

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**



**“ESTUDIO DEL EFECTO ANTIMICROBIANO DEL CATDEX SOBRE
EL DESARROLLO DEL *ENTEROCOCCUS FAECALIS*”**

POR

IVONNE DENISE PAREDES TAMEZ

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS EN EL ÁREA DE
ENDODONCIA**

DICIEMBRE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



“ESTUDIO DEL EFECTO ANTIMICROBIANO DEL CATDEX SOBRE
EL DESARROLLO DEL *ENTEROCOCCUS FAECALIS*”

POR

IVONNE DENISE PAREDES TAMEZ

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS EN EL ÁREA DE
ENDODONCIA

DICIEMBRE 2015

ESTUDIO DEL EFECTO ANTIMICROBIANO DEL CATDEX SOBRE EL
DESARROLLO DEL *Enterococcus faecalis*

C.D.M.C. Myriam de la Garza Ramos PhD
Directora de Tesis

C.D., E.E.M.C. Idalia Rodríguez Delgado PhD
Codirector de Tesis

ASESORES

C.D.,M.C. Myriam de la Garza Ramos PhD
Asesor Microbiológico

PhD. Erandi Escamilla García
Asesor Metodológico

MSP. Gustavo Israel Martínez González
Asesor Estadístico

ESTUDIO DEL EFECTO ANTIMICROBIANO DEL CATDEX SOBRE EL
DESARROLLO DEL *Enterococcus faecalis*

C.D., M.C. JORGE JAIME FLORES TREVIÑO
COORDINADOR DEL POSGRADO DE ENDODONCIA

C.D., M.E.O. SERGIO EDUARDO NAKAGOSHI CEPEDA PhD
SUBDIRETOR DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE
ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

ESTUDIO DEL EFECTO ANTIMICROBIANO DEL CATDEX SOBRE EL
DESARROLLO DEL *Enterococcus faecalis*

APROBACIÓN DE LA TESIS

LOS MIEMBROS DEL JURADO ACEPTAMOS LA INVESTIGACIÓN Y
APROBAMOS EL DOCUMENTO QUE AVALA LA MISMA; COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA EN CIENCIAS
ODONTOLÓGICAS CON ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

HONORABLES MIEMBROS DEL JURADO

PRESIDENTE

**SECRETARIO
DR.**

**VOCAL
DR.**

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios por haberme dado la oportunidad de ser parte de esta experiencia en mi vida, y darme los medios para hacer lo mejor posible.

Gracias infinitas a mi Familia, a mis papás y a mis hermanas por estar siempre conmigo y estarme apoyando a lo largo de este proceso y de mi vida.

A mis maestros que constantemente me apoyaron para un mejor aprendizaje y por compartir de sus experiencias.

Quiero expresar mi agradecimiento a mi directora de tesis Myriam Angélica de la Garza asesora de mi tesis, a mi Codirectora de Tesis C.D.M.C. Idalia Rodríguez Delgado. Así como a la Dra. Elizabeth Madla Cruz y la Dra. Mayra Guadalupe Martínez y a mi Asesora en Microbiología Erandi Escamilla, por sus valiosas sugerencias de interés, en la revisión del presente trabajo.

Al Laboratorio de Biología Molecular por el apoyo para la realización de mis estudios.
Al Centro de investigación y Desarrollo en Ciencias de la Salud (CIDICS). por permitirme el uso de su equipo y su invaluable ayuda en el desarrollo de este estudio.

A mis compañeros que me han apoyado haciendo más ligera mi estancia durante todo este posgrado.

A todas las personas que contribuyeron en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

Dedicado especialmente a mis Padres y Hermanas que los amo, gracias por el apoyo moral que siempre me han brindado, por ayudarme a lograr esta meta y cada una de las metas que me he propuesto, gracias por haberme guiado por el buen camino.

ÍNDICE

Resumen.....	7
Introducción.....	8
Antecedentes.....	9
Marco de Referencia.....	17
Materiales y Métodos.....	21
Resultados.....	25
Análisis Estadístico.....	27
Discusión.....	29
Conclusiones.....	29
Referencias Bibliográficas.....	31

Nombre: Ivonne Denise Paredes Tamez

Fecha de Graduación: Julio de 2015

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Odontología

Maestría en Ciencias Odontológicas con Orientación en Endodoncia

Páginas: 72

Título del Estudio: ESTUDIO DEL EFECTO ANTIMICROBIANO DEL CATDEX
SOBRE EL DESARROLLO DEL *Enterococcus faecalis*

RESUMEN

Las bacterias en infecciones endodónticas juegan un papel crucial para el éxito del tratamiento, a pesar de los avances en instrumentos y el gran efecto antimicrobiano del NaOCl existe evidencia científica que no se logra erradicar al 100% la carga bacteriana del sistema de conductos, debido a las condiciones anatómicas e irregularidades del conducto en ocasiones resulta imposible acceder a dichas zonas aunado a la patogenicidad de las bacterias.

