

1.2.4 Pastas de hidróxido de calcio

El hidróxido de calcio se utiliza mezclado con diversos vehículos. Estas combinaciones recibieron el nombre de pastas alcalinas por su elevado pH y se utilizan principalmente en el tratamiento de conductos radiculares como medicación temporal. Las principales características de estas pastas, de acuerdo con Fava y Saunders son: ⁽²²⁾

- Están compuestas principalmente por hidróxido de calcio, pero asociadas a otras sustancias para mejorar sus propiedades físicas o químicas.
- No endurecen.
- Se solubilizan y reabsorben en los tejidos vitales, a mayor o menor velocidad según el vehículo con el que están preparadas.
- Puede prepararlas el clínico, simplemente adicionando al polvo agua, o bien, utilizar preparados comerciales.
- En el interior de los conductos radiculares se emplean como medicación temporal.

1.2.5 Vehículos

El hidróxido de calcio se utiliza mezclado con tres tipos principales de vehículos: ⁽²³⁾

- Acuosos: la más utilizada es la solución salina, aunque también se ha empleado solución de metilcelulosa, anestésicos, entre otros. Esta forma de preparación permite una liberación rápida de iones, se solubiliza con relativa rapidez en los tejidos y es reabsorbida por los macrófagos.
- Viscosos: se han empleado glicerina, polietilenglicol y propilenglicol con el objetivo de disminuir la solubilidad de la pasta y prolongar la liberación iónica.
- Aceites: se ha utilizado aceite de oliva, de silicona y diversos ácidos grasos, como el oleico y el inoleico, para retardar aún más la liberación iónica y permitir esta acción en el interior de los conductos radiculares durante periodos prolongados de tiempo sin necesidad de renovar la medicación.

1.3 Hipoclorito de Sodio

Se produjo por primera vez en 1789 en Javelle, Francia con el paso del gas cloro por una solución de carbonato sódico. El líquido resultante, conocido como (agua de javel) era una solución débil de hipoclorito de sodio. Sin embargo, este proceso no era muy eficaz y se buscaron otros métodos de producción. Uno de los métodos comportaba extraer cal clorada (conocida como polvo para blanquear) con carbonato sódico para

obtener niveles bajos de cloro disponible. Con este método se obtenían soluciones de hipoclorito para usarse como antiséptico hospitalario. ⁽²⁴⁾

La solución de hipoclorito de sodio al 0.5% fue utilizada con efectividad durante la primera guerra mundial para limpiar heridas contaminadas. En el campo endodóntico, tiene una actividad antimicrobiana de amplio espectro frente a microorganismos y biopelículas endodónticas, incluyendo aquellos difíciles de erradicar de los conductos radiculares como *Enterococcus*, *Actinomyces* y *Candida*. ⁽²⁵⁾

1.3.1 Mecanismo de acción

El hipoclorito de sodio disuelve material orgánico como tejido pulpar y colágeno. Si se disuelve la porción orgánica del barrillo dentinario en hipoclorito y se destruyen las bacterias del interior del conducto radicular principal, conductos laterales y túbulos dentinarios en contacto directo con el irrigante, en menor grado luego pueden eliminarse las endotoxinas. ⁽²⁶⁾ Durante la terapia endodóntica, las soluciones de hipoclorito se usan a concentraciones variables entre el 0.5 y 6%. En bloques de dentina infectados, una solución de hipoclorito al 0.25% fue suficiente para eliminar *E. faecalis* en 15 minutos. ⁽²⁷⁾

Las concentraciones menores (0.5% o 1%) disuelven principalmente el tejido necrótico. Las concentraciones mayores proporcionan mejor disolución tisular, pero disuelven tanto los tejidos necróticos como vitales, un efecto no siempre deseable. En algunos casos puede estar indicado utilizar el hipoclorito a máxima concentración (6%), pero, aunque las mayores concentraciones pueden aumentar el efecto antibacteriano *in vitro*, no se ha demostrado concluyentemente la mayor efectividad clínica de las concentraciones por encima del 1%. ^(28,29)

1.4 Clorhexidina

Se desarrolló hace más de 50 años en las industrias químicas imperiales de Inglaterra y se comercializó por primera vez en Reino Unido en el año 1953 como pomada antiséptica. Desde 1957, se ha usado como desinfectante general. ⁽³⁰⁾

La clorhexidina se ha propuesto como medicación intraconducto alternativa para sustituir al hidróxido de calcio. Este ha sido el objetivo de muchos estudios *in vitro* e *in vivo*. Los resultados de los experimentos *in vitro* estuvieron más a favor de la clorhexidina, independientemente del modo de aplicación. Los resultados también han demostrado la potencial sustantividad antibacteriana de la clorhexidina en los conductos radiculares. ⁽³¹⁾

1.4.1 Mecanismo de acción

Es un antimicrobiano de amplio espectro, agonista activo frente a bacterias grampositivas y gramnegativas, además de levaduras. Por su naturaleza catiónica, la Clorhexidina puede unirse electrostáticamente a superficies bacterianas de carga negativa, dañando las capas externas de la pared y haciéndola permeable. ⁽³²⁾

Según su concentración, puede tener efectos bacteriostáticos y bactericidas. En concentraciones altas actúa como detergente, al dañar la membrana celular, causa una precipitación del citoplasma y por tanto, tiene un efecto bactericida. A concentraciones bajas subletales, es bacteriostáticas, causando el vertido de sustancias de peso molecular bajo, sin dañar la célula de forma irreversible. ⁽³³⁾

1.4.2 Propiedades antimicrobianas

La clorhexidina se ha estudiado extensamente como irrigante endodóntico y medicación intraconducto. Tiene una eficacia antimicrobiana como mínimo tan buena o incluso mejor que el hidróxido de calcio. ⁽³⁴⁾

Al 2% es muy eficaz para eliminar la biopelícula de *E. faecalis*. A diferencia del hidróxido de calcio, la clorhexidina tiene actividad antimicrobiana sustantiva que, si se aplica a la dentina de la raíz, tiene potencial para impedir la colonización bacteriana de las paredes del conducto radicular durante un tiempo prolongado. ⁽³⁵⁾

1.5 Aloe Vera

Existen más de 250 especies de aloe vera alrededor del mundo, sin embargo, únicamente dos especies son comercializadas: *Aloe Barbadosis Miller* y *Aloe Arborescens*.⁽³⁶⁾

Pertenece a la familia de las Liliáceas.⁽³⁷⁾ El aloe vera es una planta xerófila que produce un almacenamiento de agua en sus hojas para poder sobrevivir en ambiente secos o con poca lluvia.⁽³⁸⁾

Las hojas poseen tres capas:

- Una externa que consiste en una capa gruesa protector con células que sintetizan carbohidratos y proteínas.
- Una media que contiene antraquinonas y glucósidos, el tejido parenquimatoso o pulpa contiene proteínas, lípidos, aminoácidos, vitaminas, enzimas, compuestos orgánicos e inorgánicos.
- Una capa interna que contiene 99% de agua con glucomanos, aminoácidos, esteroides y vitaminas.⁽³⁹⁾

1.5.1 Usos terapéuticos

- Acción antiinflamatoria: se han realizado estudios *in vivo* e *in vitro* enfocados a la actividad de la bradiquinina. El péptido de la bradiquinina fue aislado del aloe vera y demostró eliminar la sustancia inflamatoria que produce dolor.
- Actividad antitumoral: se ha reportado que un determinado número de glicoproteínas presentes en el aloe vera tiene efectos antitumorales y han aumentado la producción de células cutáneas.
- Antiséptico: esta propiedad se atribuye a seis agentes: lupeol, ácido salicílico, nitrógeno de urea, ácido cinámico, fenoles y sulfuro.⁽⁴⁰⁾

1.5.2 Usos en odontología

- Directamente en sitios de cirugía periodontal
- En encías traumatizadas

- Aplicación en el alveolo después de realizar una extracción
- Lesiones orales agudas: estomatitis aftosa, queilitis angular o lesiones por herpes
- Lesiones orales crónicas: liquen plano, pénfigo ⁽⁴¹⁾

1.6 Nanopartículas de Plata

Las propiedades médicas de la plata se conocen desde hace dos mil años. Desde el siglo XIX los compuestos a base de plata se han usado en muchas aplicaciones antimicrobianas.

Es bien sabido que los iones de plata y los compuestos a base de plata son altamente tóxicos hacia microorganismos que incluyen 16 especies bacterianas de gran importancia. Este aspecto de la plata, la hace una excelente opción para cumplir múltiples roles dentro del campo médico. ⁽⁴²⁾

1.6.1 Acción antimicrobiana

Aún no se conoce con precisión el mecanismo que realizan las nanopartículas de plata para causar un efecto antimicrobiano, sin embargo, existen teorías que explican dicho mecanismo.