Actualmente en endodoncia se tiene la necesidad de investigar nuevos materiales irrigantes que se puedan utilizar para la irrigación del sistema de conductos, que sean capaces de brindarnos un mejor efecto antimicrobiano.

El NaOCl es el irrigante por excelencia utilizado en endodoncia, desde los años XIX que se introdujo para su uso en la terapia pulpar. A pesar de su efecto antimicrobiano eliminando bacterias, hongos, esporas, virus y que además tiene la capacidad de disolver tejido orgánico y necrótico, sin embargo, también se caracteriza por ser una sustancia químicamente inestable, irritante y además caustico para las células.

Una desventaja que tiene su uso durante el tratamiento de endodoncia, es el riesgo que se extruya a los tejidos periapicales y genere una reacción inflamatoria severa.

El Cat Dex es un potente agente antimicrobiano para las bacterias patógenas que regularmente encontramos dentro de los conductos y con la ventaja que no resulta ser citotóxico ya que ha sido empleado anteriormente contra células tumorales.

C.D.M.C. MYRIAM DE LA GARZA RAMOS PhD
DIRECTORA DE TESIS

Introducción

El éxito del tratamiento endodóntico depende de la erradicación de los microbios del sistema del conducto radicular y la prevención de la reinfección. El conducto radicular se ha tratado con instrumentos manuales y rotatorios acompañado de irrigación constante para eliminar el tejido vital o necrótico.

La instrumentación por sí sola no permite el completo desbridamiento y desinfección adecuada del sistema de conductos radiculares ya que es un sistema muy complejo y requiere irrigación para terminar de completar su limpieza en las áreas en donde no es fácil tocar.

La solución irrigadora tiene como objetivo primordial facilitar la preparación biomecánica de los conductos radiculares así como diluir los tejidos vitales y necróticos.

El hipoclorito de sodio, un excelente agente antimicrobiano, es la solución de irrigación más utilizada durante el tratamiento del conducto radicular, ya que brinda grandes ventajas como bajo costo, disolución de tejido orgánico, eliminación de microbios, virus, bacterias, esporas, sin embargo su desventaja es la toxicidad para los tejidos perirradiculares del diente, lo cual puede ocasionar dolor posoperatorio, necrosis de los tejidos de soporte y edema en la zona afectada.

La investigación se llevó a cabo teniendo como finalidad buscar un nuevo irrigante para los conductos radiculares que nos proporcione la eliminación de bacterias anaerobias frecuentes en los conductos y que a la vez no dañe los tejidos perirradiculares, comparando las soluciones irrigantes CarDex y el Hipoclorito de Sodio estudiando su eficacia antimicrobiana.

Hipótesis

El Cat Dex tiene un efecto antimicrobiano sobre *E. faecalis*.

Objetivos Generales

Evaluar la concentración mínima inhibitoria ideal del Cat Dex y el Hipoclorito de Sodio contra *E. faecalis*.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto antimicrobiano del NaOCL al 5.25% contra *E. faecalis*.
- Comparar el efecto antimicrobiano del Cat Dex contra *E. faecalis*.
- Analizar los resultados estadísticos para realizar conclusiones.

ANTECEDENTES

El éxito del tratamiento del sistema de conductos radiculares depende de la metodología y calidad de la instrumentación, irrigación, desinfección y obturación tridimensional del espacio del conducto radicular; para ello diferentes tipos de instrumental manual, mecanizado y soluciones irrigadoras han sido empleadas con el objetivo de obtener un espacio limpio y conformado para recibir la obturación. (Sen *et al.*, 1995)

El tratamiento endodóntico busca el desbridamiento minucioso de los conductos radiculares, eliminando los microorganismos responsables de todas las patologías pulpares y periapicales presentes en los conductos. Es imposible realizar un desbridamiento completo por medios mecánicos en las irregularidades anatómicas que presentan algunos sistemas de conductos radiculares, como deltas apicales y conductos; por lo tanto, la desinfección química a través de la irrigación se convierte en la primera opción para el uso de los clínicos. Dentro de las propiedades que debe poseer un irrigante ideal encontramos la capacidad para eliminar los residuos orgánicos e inorgánicos, lubricar las paredes de la dentina y poseer un efecto antibacteriano residual (Ingle, 2004).

Existen tres soluciones de irrigación comúnmente utilizadas en endodoncia: Hipoclorito de sodio (NaOCl), Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y Clorhexidina (CHX).

Sin embargo, ninguno de estos irrigantes es capaz de cumplir con los requisitos ideales como son: ser antibacteriano, disolver tejido orgánico e inorgánico, tener sustantividad o efecto residual, lubricar adecuadamente las paredes dentinales y no ser citotóxico. Además, cada uno tiene sus propias ventajas y desventajas en diferentes concentraciones: Las principales ventajas de

NaOCl son su capacidad de disolver tejido orgánico y sus propiedades antibacterianas contra la mayoría de los microorganismos por tener un pH alcalino. La desventaja es su gran citotoxicidad en altas concentraciones. El EDTA, en cambio, elimina parte de la capa de barrillo dentinario, pero tiene que ser utilizado con un agente antibacteriano. La Clorhexidina (CHX), por su parte, tiene buenas propiedades antibacterianas y posee sustantividad, pero tiene la desventaja de no disolver tejido orgánico, tampoco elimina la capa de barrillo dentinario y producir reacciones alérgicas en algunos pacientes (Cohen y Haegreaves, 2008).

Teniendo en cuenta las limitaciones de estos tres irrigantes, en el 2003 se introdujo en el mercado el MTAD, con el propósito de poder cumplir con los requisitos de un irrigante ideal. MTAD es una solución acuosa de un 3% de doxiciclina (un antibiótico de amplio espectro), 4,25% de ácido cítrico (agente desmineralizante) y 0,5% de polisorbato (detergente). Desde su introducción, ha sido estudiado como una alternativa de irrigación del canal radicular. Se considera clínicamente efectivo y biocompatible (Singla M. et al. 2011). Sin embargo, esta solución tampoco ha logrado cumplir con los requisitos del irrigante ideal.

Evolución de los irrigantes

En 1893, se utilizó potasio para retirar tejidos necróticos de los conductos radiculares. (Ingle JI and Berveridge E., 1979).

En 1914 en la Primera Guerra Mundial, la solución de Dakin fue utilizada para tratar las heridas infectadas. Así el uso de soluciones a partir de cloro, comienzan a aplicarse para el tratamiento de conductos infectados. En 1915 se comenzó a usar aceites clorados como el aceite parafinado y el Eucaliptol mezclados en partes iguales. El hipoclorito de sodio al 0,5% era usado en el manejo de las heridas, le denominaron solución de "Dakin". (Dakin, 1915).

En 1936, se reconoce la importancia de la solución irrigadora, recomendando el uso de agua clorada, doblemente reforzada para el proceso de irrigación, debido a sus propiedades de disolver las proteínas y por su acción germicida, consiguiendo con ello la eliminación total del tejido pulpar (Walker, 1936).

En 1940, el agua destilada era el irrigante habitualmente utilizado, junto con ácidos como el ácido clorhídrico al 30% y ácido sulfúrico al 50%, sin considerar los peligros que estos agentes ocasionaban a los tejidos perirradiculares. (Lasala, 1992)

En 1941, se preconiza la irrigación del sistema de conductos radiculares con un peróxido de hidrógeno combinado con hipoclorito de sodio, aplicándolo en forma alternada. De esta manera, se consiguió una mayor limpieza gracias a la efervescencia producida por el oxígeno naciente de la liberación del agua oxigenada (Grossman Y Meiman, 1941).

En 1945, Se describe la irrigación como parte de la aplicación de métodos mecánicos destinados a la exploración, ensanchamiento y preparación de los conductos radiculares, para recibir la obturación definitiva, que, constituye el recurso preponderante en la conducto terapia. (Pucci, 1945)

En 1946, Se empleó un aparato de irrigación y succión para el lavado de los conductos radiculares. Richmann, en 1957, utilizó el ultrasonido por primera vez durante el tratamiento de conducto, utilizando el cavitron con irrigación. Se obtuvieron buenos resultados (Cohen Y Haegreaves, 2008; Singla M. et al. 2011; Kuttler Y Gutiérrez, 1996).

En 1957, La aparición del ácido etilendiamino tetraacético (EDTA), determinó que tanto los ácidos inorgánicos como álcalis usados en la preparación biomecánica, cayeran en desuso. A la fórmula original propuesta contenía el EDTA al 17%, se agregó posteriormente el bromuro de acetiltrimetil amonio (Cetavión), compuesto de amonio cuaternario, que sin disminuir la acción quelante del EDTA, le proporciona propiedades antibacterianas y facilita la humectación de las paredes radiculares, a este compuesto, se le conoce como EDTAC. (Östby, 1957)

En 1965, Se opinó que la irrigación debe realizarse en una secuencia alternada con agua oxigenada y su fase final se hará siempre con el hipoclorito de sodio, para prevenir la formación de gases en el interior de los conductos. De ahí, la importancia de que la última solución irrigante sea el hipoclorito de sodio. (Ingle Y Taintor, 1987).