Las nanopartículas de plata tienen la habilidad de anclarse a la pared celular bacteriana y subsecuentemente entrar en su interior, de modo que causan cambios estructurales en la membrana celular como su permeabilidad y muerte. ⁽⁴³⁾

1.6.2 Propiedades inhibitorias

El uso de solución de plata, específicamente el fluoruro diamino e plata, ha sido usado como inhibidor de caries. La plata y el fluoruro interactúan sinérgicamente para formar fluorapatita, el primer paso es la formación de fluoruro de calcio y fosfato de plata en un ambiente básico, la segunda reacción es la disociación del calcio y el fluoruro. ⁽⁴⁴⁾

1.6.3 Uso en Endodoncia

Se ha observado actividad antimicrobiana por parte de las nanopartículas de plata al desinfectar el sistema de conductos radiculares. La incorporación de nanopartículas en selladores con óxido de zinc y eugenol podrían inhibir la formación de biofilm. ⁽⁴⁵⁾

2. Planteamiento del Problema

En Endodoncia una limpieza y conformación efectivas son el pilar para un tratamiento de conductos exitoso. Sin embargo, debido a la complejidad del sistema de conductos radiculares algunas bacterias pueden permanecer dentro del mismo, proliferar y reinfectar dicho espacio. ⁽⁴⁶⁾

Los medicamentos intraconducto son usados para complementar la desinfección del sistema de conductos radiculares. El hidróxido de calcio ha sido utilizado ampliamente debido a su actividad antimicrobiana y su habilidad para disolver tejido orgánico. ⁽⁴⁷⁾

Es sabido que el *E. faecalis* es un microorganismo gram positivo, facultativo anaerobio, y ha sido encontrado con mayor frecuencia en enfermedades endodónticas secundarias que en primarias. La habilidad de dicho microorganismo para tolerar la falta de alimento, un pH extremo, la formación de biofilm y la aparición de cepas resistentes a los antibióticos han hecho que su eliminación sea un reto en el campo de la endodoncia. ⁽⁴⁸⁾

Actualmente se han abierto líneas de investigación que permitan conocer el efecto antimicrobiano de diferentes sustancias contra *E. faecalis*, por lo que surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué efecto tendrán el Hidróxido de Calcio con tres combinaciones, Aloe Vera, Clorhexidina y Nanopartículas de Plata solas y combinadas, contra *E. faecalis* en una evaluación *in vitro*?

3. Justificación

Si bien es sabido que el Hidróxido de Calcio ha sido por mucho tiempo el medicamento intraconducto de elección. La búsqueda constante de materiales que superen su efectividad podría mejorar el potencial antimicrobiano extendiéndose hasta los tejidos perirradiculares.

Identificación de la actividad antibacteriana de los distintos materiales evaluados en microorganismos patógenos.

El clínico en Endodoncia puede tener como referencia estos datos para elegir el medicamento intraconducto que mejor aplique en su caso. Esta información puede proponer la modificación del protocolo de limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares.

4. Hipótesis

Hipótesis de investigación: La Clorhexidina en combinación con las Nanopartículas de Plata serán el material intraconducto con el mayor potencial antimicrobiano evaluado *in vitro*.

Hipótesis nula: La Clorhexidina en combinación con las Nanopartículas de Plata serán el material intraconducto con el menor potencial antimicrobiano insuficiente evaluado *in vitro*.

5. Objetivos

General: Identificar la capacidad antibacteriana de siete medicamentos intraconducto en un estudio *in vitro*.

Específicos:

Medir halos de inhibición bacteriana 24 horas después del cultivo de *E. faecallis* en cajas Petri.

Identificar el material intraconducto con los halos de inhibición de mayor tamaño.

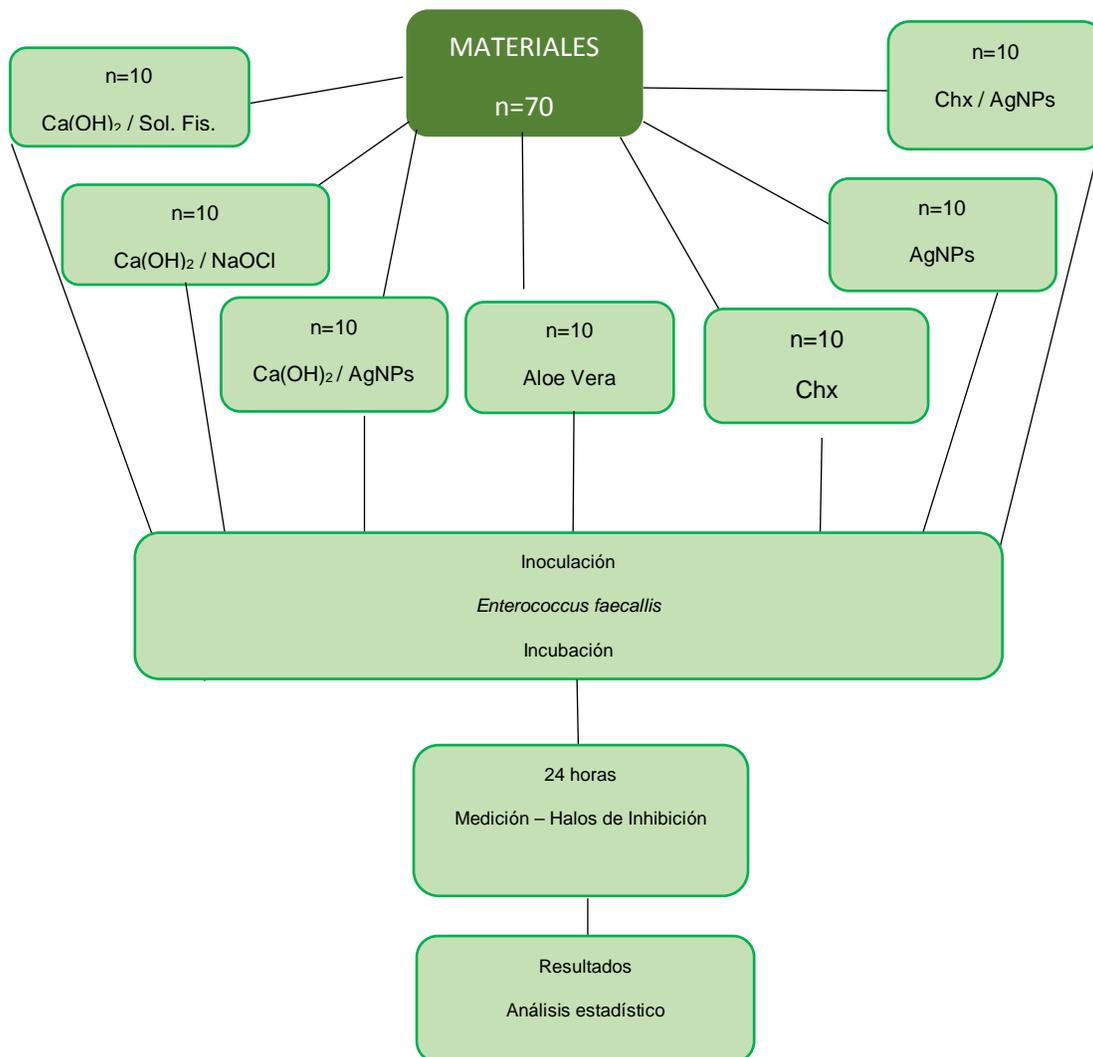
Identificar el material intraconducto con los halos de inhibición más pequeños.

Comparar medianas para identificar diferencias estadísticamente significativas entre los distintos materiales intraconducto.

6. Materiales y Métodos

6.1 Diseño de Estudio

Estudio experimental, transversal, por cuota y conveniencia.



Un total de 70 muestras divididas en 7 grupos de estudio (N=10/grupo) fueron evaluadas por triplicado mediante su cultivo en Agar de Tripticaseina de Soya (TSA) y siembra de *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212).

- GI: Hidróxido de Calcio (Viarden, Ciudad de México; México. Lote 440516)/ Hipoclorito de Sodio (Clorox 5.2%, Tlanepantla, Estado de México. Lote 1165852B)
- GII: Hidróxido de Calcio (Viarden, Ciudad de México; México. Lote 440516)/Solución Fisiológica (KabiPac, Zapopan, Jalisco; México. Lote 73F7B0723)
- GIII: Hidróxido de Calcio (Viarden, Ciudad de México; México. Lote 440516)/Solución de Nanopartículas de Plata (Técnica Medical S. A. de C. V.– Patente en registro)
- GIV: Aloe Vera (natural-puro)
- GV: Solución de Nanopartículas de Plata (Técnica Medical S. A. de C. V.- Patente en registro)
 - GVI: Clorhexidina (Perioxidin 0.12%, España, Unión Europea. Lote 070062021)
- GVII: Clorhexidina (Perioxidin 0.12%, España, Unión Europea. Lote 070062021)/ Solución de Nanopartículas de Plata (Técnica Medical S. A. de C. V.-Patente en registro)

Las cajas Petri fueron incubadas durante 24 horas (Blue M, modelo 200A, Illinois, E.U.A) y posteriormente se midieron halos de inhibición con Vernier Digital (Mitutoyo, modelo CD-6"CSX, Tokio, Japón).

El análisis estadístico se realizó con el software IBM SPSS Versión 23 en español mediante Kruskal Wallis con un valor de $p \leq 0.05$

6.2 Criterios de Inclusión

- Materiales usados como medicación intraconducto con actividad antimicrobiana.
- Sensidiscos impregnados en su totalidad con materiales de prescripción intraconducto.

- Uso de materiales nuevos y sensidiscos esterilizados.

6.3 Criterios de Exclusión

- Material con fecha de caducidad vencida.
- Los sensidiscos que no alcancen una impregnación total.
- Eliminar materiales intraconducto modificados en los que no se logró una mezcla homogénea.

6.4 Criterios de Eliminación

- Aquellas muestras que después de la incubación mostraron contaminación.
- Cajas Petri en que los halos de inhibición se unen.
- Cajas Petri sin crecimiento bacteriano.