En 1969, propusieron el uso de EDTA al 15%, peróxido de urea al 10% y una base homogenizada de carbowax soluble en agua, compuesto conocido comercialmente como técnica telese Rc-prep. (Stewart *et al.* 1969).

En 1974, Se describió un aparato de irrigación y succión para el lavado de los conductos radiculares, el cual consistía en dos terminales de pequeños tubos; uno corto y ancho, y otro más largo y delgado, ambos terminales se juntaban y se colocaban a la entrada del conducto.

Se cree que la irrigación elimina automáticamente los restos de tejido orgánico; también puede emplearse para arrastrar los restos alimentarios si el conducto ha quedado abierto para mantener el drenaje durante el estadio agudo de un absceso alveolar. (Seidberg Y Schilder, 1974)

En 1975, Un preparado comercial de ácido etilendiamino tetraacético (EDTA) con bromuro de cetil trimetilamonio, solución de hidróxido de sodio y agua (REDTA), es señalado como un agente efectivo para limpiar químicamente las paredes del conducto, eliminando el tejido inorgánico remanente e incluyendo la capa de desecho creada durante la instrumentación del sistema de conductos. (McComb Y Smith, 1975).

En 1984, fueron introducidos al mercado otros irrigantes como ácidos, enzimas proteolíticas, soluciones alcalinas, agentes quelantes, oxidantes y solución salina las cuales fueron utilizadas ampliamente como irrigantes en endodoncia (Arape et al. 2005).

En 1980, Se sugiere la utilización de la clorhexidina, como irrigante en la terapia endodóntica. Estudiaron las propiedades de adsorción y liberación de éste agente ya que tenía propiedades antibacterianas, hasta por una semana después de su aplicación (Parsons GJ. et al. 1980).

En 1988, Se reporta el uso de ácido cítrico como agente para la irrigación del sistema de conductos radiculares, igualmente, observaron que los efectos sobre la remoción de la capa de desecho obtenida con el ácido es similar a aquellos donde se utilizó EDTA (Goldmann L. et al. 1988).

En 1991, El hidróxido de calcio también se ha estudiado como una alternativa en la irrigación del sistema de conductos, en investigaciones realizadas in vitro, sobre la capacidad de disolución de tejido pulpar bovino, se concluyó que el hidróxido de calcio no tiene efecto solvente sobre el mismo al emplearse solo o en combinación con NaOCl al 2,5% (Morgan R. et al. 1991).

Se estudiaron los efectos del MTAD como un nuevo irrigante para uso endodóntico, y cuya composición posee el isómero de tetracyclina (doxycycline), más un ácido (ácido cítrico), y un detergente (tween 80). Compararon a NaOCl y el EDTA en la capacidad de matar al *E. faecalis*. MTAD se encuentra para ser tan eficaz como el NaOCl al 5.25% y considerablemente más eficaz que el EDTA (Torabinejad M. et al. 2003).

Objetivo de Irrigación

El proceso de desinfección del conducto radicular no incluye sólo al conducto principal. En realidad, es indispensable que englobe a los conductos laterales, secundarios, inter-conductos y deltas apicales, ya que estas zonas no son accesibles a los instrumentos. Además, la propia dentina está compuesta por túbulos llenos de prolongaciones de odontoblastos, que, en el caso de pulpas muertas, pueden encontrarse contaminados por bacterias (Soares y Goldberg, 2003).

Objetivos de la irrigación: (Soares y Goldberg, 2003):

- Limpieza: Al eliminar por remoción y/o disolución restos pulpares vitales o necróticos y barrillo dentinario producto de la preparación.
- Desinfección: Al eliminar las bacterias existentes en el conducto alterando el pH del medio.
- Lubricación: Al facilitar la acción conformadora de los instrumentos endodónticos.

La solución irrigadora tiene como efecto principal actuar como lubricante y agente de limpieza durante la preparación biomecánica, removiendo microorganismos, productos asociados de degeneración tisular y restos orgánicos e inorgánicos, lo que impide la acumulación de los mismos en el tercio apical, garantizando la eliminación de dentina contaminada y la permeabilidad del conducto desde el orificio coronario hasta el agujero apical. (Hülsman, 1998).

Propiedades de una solución irrigadora ideal.