6.5 Operacionalización de las Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
----------	-----------------------	------------------------	------------------	--------------------

DEPENDIENTE

Efecto antimicrobiano de diversos materiales para la medicación intraconducto en endodoncia	Mecanismo de acción del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ combinado con NaOCl ; Sol.Fisiológica y AgNPs, Aloe Vera, Chx, AgNPs y su combinación contra <i>E.faecallis</i>	Medición de los halos de inhibición (mm) de los distintos materiales después de 24 horas de incubación	Cuantitativa, continua	Razón
--	---	--	------------------------	-------

INDEPENDIENTE

Ca(OH)₂ combinado con NaOCl; Sol.Fisiológica y AgNPs, Aloe Vera, Chx, AgNPs y su combinación	Diversos materiales para ser utilizados como medicación intraconducto en Endodoncia	Impregnación de sensidiscos con los diversos materiales	No aplica	No aplica
--	--	--	-----------	-----------

6.6 Equipo y Materiales

- Medio de cultivo Tripticaseina de SA: 108810B, Michigan, E.U.A
- Báscula analítica: modelo 202563
- Agitador
- Autoclave: 2340M-2006
- Incubadora: Blue M, modelo 200A, Illinois, E.U.A
- Cajas Petri: 90X15 VD Biocoat Merck, Vanderburgh, E.U.A
- *Entorococcus Faecallis*: ATCC 29212
- Hisopos estériles
- Sensidiscos estériles
- Vernier Digital: Mitutoyo, modelo CD-6"CSX, Japón, Tokio
- Negatoscopio
- Godetes estériles
- Espátulas de cemento estériles
- Pinzas de curación estériles
- Alcohol etílico 96%
- Jeringas hipodérmicas 10 ml
- Guantes estériles
- Cubrebocas
- Hidróxido de Calcio: Viarden, Ciudad de México; México. Lote 440516

- Solución Fisiológica: KabiPac, Zapopan, Jalisco; México. Lote 73F7B0723
- Hipoclorito de Sodio: Clorox 5.2%, Tlanepantla, Estado de México. Lote 1165852B
- Clorhexidina: Perioxidin 0.12%, España, Unión Europea. Lote 070062021
- Solución de Nanopartículas de Plata: Técnica Medical S. A. de C. V.-Patente en registro
- Aloe Vera: puro

Fase I. Preparación del Agar de Tripticaseína de Soya (TSA)

- Primero se pesó el TSA con ayuda de una báscula analítica (10grs/250ml).
- Se mezcló en el agitador hasta quedar homogéneo durante 10 minutos.
- Se metió a la autoclave para su esterilización a 121 ° C por 20 minutos.
- Se sacó y esperó a que la temperatura llegara a 60°C, se vertió, gelificó y refrigeró a 4°C hasta la siembra de bacterias. (Fig. 1)

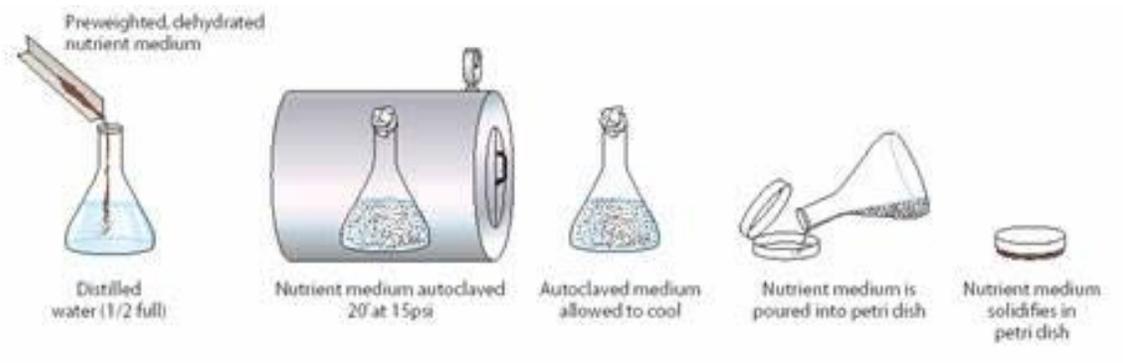


Figura 1. Proceso de preparación de TSA



Figura 2. Imagen representativa de TSA



Figura 3. Cajas Petri con TSA

Fase II. Inoculación

- Se calculó una concentración 10^5 mediante técnica RTF (Reduced Transport Fluid) una solución de *E. faecalis* que fue sembrada.

- Se impregnaron las cajas petri de *E. faecalis* con la ayuda de hisopos estériles. (Fig. 4)
- Se marcaron las cajas con plumón indeleble para identificar la posición de los sensidiscos. (Fig. 5)

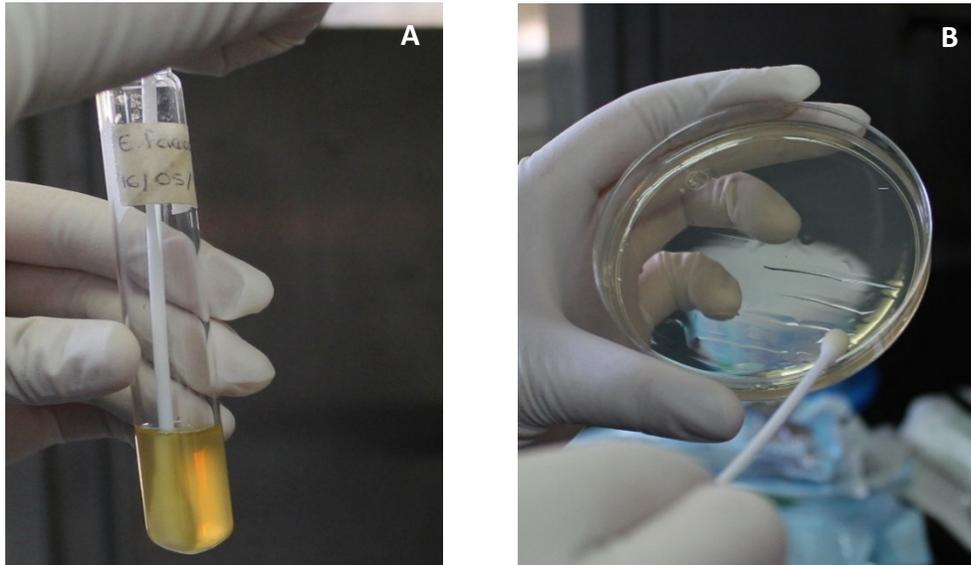


Figura 4 . A) *E. faecalis* (ATCC 29212), B) Inoculación bacteriana.



Figura 5 . Imagen representativa de marcaje e incubación.

Fase III. Impregnación de Sensidiscos

- Para las primeras 10 cajas Petri realizaron tres mezclas:
- 1ml de Solución Fisiológica con Hidróxido de Calcio.
- 1 ml de Hipoclorito de Sodio (5.2%) con Hidróxido de Calcio.
- 1 ml de Nanopartículas de Plata con Hidróxido de Calcio.
- Para las segundas 10 cajas Petri se realizaron las siguientes mezclas:
- 1 ml de Clorhexidina (0.12%).
- 1 ml de Nanopartículas de Plata.
- 1 ml de Clorhexidina con 1 ml de Nanopartículas de Plata. (Fig. 6)
- Después de realizadas las mezclas se impregnaron los sensidiscos estériles con estas y se colocaron en las cajas Petri con la ayuda de pinzas de curación estériles. (Fig. 7)
- En el centro de cada caja se colocó un sensidisco de control, el cuál no llevaba ningún tipo de solución impregnada. (Fig. 8)
- Se realizaron dos cajas Petri testigo: una que contenía únicamente TSA y la segunda que contenía TSA con siembra de *E. faecalis*. (Fig. 9)
- Las 22 cajas Petri se incubaron por 24 horas. (Fig. 10)

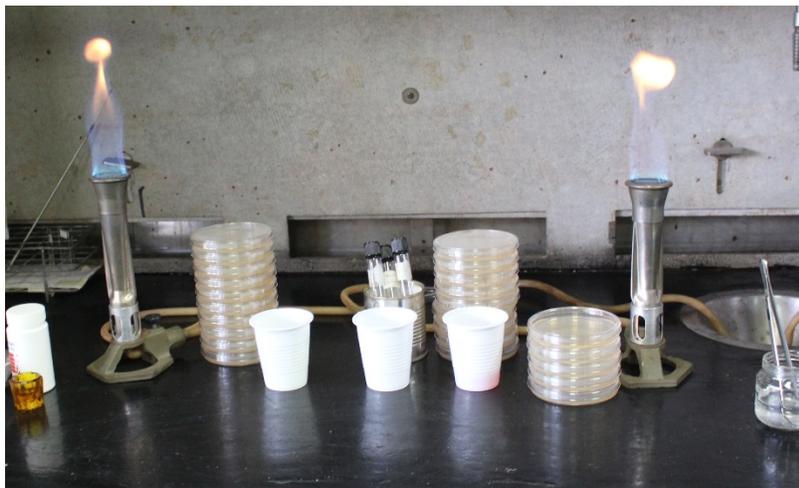


Figura 6 . Mesa de trabajo con instrumental requerido para siembra de cultivo bacteriano.