La selección de una sustancia irrigadora no debe ser aleatoria. El parámetro debe ser regido por el caso en cuestión para que se obtenga el mejor resultado en cuanto a limpieza, saneamiento y desinfección (Estrela, 2005).

Es importante, antes de conocer los agentes que se emplean para la irrigación del sistema de conductos radiculares, que se establezcan primeramente los objetivos de su uso en general, dentro de cada fase del tratamiento, sus propiedades ideales y su clasificación dentro de los diversos materiales de desinfección del espacio pulpar. (Basrani Y Cañete, 1988)

Las propiedades o características ideales que debe reunir un agente irrigante son:

- Ser bactericida o bacteriostático, debe actuar contra hongos y esporas
- Baja toxicidad y estimulante de la reparación de los tejidos perirradiculares
- Solvente de tejidos o residuos orgánicos e inorgánicos
- Baja tensión superficial
- Eliminar la capa de desecho dentinario.
- Lubricante.
- Acción Rápida y Sostenida.
- Soluble en Agua.
- Indoloro.
- Incoloro y sabor neutro.
- Aplicación simple
- No corrosivo
- Mecanismo de dosificación simple
- Tiempo de vida útil adecuado
- Fácil almacenaje
- Bajo costo.

Efectividad de la irrigación

Anatomía del Conducto y Tipo de Preparación

Una irrigación es efectiva cuando la anatomía interna de los conductos radiculares mantiene una buena preparación cónica. La penetración de la aguja está directamente relacionada con el diámetro del conducto, una preparación cónica garantiza la entrada de la aguja durante la irrigación del sistema de conductos. El tipo de aguja utilizada para la irrigación de conductos debe poseer un calibre pequeño para adaptarse a las paredes del conducto, como agujas hipodérmicas con puntas no cortantes (Brunson M. et al. 2010; Ingle Y Backland, 2004).

La permeabilidad de la dentina va a estar determinada por el uso de sustancias que eliminen el barrillo dentinario, dejando los túbulos abiertos al medio. El barrillo dentinario es producido por la acción del instrumental rotatorio o manual al accionarse sobre las paredes dentinarias del conducto; es un subproducto de la instrumentación endodóntica no deseado pero inevitable; por lo tanto, trozos de pulpa esfacelada, sangre líquida o coagulada, virutas de dentina, polvo de cemento, plasma, exudados, restos alimenticios, medicación anterior deben ser eliminados con un irrigante (Kuttler Y Gutierrez, 1996).

Se recomienda la irrigación de la cámara pulpar y de los conductos radiculares en las siguientes etapas: Antes de la instrumentación es necesaria la irrigación para remover las partículas de alimento y saliva; Después de la pulpectomía para eliminar la sangre que puede manchar el diente; antes de usar instrumentos en los conductos; intervalo durante la preparación de conductos y al finalizar la preparación de los conductos (Inoue N., 1985).

La fuerza de la irrigación se incrementa con la disminución del diámetro de la aguja y la efectividad de la irrigación mejora con aguas largas. El riego más efectivo ocurre cuando las aguas largas son insertadas profundamente llegando al ápice radicular. Las agujas de poco calibre se obstruyen fácilmente con cristales de hipoclorito de sodio siendo imposible su reutilización (Arape N. et al. 2005).

La técnica de irrigación es sencilla. Se debe llevar las soluciones a la zona más apical del conducto y, al mismo tiempo aspirar con una cánula de diámetro moderado para ejercer el efecto de succión cerca de la entrada de los conductos. El uso del irrigante combinado con ultrasonido es el medio de irrigación que mayor efecto antibacterial presenta. Utilizando esta combinación se mejora el intercambio de las sustancias en el conducto, permite un calentamiento de la sustancia irrigadora, se eliminan restos dentinarios y parte de la capa de desecho, logrando así un mayor efecto de limpieza (Tsurumachi T. et al 2010; Van der Sluis L. et al. 2007; Castelo P. et al. 2010; Shen Y. et al. 2010; Gregorio C. et al. 2009; Alves F. et al. 2011).

Se clasificó los materiales para la desinfección del espacio pulpar en (Spandberg, 1998):

- Materiales proteolíticos: hipoclorito de sodio, desde una concentración al 0,5% hasta al 5,25% (Solución de Dakin, Clorox).
- Detergentes: amonio cuaternario en concentraciones desde el 0,1% hasta al 1% (Zephiran, Bayer, Alemania), (Tergentol, Lab, Lepetit S.A.); iodóforos en concentración de 0,05% (v/v) (Iodopax,, Wescodine).
- Materiales descalcificantes: peróxido de carbamida; diacetato de diacemetileno bis aminoquinaldio (Salvizol, 0,5%); Ácido etilendiamino tetra acético (EDTA) al 17%; ácido etilendiamino tetra acético, hidróxido de sodio, bromuro de cetilamonio-Cetavlon y agua (EDTAC).

- Lubricantes: asociaciones del ácido etilendiamino tetra acético con peróxido de urea y una base hidrosoluble de polietilenglicol (RC-Prep, Glyoxide).
- Otros agentes de irrigación: ácido cítrico (10-50%), peróxido de hidrógeno (1-10%) y clorhexidina al (0,12-0,20%) (Spandberg, 1998).

Diferentes agentes de irrigación utilizados en la terapia endodóntica

Se han utilizado diversas sustancias para la irrigación del sistema de conducto radicular, como son: (Ingle Y Bakland, 2004)

1. Soluciones químicamente inactivas:

- Solución salina, agua, soluciones anestésicas.

2. Soluciones químicamente activas:

- Enzimas: estreptoquinasa, estreptodornasa, papaína enzymol y tripsina.
- Ácidos: a. fosfórico al 50%, a. sulfúrico al 40%, a. cítrico de 6 a 50%, a. láctico al 50%, a. clorhídrico al 30%.
- Álcalis: Hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, hidróxido de calcio en agua (agua de cal), urea, hipoclorito de sodio de 0,5% a 5,25%.
- Agentes quelantes: sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético del 10 al 15% (EDTA), sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético con peróxido de urea. (RC-Prep), sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético con Cetavlon o bromuro de cetil-trimetilamonio (EDTAC), acetato de bisdequalinium (Salvizol), largal ultra.
- Agentes oxidantes: peróxido de hidrógeno al 3% y peróxido de urea (Gly-Oxide).
- Agentes antimicrobianos: clorhexidina del 0,2 al 2%.
- Detergentes: lauril sulfato sódico (tergentol).

- También se han utilizado otras soluciones como Cloramina T al 5%, Yodopax al 0,4%, Biosept al 0,1% e Hibitane al 0,1%.

MARCO DE REFERENCIA

Enterococcus faecalis

Ryan y Ray en el 2004 mencionaron que el *Enterococcus faecalis* es una bacteria Gram positiva comensal, que habita en el tracto gastrointestinal de los humanos y otros mamíferos. Como otras especies del género *Enterococcus*, *faecalis* puede causar infecciones comprometidas en humanos, especialmente en ambiente de hospital. La existencia de enterococos se potencia porque ha tenido la habilidad de adquirir resistencia a virtualmente todos los antibióticos en uso.

Chavex en el 2007 aportó que la frecuente recolección de *Enterococcus faecalis* en conductos asociados a infecciones persistentes ha intensificado el interés en esta bacteria; por lo tanto esta bacteria ha llegado a ser el microorganismo ideal para probar diferentes irrigantes, medicamentos y soluciones antisépticas usadas in vitro, con hallazgos que revelan su capacidad de resistencia. Este interés en *E. faecalis*, deriva por su habilidad de crecer bajo casi cualquier condición en laboratorio.

Soluciones irrigantes NaOCl y CatDex

En 1998 Gmabrini y colaboradores concluyeron que la frecuencia de irrigación y volumen del irrigante son factores importantes en la remoción de detritos. La frecuencia de irrigación debe aumentar a medida que la preparación se acerca a la constricción apical. Un volumen apropiado del irrigante es de por lo menos, 1 a 2 ml cada vez que el conducto se irriga y se recomienda irrigar al conducto cada vez que se acabe de trabajar entre lima y lima.

Hipoclorito de sodio de 0,5 – 5.25% (NaOCl):

Se considera la solución irrigadora más utilizada en la práctica actual, por ser la que más se acerca a las condiciones ideales por su efectividad para eliminar tejido vital y no vital y además de poseer un amplio efecto antibacteriano, matando rápidamente bacterias, esporas, hongos y virus (incluyendo el HIV, rotavirus, HSV-1 y el virus de la hepatitis A y B). (Siqueira *et al.*, 2000).

Tiene un pH alcalino entre 10,7 y 12,2, es excelente lubricante y blanqueador, posee una tensión superficial baja, posee una vida media de almacenamiento prolongada y es poco costoso. (Hülsmann, 1998) 21

El hipoclorito de sodio reacciona con los restos orgánicos en el sistema de conductos y de esa manera facilita la limpieza. Sin embargo, esta reacción lo va inactivando en su capacidad antibacteriana; por lo tanto, la solución debe ser aplicada frecuentemente al sistema de conductos. (Caleró et al., 1997).