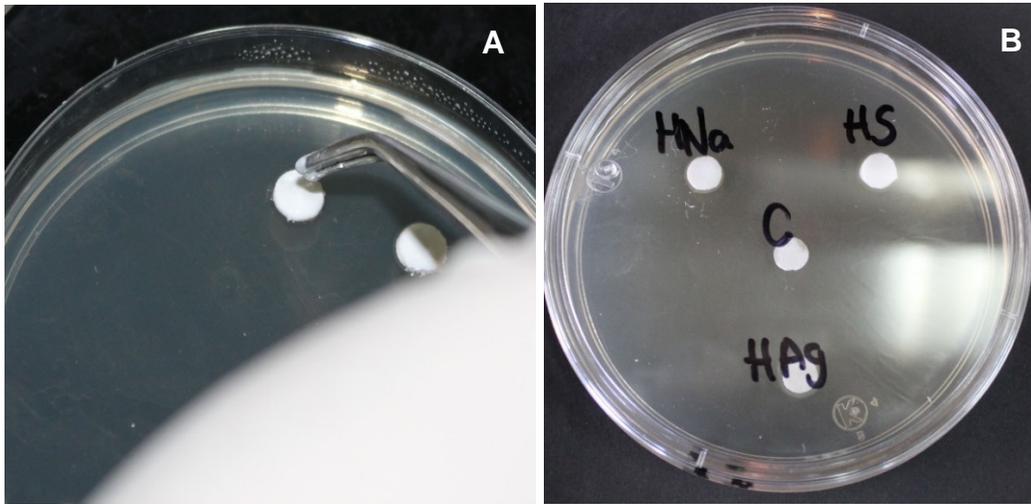


Figura 7. A) Colocación de sensidisco, B) Caja petri con sensidiscos.

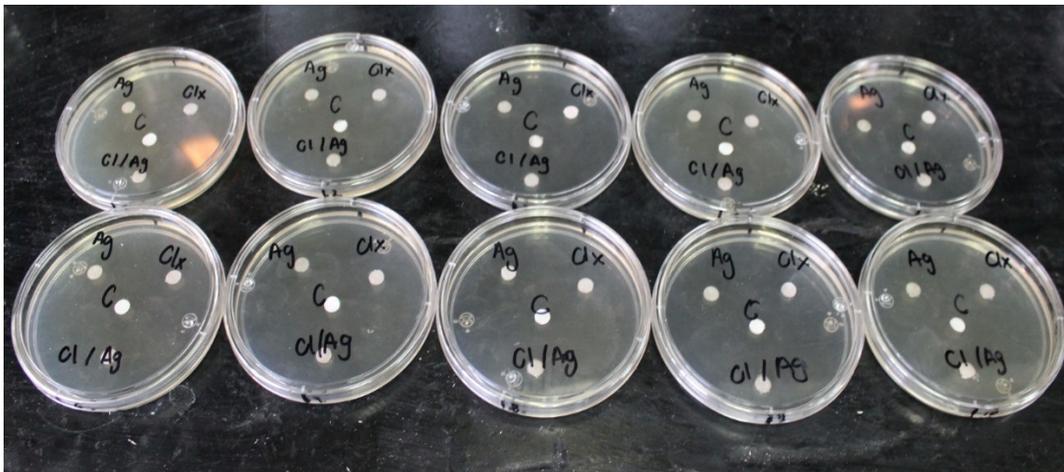


Figura 8 . Cajas petri para incubación.

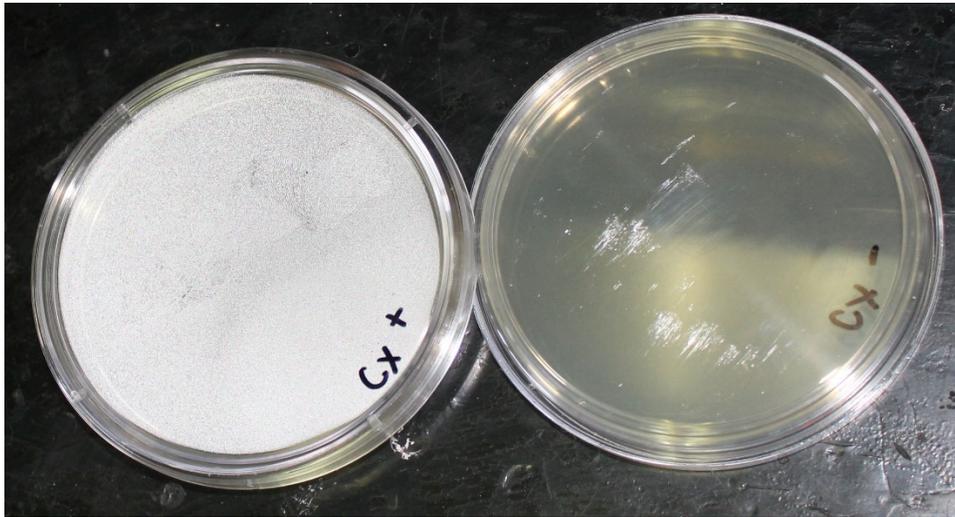


Figura 9. Grupos control positivo y negativo.

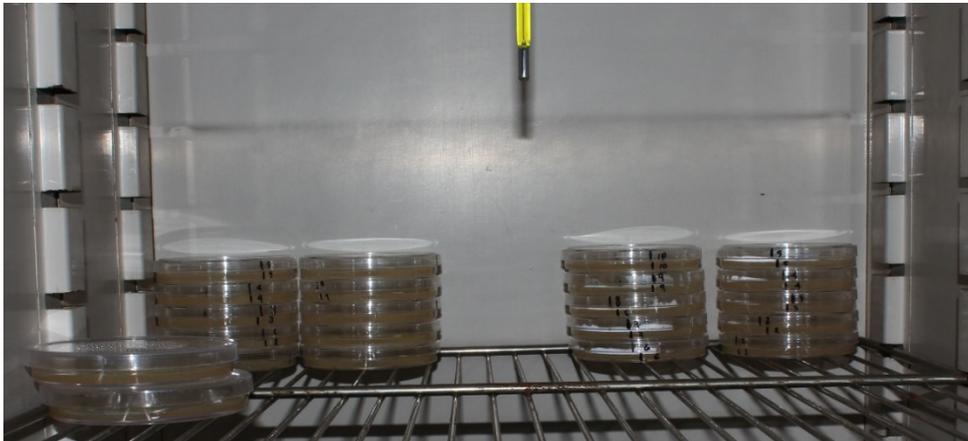


Figura 10 . Cajas petri en incubación.

Fase IV. Medición de Halos de Inhibición

- Las cajas petri fueron revisadas 24 horas después de su incubación.
- Se midió el halo de inhibición (diámetro y radio) de cada sensidisco de las 20 cajas petri con la ayuda de un Vernier Digital: Mitutoyo, modelo CD-6"CSX, Japón, Tokio. (Fig.11)



Figura 11. A) Vernier Digital, B) Medición de halos de inhibición

En las siguientes tablas (Tabla 1 y Tabla 2) se muestran las 20 cajas petri con los sensidiscos impregnados de las distintas sustancias y sus halos de inhibición.

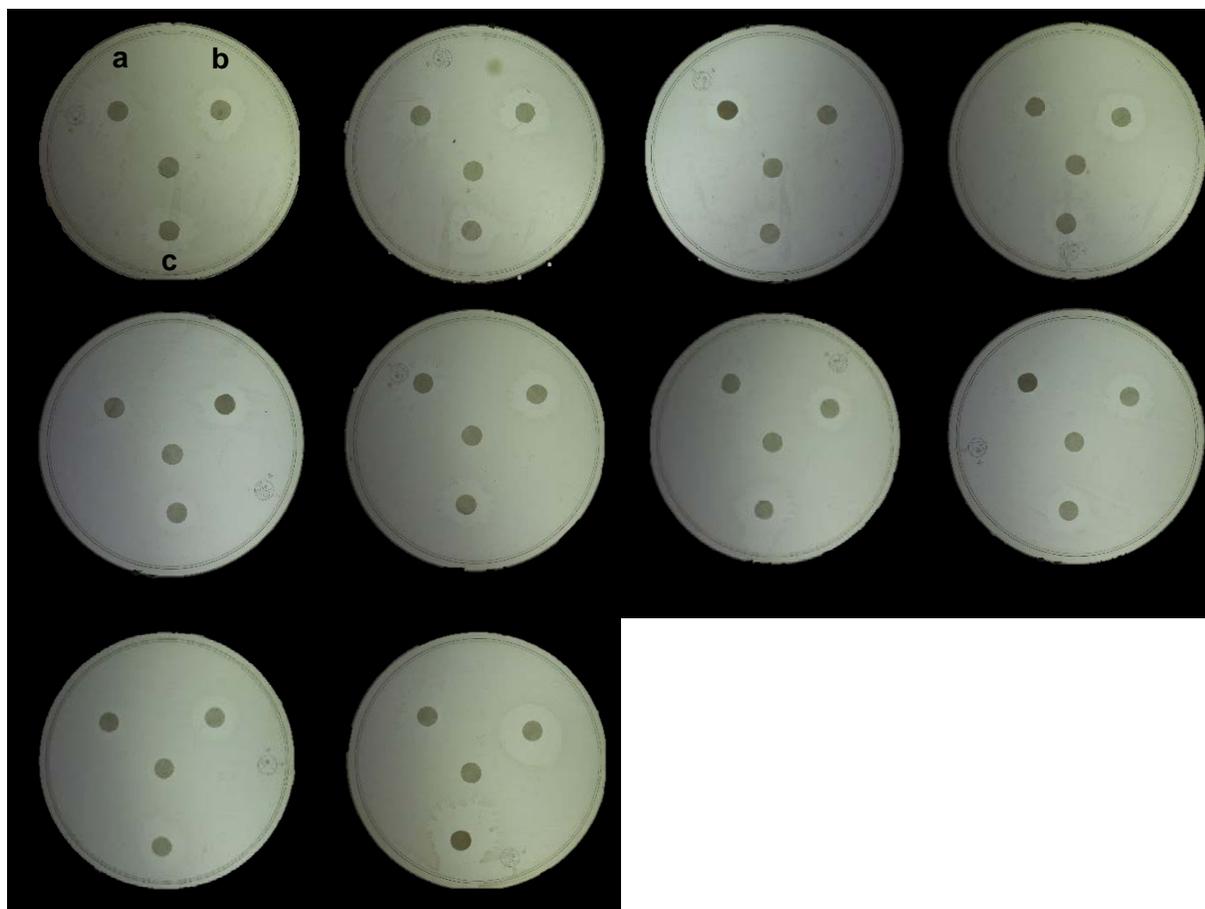


Tabla 1. a) Nanopartículas de Plata, b) Clorhexidina, c) Nanopartículas de Plata con Clorhexidina