Mecanismo de acción

Su uso en clínica es generalizado en concentraciones que van desde 0.5% hasta el 5.25%. El proceso químico por el cual el NaOCl realiza su acción antimicrobiana ocurre cuando entra en contacto con las proteínas tisulares, haciendo que se formen hidrógeno, formaldehído y acetaldehído. Las cadenas peptídicas se rompen para disolver las proteínas; en este proceso el hidrógeno es sustituido por el cloro con formación de cloramina, que interviene directamente como antimicrobiano, ya que interfiere en la acción oxidativa celular con inactivación enzimática irreversible en la degradación de lípidos y ácidos grasos; de este modo se disuelve el tejido necrótico y el NaOCl penetra y limpia mejor las áreas infectadas. (Drake et al. 1994).

El hipoclorito de sodio resulta un agente irritante para el tejido periapical. (Hülsmann and Hahn, 2000), el sabor es inaceptable por los pacientes y por sí solo no remueve la capa de desecho, ya que solo actúa sobre la materia orgánica de la pulpa y predentina. (Di Lenarda et al. 2000).

Las concentraciones clínicas varían entre el 0,5% al 6%, la dilución del NaOCl disminuye significativamente la propiedad antibacteriana, la propiedad de disolución del tejido y la propiedad de desbridamiento del conducto, al igual que disminuye su toxicidad. (Yesilsoy et al. 1995).

Existen agentes orgánicos de uso clínico relativamente no irritantes, capaces de desmineralizar la dentina y calcificaciones del sistema de conductos radiculares. Estos agentes se denominan compuestos quelantes. (Ørstavik et al. 1990, Seidberg et al. 1974, Weine, 1976).

Se estudiaron las condiciones microbiológicas de los conductos radiculares, con frotis y cultivo de los dientes anteriores y premolares con pulpas necróticas asociadas con patologías crónicas periapicales, antes y después de la preparación

biomecánica (BMP). Encontraron que el BMP más 5% de NaOCl ofrecía el mejor potencial antiséptico (Alves J. et al. 2006)

Se estudió los diferentes aspectos de la desinfección hecha a través del NaOCl utilizando instrumentación mecánica y química, en conjunto con la medicación del canal del conducto entre sesiones de tratamiento. Los microorganismos y sus productos derivados son considerados como la principal causa de patología pulpar y periapical. Con el fin de reducir o eliminar las bacterias y los restos pulpares, se han sugerido varias soluciones de irrigación para ser utilizadas durante el tratamiento. NaOCl, un excelente agente antimicrobiano, es la solución de riego más común durante la terapia de conducto radicular (Mohammadi Z., 2008).

Se cuantificaron las endotoxinas y bacterias cultivables en los dientes con necrosis pulpar y periodontitis apical antes y después de la preparación con NaOCl al 2,5% y para investigar la posible correlación de endotoxinas y bacterias cultivables con la presencia de sintomatología clínica. Los resultados indican que la preparación con NaOCl al 2,5% fue moderadamente efectiva contra las bacterias, pero menos efectiva contra las endotoxinas en la infección del conducto radicular (Martinho Y Gomes, 2008).

El hipoclorito de sodio es hipertónico (2,800 mOsmol/kg) y muy alcalino (pH = 11.5 a 11.7). La actividad solvente, y las propiedades antimicrobianas son debidas primariamente a: a) la habilidad del hipoclorito de sodio de oxidar e hidrolizar las proteínas celulares, b) la liberación de cloro, para formar ácido hipocloroso, y c) a largo plazo, su habilidad osmótica de extraer líquidos fuera de las células (Di Lenardo R. Y Cadenaro M., 2000)

Ventajas Y Desventajas del NaOCl

- Ventajas: Los beneficios que proporciona el hipoclorito de sodio como irrigante durante la terapia endodóntica son: efectividad para eliminar el tejido vital y no vital, con un amplio efecto antibacteriano, destruyendo bacterias, hongos, esporas y virus, es excelente lubricante y blanqueador, favoreciendo la acción de los instrumentos, posee una tensión superficial baja, vida media de almacenamiento prolongada, y es poco costoso. En algunos estudios se ha demostrado que la capacidad de penetración de este irrigante en los túbulos dentinales, depende directamente de la concentración utilizada (Frais S Y Gulabivala K., 2001).

- **Desventajas:** Es un agente irritante, citotóxico para el tejido periapical⁷ el sabor es inaceptable por los pacientes, y por sí solo no remueve el barro dentinario, ya que sólo actúa sobre la materia orgánica de la pulpa y la predentina. (Wennbery A., 1982).