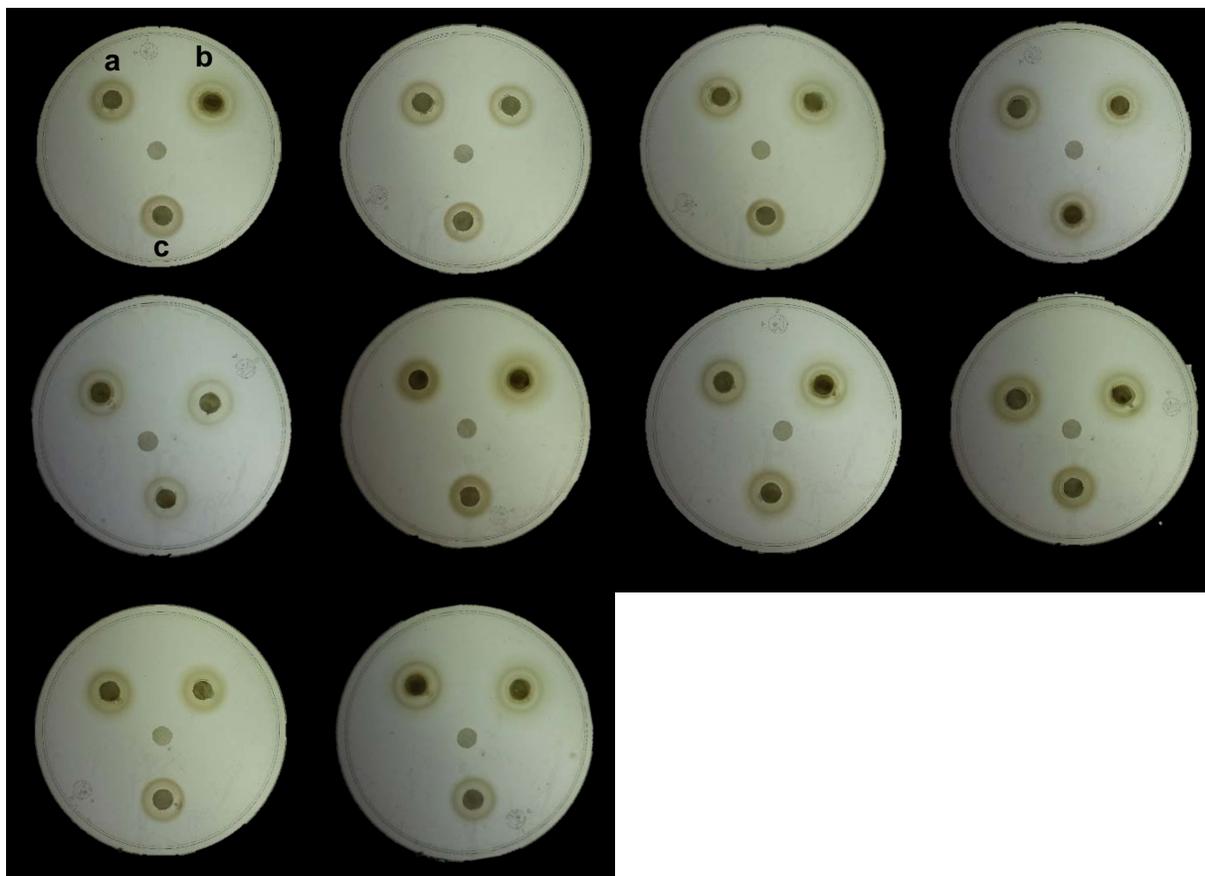


Tabla 2. a) Hidróxido de Calcio/Hipoclorito de Sodio, b) Hidróxido de Calcio/Solución fisiológica, c) Hidróxido de Calcio/Nanopartículas de Plata

7. Resultados

Los valores más altos para los diámetros de halos de inhibición fueron mostrados en el grupo GVII (21.5 mm) seguido del grupo GVI (19.1 mm), por otra parte, los valores más bajos fueron hallados en el grupo GII (5.9 mm), los grupos con diferencias estadísticas significativas entre grupos fueron los grupos GV, GVI, GVII como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Diámetro de halos de inhibición bacteriana.

	Valor máximo	Valor mínimo	Mediana	Desviación estándar	Valor de p	Significancia $p \leq 0.05^*$
GI	8.5	6.0	7.5	0.9	0.188	A
GII	8.7	5.9	7.4	1.1	0.240	A
GIII	8.3	6.0	7.3	0.7	0.263	A
GIV	0	0	0	0	0.001	B
GV	15	11	12.9	1.3	0.048	C
GVI	19.1	13.5	14.9	1.6	0.046	D
GVII	21.5	13.5	16	2.9	0.031	E

Fuente: Directa

Los valores más altos para los radios de halos de inhibición fueron mostrados en el grupo GVII (11.2 mm) seguido del grupo GVI (9.4 mm), por otra parte, los valores más bajos fueron hallados en los grupos GIII y GI (4.3 mm), los grupos con diferencias estadísticas significativas entre grupos fueron los grupos GV, GVI, GVII como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Radio de los halos de inhibición bacteriana

	Valor máximo	Valor mínimo	Mediana	Desviación estándar	Valor de p	Significancia $p \leq 0.05^*$
GI	4.3	2.4	3.5	0.6	0.370	A
GII	4.4	2.7	3.7	0.5	0.768	A
GIII	4.3	3.0	3.5	0.4	0.055	A
GIV	0	0	0	0	0.001	B
GV	9.4	6.4	7.3	0.8	0.049	C
GVI	9.4	6.4	7.3	0.8	0.043	D
GVII	11.2	6.6	8.0	1.5	0.023	E

Fuente: Directa

*Letras diferentes mostraron diferencias estadísticamente significativas, $p \leq 0.05$.

8. Discusión

Los medicamentos intraconducto han sido utilizados como complemento para la desinfección de los conductos radiculares. ⁽⁴⁹⁾ Los microorganismos que invaden los conductos radiculares juega un papel importante el tiempo requerido para que las propiedades antimicrobianas de un medicamento intraconducto comiencen a hacer efecto aún no ha sido definido. ⁽⁵⁰⁾ Factores como el tipo y localización del microorganismo dentro del sistema de conductos radiculares, así como el medicamento seleccionado, pueden influir en la efectividad antimicrobiana del mismo. ⁽⁵¹⁾

Hidróxido de Calcio ha sido usado de manera rutinaria como medicamento intraconducto, principalmente por su alto pH, el cual le brinda la actividad antibacteriana y la capacidad para inactivar endotoxinas bacterianas. ⁽⁵²⁾ Sin embargo, estudios han demostrado que no es muy efectivo contra algunas cepas bacterianas como *E. faecallis*. ^(53,54) Dichos resultados son consistentes con los hallazgos de éste estudio en el que se reporta una deficiente inhibición bacteriana cuando se preparó de manera convencional con solución fisiológica (GI), y continuó mostrando baja inhibición bacteriana en combinación con otras sustancias como Hipoclorito de sodio al 5.25% (GII), y con Nanopartículas de plata (GIII).

Para esta investigación se empleó *Enterococcus faecallis*, ya que es considerada una bacteria altamente patógena. Existen estudios que han reportado que *E. faecalis* se encuentra frecuentemente en conductos radiculares obturados ⁽⁵⁵⁾, lo que indica su rol patógeno en el fracaso del tratamiento de conductos ⁽⁵⁶⁾. Así mismo, es responsable del 80-90% de infecciones humanas causadas por *Enterococcus*. ⁽⁵⁷⁾

Aparentemente este microorganismo pareciera ser altamente resistente a los medicamentos usados durante el tratamiento de conductos radiculares. ⁽⁵⁸⁾ También ha mostrado tener la capacidad de sobrevivir en los conductos radiculares sin necesidad de ser respaldada por otra bacteria. ⁽⁵⁹⁾

Por lo que se infiere que, si un material dental empleado en odontología puede inhibir ésta bacteria, tendría grandes posibilidades de hacer lo mismo con otras potencialmente patógenas.

La búsqueda de nuevas alternativas en Odontología específicamente en el campo de la Endodoncia ha encaminado estudios para encontrar medicamentos intraconducto que sean efectivos contra los microorganismos presentes en los conductos radiculares. Un estudio realizado en el año 2009 en Jordania, comparó el propóleo y el Hidróxido de Calcio contra *E. faecallis*, siendo el propóleo más efectivo contra este microorganismo. ⁽⁶⁰⁾

Otro estudio realizado en la India en el 2013, evaluó la eficacia antibacteriana de Hidróxido de Calcio, Clorhexidina, Cúrcuma y *Trachyspermum ammi* contra *E. faecallis*, donde la Clorhexidina y la Cúrcuma fueron los que mostraron mayores halos de inhibición. ⁽⁶¹⁾

A su vez, dichas modificaciones o innovaciones deben brindar otras ventajas o mejorar sus propiedades, el objetivo de este estudio de ciencia básica es evaluar la actividad antimicrobiana de 7 materiales que podrían emplearse en endodoncia como medicamento intraconducto.

La Clorhexidina es un agente antimicrobiano de amplio espectro, con actividad antibacteriana y efectos tóxicos relativamente bajos, sin embargo, no disuelve tejido orgánico ⁽⁶²⁾, como lo reportaron Jeansonne y White en 1994. ⁽⁶³⁾ Desde 1950 se ha utilizado a diferentes concentraciones como un antiséptico oral en forma de enjuague bucal, irrigante subgingival, gel, pasta dental y goma de mascar. ⁽⁶⁴⁾ En este contexto, los resultados de esta investigación fueron similares para los grupos GV y GVII, en los que el grupo GV con clorexidina se observaron con valores altos de inhibición bacteriana encontrado los valores más altos en el grupo GVII donde se combinó clorexidina con nanopartículas de plata registrando una sinergia notable en comparación con todos los grupos restantes y observando los valores más altos de inhibición bacteriana. En éste sentido, a la clorhexidina se le ha reconocido en estudios previos como un excelente bactericida, particularmente en el campo de la Endodoncia

ha sido propuesto como irrigante final debido a su acción antimicrobiana, proporcionando la capacidad de inhibir la adherencia bacteriana a la dentina. ⁽⁶⁵⁾ Un estudio realizado en el 2014 comparó el efecto antimicrobiano de la clorhexidina al 0.2% y al 2% contra la cetrimida al 2% en conductos infectados con *E. faecallis*, donde la clorhexidina al 2% mostró la mayor capacidad antimicrobiana. ⁽⁶⁶⁾ Otro estudio comparó la efectividad de la Clorhexidina en gel al 2% como medicación intraconducto, comparándola con agua destilada e hidróxido de calcio, donde la clorhexidina mostró mayor inhibición contra *E. faecallis*.⁽⁶⁷⁾

Por otro lado, las Nanopartículas de Plata son conocidas por su amplio efecto antimicrobiano. Han sido empleadas en distintas áreas de la Odontología, como Endodoncia, Implantología, Prótesis y Odontología restauradora. ⁽⁶⁸⁾ Debido a su tamaño, posee propiedades biológicas, físicas y químicas que le atribuyen su efecto antimicrobiano además de permitirles penetrar en las membranas celulares de las bacterias. ⁽⁶⁹⁾ Del mismo modo un estudio reportó en 2014 la efectividad de las nanopartículas de plata contra *E. faecallis* al usarse como irrigante y medicamento intraconducto en Endodoncia, donde al ser usado como medicación intraconducto mostró tener mayor capacidad antibacteriana.⁽⁷⁰⁾ Sin embargo, aunque la literatura relevante posiciona a las Nanopartículas de plata como un excelente opción para inhibir bacterias, los datos observados en éste estudio en el grupo GVI con Nanopartículas de plata mostraron una inhibición bacteriana aceptable pero inferior a los grupos con clorhexidina (GV y GVII).

El Aloe Vera posee propiedades antibacterianas, antifúngicas, antiinflamatorias, antioxidantes, hipoglucémicas e inmunes. ⁽⁷¹⁾ Se ha utilizado en Odontología mostrando resultados positivos en el tratamiento de úlceras recurrentes, liquen plano y candidiasis oral. ⁽⁷²⁾

Se realizó un estudio en el año 2012 donde se evaluó el efecto antibacteriano del aloe vera en gel comparado con el hipoclorito de sodio como desinfectantes de conos de gutapercha. El aloe vera mostró halos de inhibición similares a los del hipoclorito de sodio contra *E. coli*, *E. faecallis* y *S. aureus*. ⁽⁷³⁾

Por otra parte, un estudio realizado en el 2016, utilizó aloe vera en gel a distintas concentraciones contra *A. actinomycetemcomitans*, *C. bacilli*, *S. mutans* y *S.aureus*, donde mostró halos de inhibición. ⁽⁷⁴⁾ Sin embargo, a pesar de que existen estudios como los antes mencionados que demuestran la capacidad antibacteriana del aloe vera, en este estudio no mostró inhibición contra *E. faecalis*, por el contrario, se observó colonización bacteriana a las 24 horas.

9. Conclusiones

Los materiales evaluados en esta investigación de manera individual o en combinaciones obtuvieron resultados muy diversos, por lo que se puede concluir lo siguiente:

- Los halos de inhibición más grandes fueron encontrados en el Grupo IV (clorhexidina con nanopartículas de plata), observando una notable inhibición en comparación con los otros grupos.
- La clorhexidina (Grupo VI) por sí sola mostró capacidad antibacteriana y halos de inhibición contra *E.faecallis*.
- Las nanopartículas de plata (Grupo V) mostraron una inhibición adecuada, sin embargo, no alcanzó los mismos valores en comparación con la clorhexidina o su combinación con la misma.
- Los grupos de hidróxido de calcio con sus distintas combinaciones (Grupos I, II, III) mostraron halos de inhibición, aunque estos fueron deficientes.
- El aloe vera en este estudio no mostró ninguna inhibición, por el contrario, fue colonizado por *E. faecallis*.

Los hallazgos de esta investigación sugieren que la clorhexidina con nanopartículas de plata podría ser un excelente material para medicación intraconducto y/o irrigante en Endodoncia.

10. Referencias

1. Desai S, Chandler N. Calcium hydroxide–based root canal sealers: a review. *J Endod.* 2009;35:475-80.
2. Hosoya N, Takahashi G, Arai T, Nakamura J. Calcium concentration and pH of the periapical environment after applying calcium hydroxide into root canals in vitro. *J Endod.* 2001;27:343-6.
3. Estrela C, Pimenta FC, Ito IY, Bammann LL. Antimicrobial evaluation of calcium hydroxide in infected dentinal tubules. *J Endod.* 1999;25:416-18.
4. Sjögren U, Figdor D, Spångberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int End J.* 1991;24:119-25.
5. Blanscet M, Tordik P, Goodell G. An agar diffusion comparison of the antimicrobial effect of calcium hydroxide at five different concentrations with three different vehicles. *J Endod.* 2008;34:1246-48.
6. Greenstein G, Berman C, Jaffin R. Chlorhexidine, an adjunct to periodontal therapy. *J Periodontol.* 1986;370-77.
7. Mangaiyarkarasi SP, Manigandan T, Elumalai M, Cholan PK, Kaur RP. Benefits of Aloe vera in dentistry. *J Pharm Bioallied Sci.* 2015;7:255-9.
8. Rai MK, Deshmukh SD, Ingle AP, Gade AK. Silver nanoparticles: the powerful nanoweapon against multidrug-resistant bacteria. *J Appl Microbiol.* 2012;112:841-52.
9. Abiodun-Solanke I, Ajayi D, Arigbede A. Nanotechnology and its application in dentistry. *Ann Med Health Sci Res.* 2014;4:171-7.
10. Mohammadi Z, Soltani MK, Shalavi S. An update on the management of endodontic biofilms using root canal irrigants and medicaments. *Iran Endod J.* 2014;9:89-97.
11. Stock C, Gulabivala K., Walker R. (1996). *Atlas en color y texto de Endodoncia.* Mosby-Doyma Libros.

12. Byström A, Claesson R, Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root Canals. *Endod Dent Traumatol.* 1985;5:170-5.
13. Hargreaves KM, Cohen S. *Vías de la Pulpa.* Ed Panamericana. ed. 10ª. Barcelona, España.
14. Abbott PV. Systemic release of corticosteroids following intra-dental use. *Int Endod J.* 1992;25:189-91.
15. Krithikadatta, J, Indira R, Dorothykalyani AL. Disinfection of dentinal tubules with 2% chlorhexidine, 2% metronidazole, bioactive glass when compared with calcium hydroxide as intracanal medicaments. *J Endod.* 2007;33:1473-76.
16. Rangasamy V, Veerabathran M, Alagappan M. Triple antibiotic paste in root canal therapy. *J Pharm Bioallied Sci.* 2012;4:230-33.
17. Mohammadi Z, Dummer PM. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J.* 2011;44:697-730.
18. Canalda C, Brau E. *Endodoncia: Técnicas Clínicas y Bases Científicas.* Ed Elsevier Masson. ed. 3ª. España, S.L.
19. Kontakiotis E, Nakou M, Georgopoulou M. In vitro study of the indirect action of calcium hydroxide on the anaerobic flora of the root canal. *Int Endod J.* 1995;28:285-9.
20. Safavi KE, Nichols FC. Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharide. *J Endod.* 1993;2:76-8.
21. Wadachi R, Araki K, Suda H. Effect of Calcium Hydroxide on the Dissolution of Soft Tissue on the Root Canal Wall. *J Endod.* 1998;24:326-30.
22. Fava LR, Saunders WP. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *Int Endod J.* 1999;4:257-82.
23. Simon ST, Bhat KS, Francis R. Effect of four vehicles on the pH of calcium hydroxide and the release of calcium ion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995; 80(4):459-64.

24. Ponzano GP. Sodium Hypochlorite: History, Properties, Electrochemical Production. *Contrib Nephrol.* 2007;154:7-23.
25. Ruff ML, McClanahan SB, Babel BS. In Vitro Antifungal Efficacy of Four Irrigants as a Final Rinse. *J Endod.* 2006;4:331-3.
26. Martinho FC, Gomes BP. Quantification of Endotoxins and Cultivable Bacteria in Root Canal Infection before and after Chemomechanical Preparation with 2.5% Sodium Hypochlorite. *J Endod.* 2008;34:268-72.
27. Sen BH, Safavi KE, Spångberg LS. Antifungal Effects of Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine in Root Canals. *J Endod.* 1999;25:235-8.
28. Yesilsoy C, Whitaker E, Cleveland D, Phillips E, Trope M. Antimicrobial and Toxic Effects of Established and Potential Root Canal Irrigants. *J Endod.* 1995;21:513-5.
29. Larz SW, Spångberg M. Rationale and efficacy of root canal medicaments and root filling materials with emphasis on treatment outcome. *Endod Topics.* 2002;2:35-58.
30. Fardal O, Turnbull RS. A review of the literature on use of chlorhexidine in dent. *J Am Dent Assoc.* 1986;112:863-9.
31. Mohammadi Z, Davari AR. Evaluation of the antibacterial substantivity of the three concentrations of chlorhexidine in bovine root dentine. *Iranian Endod J.* 2008;2:113-17.
32. Davies A. The mode of action of Chlorhexidine. *J. Periodont. Res.* 1973;12:68-75.
33. Basrani B, Lemonie C. Chlorhexidine Gluconate. *Aust Endod J.* 2005;31:48-52.
34. Siqueira JF, Uzeda M. Intracanal Medicaments: Evaluation of the Antibacterial Effect of Chlorhexidine, Metronidazole and Calcium Hydroxide Associated with Three Vehicles. *J Endod.* 1997;23:167-69.
35. Paquette L, Lenger M, Fillery ED. Antibacterial efficacy of chlorhexidine gluconate intracanal medication in vivo. *J Endod.* 2001;34:788-95.
36. Tanwar R, Gupta J, Asif S, Panwar R, Heralgi, R. Aloe Vera and its uses in Dentistry. *Indian J Dent Adv.* 2011;3:656-58.

37. Sajjad, A, Subhani SS. Aloe vera: An Ancient Herb for Modern Dentistry-A Literature Review. *J Dent Surg.* 2014;2014:1-6.
38. Nejat-zadeh-Barandozi F. Antibacterial activities and antioxidant capacity of Aloe vera. *Org Med Chem Lett.* 2013;3:5.
39. Sahu PK, Giri DD, Singh R, Pandey P *et al.* Therapeutic and medicinal uses of Aloe vera: a review. *Pharmacol Pharm.* 2013;4:599-610.
40. Sangur R, Bajwa W, Mahajan T, Banerjee A. Aloe Vera: An Ancient Option for Modern Day Dental Problems-A review. *Int J Cont Clin Res.* 2016;3:2351-54.
41. Ajmera N, Chatterjee A, Goyal V. Aloe Vera: it's effect on gingivitis. *J Indian Soc Periodontol.* 2013;17:435-8.
42. Sukumaran P, Eldho K. Silver nanoparticles: mechanism of antimicrobial action, synthesis, medical applications, and toxicity effects. *Int Nano Lett.* 2012;2:32.
43. García-Contreras R, Arqueta-Figeroa L, Mejía-Rubalcava C *et al.* Perspectives for the use of silver nanoparticles in dental practice. *Int Dent J.* 2011;61:297-301.
44. Rosenblatt A, Stamford TC, Nierderman R. Silver diamine fluoride: a caries "silver-fluoride bullet". *J Dent Res.* 2009;88:116-25.
45. Wu D, Fan W, Kishen A, Gutmann JL, Fan B. Evaluation of the antibacterial efficacy of silver nanoparticles against *Enterococcus faecalis* biofilm. *J Endod.* 2014;40:285-90.
46. Kim SK, Kim YO. Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. *Int Endod Journal.* 2002;35:623-28.
47. Lima RK, Guerreiro-Tanomaru JM, Faria-Júnior NB, Tanomaru-Filho M. Effectiveness of calcium hydroxide-based intracanal medicaments against *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2012;45:311-16.
48. Madhubala MM, Srinivasan N, Ahamed S. Comparative evaluation of propolis and triantibiotic mixture as an intracanal medicament against *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2011;37:1287-89.

49. Paniacali P, Zaccaro M, Hirata R. Antimicrobial activity of calcium hydroxide pastes on *Enterococcus faecalis* cultivated in root canal systems. *Braz Dent J.* 2009;20:32-36.
50. Neelakantan P, Danjeev K. Duration-dependent susceptibility of endodontic pathogens to calcium hydroxide and chlorhexidine gel used as intracanal medicament: an in vitro evaluation. *Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;104:138-41.
51. Ferraz C, Rosalen P, Figueiredo B. Microbial Susceptibility to Calcium Hydroxide Pastes and their Vehicles. *J Endod.* 2002;28:758-61.
52. Gondim J, Avaca J, Valentini S. Effect of a calcium hydroxide/chlorhexidine paste as intracanal dressing in human primary teeth with necrotic pulp against *P. gingivalis* *E. faecalis*. *Int J Paediatr Dent.* 2012;22:116-24.
53. Sathorn C, Parashos P, Messer H. Antibacterial efficacy of calcium hydroxide intracanal dressing: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2007;40:2-10.
54. Siqueira JF, Lopes HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J.* 1999;32:361-69.
55. Molander A, Reit C, Kvist T. Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *Int Endod J.* 1998;31:1-7.
56. Sundqvist J, Figdor D, Persson S. Microbiologic Analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1998;85:86-93.
57. Love RM. *Enterococcus Faecalis*-a mechanism for its role in endodontic failure. *Int Endod J.* 2001;34:399-405.
58. Safavi K, Spangberg L, Langeland K. Root canal dentinal tubule disinfection. *J Endod.* 1990;16:207-10.
59. Fabricius L, Dahlen J, Holm S. Influence of combinations of oral bacteria on periapical tissues of monkeys. *J Dent. Res.* 1982;90:200-06.
60. Awawdeh L, Beitawi M, Hammad M. Effectiveness of propolis and calcium hydroxide as a short-term intracanal medicament against *E. faecalis*: a laboratory study. *Aust Endod J.* 2009;35:52-58.

61. Kumar H. An in vitro evaluation of the antimicrobial efficacy of Curcuma longa, Tachyspermum ammi, chlorhexidine gluconate and calcium hydroxide on *E. faecalis*. *J Conserv Dent*. 16;144-47.
62. Leonardo MR, Silva LAB, Filho N. In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. *J Endod*. 1999;25:167-71.
63. Jeansonne MJ, White RR. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontics irrigants. *J Endod*. 1994;20:276-78.
64. Basrani B, Pascon E, Lawrence H. Efficacy of chlorhexidine and calcium hydroxide containing medicaments against *Enterococcus faecalis* in vitro. *Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003;96:618-24.
65. Kishen A, Sum CH, Lim CT. Influence of irrigation regimens on the adherence of *E. faecalis* to root canal dentin. *J Endod*. 2008;34:850-54.
66. Ferrer CM, Arias MT, Ruíz M. Residual activity of cetrимide and chlorhexidine on *E. faecalis*-infected root Canals. *Int J Oral Suci*. 2014;6:46-49.
67. Ercan E, Mehmet D. In vitro assessment of the effectiveness of chlorhexidine gel and calcium hydroxide paste with chlorhexidine against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans*. *Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006;102:27-31.
68. Mattos J, Mori M, Dibo A. Silver nanoparticles in dental biomaterials. *Int J Biomater*. 2015;2015:485275.
69. Park HJ, Roh J, Choi K. Biofilm-inactivating activity of silver nanoparticles: A comparison with silver ions. *J Ind Eng Chem*. 2013;19:614-19.
70. Wu D, Fan W, Kishen A. Evaluation of the antibacterial efficacy of Silver Nanoparticles against *Enterococcus faecalis* biofilm. *J Endod*. 2014;40:286-90.
71. Kammoun M, Miladi S, Damak M. In vitro study of the PLA2 inhibition an antioxidant activities of Aloe vera leaf skin extracts. *Lipids Health Dis*. 2011;10:30.

72. Tanwar R, Gupta J, Asif S. Aloe Vera and its uses in Dentistry. *Indian J Dent Adv.* 2011;3:656-58.
73. Bhardwaj A, Velmurugan. Comparative evaluation of the antimicrobial activity of natural extracts of *Morinda citrifolia*, papain and aloe vera (all in gel formulation), 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide, against *E. faecalis*: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2012;15:293-96.
74. Supreet J, Nirav R, Gupta N. Antibacterial Effect of Aloe Vera Gel against Oral Pathogens: An In-vitro Study. *J Clin Diagn Res.* 2016;10:41-44.

11. Anexos

Anexo 1. Cartel

EFFECTO ANTIMICROBIANO DE DIVERSOS MATERIALES PARA LA MEDICACIÓN INTRACONDUCTO EN ENDODONCIA



Yessica Esther Ruiz Rodríguez, María Jesús Flores Chávez, Ulises Trinidad Hernández Barrios, Ulises Velázquez Encinosa, María Lore Carrillo, Víctor Hugo Torres Ríos

Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología, Facultad de Odontología, Universidad Autónoma del Estado de México



INTRODUCCIÓN

Uno de los requisitos para los medicamentos intraconducto es su efecto antimicrobiano así como su fácil colocación. Existen dos pasos que tienen el mayor impacto durante la eliminación de bacterias: la preparación biomecánica y la medicación intraconducto, en órganos dentarios temporales y permanentes.

OBJETIVOS

Identificar la capacidad antimicrobiana de siete medicamentos intraconducto en un estudio *in vitro*.

METODOLOGÍA

Estudio experimental. Se incubaron un total de 70 muestras divididas en 7 grupos, evaluadas por triplicado mediante cultivo en Agar de Tripticaseína de Soya y siembra de *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212). Los medicamentos intraconducto utilizados fueron: hidróxido de calcio con tres modificaciones (GI [sol. fs.], GII [NaOCl], GIII [AgNP]), GIV aloe vera (AV), GV nanopartículas de plata (Técnica Medical S. A. de C. V.), GVI clorhexidina y GVII clorhexidina con nanopartículas de plata. Los resultados se evaluaron con el análisis estadístico: Kruskal Wallis (p<0.05).

RESULTADOS

Los valores estadísticos más altos (medianas) para halos de inhibición con diferencias estadísticamente significativas fueron encontradas en el GVII(16mm), seguido del GVI(14.9mm) y GV(12.9mm). Por otra parte, los valores más bajos fueron obtenidos en los grupos GIII(7.3mm), GII(7.4mm) y GI(7.5mm). El grupo IV (AV) no mostró inhibición bacteriana.

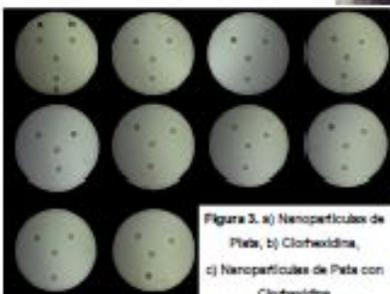




Figura 1. Cajas Petri para incubación

Figura 2. Medición de halos de inhibición con Vernier Digital

Figura 3. a) Nanopartículas de Plata, b) Clorhexidina, c) Nanopartículas de Plata con Clorhexidina

Figura 4. a) Ca(OH)₂/NaOCl, b) Ca(OH)₂/Sol.Fs., c) Ca(OH)₂/AgNP

	Mediana	Desviación estándar	Valor de p
GI	7.5	0.9	0.188
GII	7.4	1.1	0.240
GIII	7.3	0.7	0.263
GIV	-	-	S/I
GV	12.9	1.3	0.048*
GVI	14.9	1.6	0.046*
GVII	16	2.9	0.031*

*Valores estadísticamente significativos p<0.05; S/I: Sin inhibición.

CONCLUSIÓN

El hidróxido de calcio mezclado con tres vehículos no fue tan efectivo como las nanopartículas de plata y su combinación con clorhexidina en este estudio.

La clorhexidina y las nanopartículas de plata son potentes agentes antimicrobianos que pueden ser una alternativa de desinfección y medicación intraconducto en pacientes pediátricos y adultos, más efectivo todavía resultó la combinación de nanopartículas de plata más clorhexidina.

REFERENCIAS

1. Farah C, Tompa RC, de O Ramirez L. Antimicrobial evaluation of sodium hypochlorite in infected dentinal tubules. J Endod. 2009;35:110-13
2. Sjogren U, Ryge D, Spangberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of sodium hypochlorite as a short-term intracanal dressing. Int Endod J. 2003;36:110-20
3. Moshammadi Z, Akbari P. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. Int Endod J. 2006;33:266-267
4. Subramanian S, Balaji S. Silver nanoparticles: mechanisms of antimicrobial action, synthesis, medical applications, and toxicity effects. Int J Nano Lett. 2012;3:32
5. Wu D, Fan W, Cohen S, Gutmann JL, Fan S. Evaluation of the antibacterial efficacy of silver nanoparticles against *Enterococcus faecalis* (strain J Endod. 2014;40:281-82)

Anexo 2. Constancia de participación en Décimo Congreso de Estomatología
Pediátrica DIF Hidalgo



Sistema DIF Hidalgo
Hospital del Niño DIF Hidalgo
Universidad Justo Sierra

Otorgan la presente

Constancia

Paulina Esther Ruíz Rodríguez

Por su participación como **Asistente** en el
"Décimo Congreso de Estomatología Pediátrica"
que se llevó a cabo del 12 al 14 de julio del año en curso,
en las instalaciones del Hospital del Niño DIF Hidalgo,
con valor curricular de 30 horas.


Dra. Georgina Romo Hernández
Directora del Hospital del Niño DIF Hidalgo


Dr. Juan de Dios Carrillo Rocha
Vicerrector Universidad Justo Sierra


Dr. Carlos Eduardo Varela Ibáñez
Profesor Titular del Curso

Pachuca de Soto, Hgo., 14 de julio de 2017.

Anexo 3. Reconocimiento por participación en Décimo Congreso de Estomatología
Pediátrica DIF Hidalgo



Sistema DIF Hidalgo
Hospital del Niño DIF Hidalgo
Universidad Justo Sierra

Otorgan el presente

Reconocimiento

a
Dra. Paulina Esther Ruiz Rodríguez

Por su participación en la presentación del **"Trabajo de Investigación en Cartel"** con el tema:
Efecto antimicrobiano de diversos materiales para la medicación intraconducto en endodoncia

asesorado por la **Dra. Rosa Isela Flores Chávez** en el **"Décimo Congreso de Estomatología Pediátrica"** que se llevó a cabo del 12 al 14 de julio del año en curso, en las instalaciones del Hospital del Niño DIF Hidalgo.


Dra. Georgina Romo Hernández

Directora del Hospital del Niño DIF Hidalgo


Dr. Juan de Dios Carrillo Rocha
Vicerector Universidad Justo Sierra


Dr. Carlos Eduardo Varela Ibáñez
Profesor Titular del Curso

Pachuca de Soto, Hgo., 14 de julio de 2017.

Anexo 4. Votos Aprobatorios



Universidad Autónoma del Estado de México
Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología

Toluca de Lerdo, Estado de México, agosto 2017

**M. EN C.S SARA GABRIELA MARÍA EUGENIA DEL REAL SÁNCHEZ
COORDINADORA DE POSGRADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

PRESENTE:

Anticipando a usted un cordial saludo por este medio le informamos que la **C. D. Paulina Esther Ruiz Rodríguez**, estudiante de la especialidad en Endodoncia, concluyó satisfactoriamente su trabajo de tesis titulado: **"EFECTO ANTIMICROBIANO DE DIVERSOS MATERIALES PARA LA MEDICACIÓN INTRACONDUCTO EN ENDODONCIA"**

Así mismo, entregó constancias de participaciones en eventos y documentación relacionada con el proyecto de tesis antes mencionado. Sin otro particular por el momento, quedan de usted:

**Dr. en Éstoma. Pat. Víctor Hugo Toral Rizo
DIRECTOR**

**Dr. en C.S. Ulises Velázquez Enríquez
ASESOR**
**E. en E. José Trinidad Atenógenes Bernal
ASESOR**

**PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
"2017, año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los
Estados Unidos Mexicanos"**



Jesús Carranza esq. Paseo Tollocan,
C.P. 50130, Toluca, Estado de México
Tel. (722) 2 17 69 07 y 2 17 90 70
Ext. 5060



Anexo 5. Solicitud de Autorización de Impresión del Proyecto

Toluca de Lerdo, Estado de México, agosto de 2017

M. EN C.S. SARA GABRIELA MARÍA EUGENIA DEL REAL SÁNCHEZ
COORDINADORA DE POSGRADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

PRESENTE

La que suscribe, **C. D. PAULINA ESTHER RUIZ RODRÍGUEZ**, pasante de la especialidad en Endodoncia, solicito a usted de la manera más atenta la autorización para llevar a cabo la impresión de tesis derivada del proyecto terminal que lleva por título: **"EFECTO ANTIMICROBIANO DE DIVERSOS MATERIALES PARA LA MEDICACIÓN INTRACONDUCTO EN ENDODONCIA"** que se realizó bajo la tutoría del **Dr. en Estoma. Pat. Víctor Hugo Toral Rizo, Dr. en C.S. Ulises Velázquez Enríquez** y el **E. en E. José Trinidad Atenógenes Bernal**, para así continuar con los trámites de liberación y obtención del grado académico.

Sin otro particular y esperando una respuesta favorable, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE



C. D. Paulina Esther Ruiz Rodríguez



Anexo 6. Carta de Liberación



Universidad Autónoma del Estado de México
Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología

09 de agosto de 2017

C.D. PAULINA ESTHER RUÍZ RODRIGUEZ
ALUMNA EGRESADA DE LA ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

La que suscribe, **M. en C.S. Sara Gabriela María Eugenia del Real Sánchez**, Coordinadora de Posgrado de la Facultad de Odontología por medio de la presente, manifiesto que la alumna egresada de la Especialidad en Endodoncia; **C.D. PAULINA ESTHER RUÍZ RODRIGUEZ**, ha concluido su proyecto terminal titulado "*Efecto antimicrobiano de diversos materiales para la medicación intraconducto en endodoncia*", por lo que puede continuar con los trámites correspondientes para su impresión y los administrativos para la expedición de Diploma de la Especialidad correspondiente.

Sin más por el momento, me despido.

ATENTAMENTE
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
"2017, año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos"


M. EN C.S. Sara Gabriela María Eugenia del Real Sánchez
Coordinadora de Posgrado
Facultad de Odontología

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

c.c.p. Archivo

Jesús Carranza esq. Paseo Tollocan,
C.P. 50130, Toluca, Estado de México
Tel. (722) 2 17 69 07 y 2 17 90 70
Ext. 5060
Coordinación de Posgrado
2-12-64-64
Ext.130