CatDex

Una propiedad citotóxica potente de CatDex, es una macromolécula poli - catiónica, que ha sido previamente demostrado en cultivos de células tumorales (Márquez et al. 2004).

El efecto citotóxico de un dextrano catiónico se ha estudiado in vitro utilizando carcinomas de células transicionales de alto grado (Márquez et al. 2002).

Preparación Conjugada del CatDex

Compuestos de guanidina tienen importantes propiedades bioquímicas. La aminoguanidina, como un ejemplo, es un antioxidante, un inhibidor de la óxido nítrico sintasa (NOS) que previene la formación de óxido nítrico, y un inhibidor de los productos finales de glicosilación avanzada (AGEs). Como un antioxidante, aminoguanidina puede afectar a la formación de lesiones ateroscleróticas mediante la protección de la oxidación de LDL. La inhibición de los AGE podría tener un efecto preventivo sobre el daño tisular causado por la diabetes, donde los AGE son considerados como un factor importante. El papel en el cáncer es complejo y no se entiende completamente, pero puede tener influencia sobre el crecimiento y la progresión (Meurling L. et al 2009).

Se investigó el efecto inhibidor del crecimiento tumoral de guanidina conjugado (un polyguanidine). El efecto sobre el crecimiento de células tumorales se estudió en cultivos de próstata, mama, vejiga y cáncer de células renales, y se realizó un ensayo de citotoxicidad fluorométrico. Conjugados de guanidina, se prepararon por reacción de aminoguanidina o agmatina con peryodato de dextrano oxidado seguido por aminación reductora. El efecto citotóxico se comparó con una antraciclina (adriamicina). Los conjugados de dextrano - guanidina eran citotóxicos a concentraciones micromolares bajas, y el conjugado de dextrano - aminoguanidina (GDC) tenía la más alta eficacia, siendo más eficiente que la adriamicina, en todas las líneas celulares tumorales probadas. De mama y las células de cáncer de próstata son los más sensibles. A 0,5 mM , GDC mató a > 95 % de las células de cáncer de mama en comparación con 25 % para la adriamicina . En las células de cáncer de próstata, GDC mató ≈ 55 % de las

células a 0,1 mM y 100 % de las células a 0,5 mM en comparación con ≈ 22 y 62 %, respectivamente, para la adriamicina. No conjugada aminoguanidina y agmatina no parecían afectar el crecimiento de células tumorales, incluso a altas concentraciones (mM). Polímero conjugado con guanidina es una plantilla potencialmente útil para la construcción de tumor terapéutica focalización agentes citotóxicos (Meurling L. et al 2009).

El efecto citotóxico de un dextrano catiónico se ha estudiado in vitro utilizando carcinomas de células transicionales de alto grado (Márquez M. et al. 2002).

Se ha demostrado, que CatDex fue citotóxico a concentraciones micromolares bajas y tiene una alta eficacia, siendo más eficiente que la Adriamicina , en líneas de células tumorales (Meurling et al. 2009).

Las líneas celulares tumorales sobreexpresan membrana de ácido siálico que tiene una fuerte carga electronegativo a pH fisiológico que permite la interacción con polímeros catiónicos en células de cáncer in vitro (Márquez M. et al. 2004).

MATERIALES Y METODOS

CRITERIOS METODOLOGICOS:

El diseño del estudio fue

Criterios de Inclusión.

- Medio de cultivo: Infusión Cerebro Corazón.
- Cultivo puro de bacterias *E. faecalis*.
- CatDex concentraciones:
 - o 1mM
 - o 0.5mM
 - o 0.25mM
 - o 0.17mM
 - o 0.12mM
 - o 0.08mM

- Control +: Hipoclorito de Sodio (NaOCL).
- 5.25% (702mM)
- 2.62% (321mM)
- 1.31% (175mM)
- Control -: Agua Destilada.
- Control de crecimiento (cultivo de *E. faecalis*).

Criterios de exclusión.

- Ausencia de crecimiento bacteriano de *E. Faecalis*.
- Cualquier otra bacteria que no sea *E. faecalis*.
- Diferente medio de cultivo.

Criterios de eliminación.

- Contaminación durante el proceso.
- Otras bacterias y otros agentes antimicrobianos.

Definición de variables

Independientes. (CAUSA)		Dependientes. (EFECTO)	
Variable	Escala (intervalo, ordinal, nominal)	Variable	Escala (intervalo, ordinal, nominal)
<ul style="list-style-type: none"> • Hipoclorito de Sodio. • CatDex. • Agua Destilada. 	Intervalo : mL.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>E. faecalis</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nominal

Se realizó un análisis de la eficacia antimicrobiana del CatDex a diferentes concentraciones en una mezcla bacteriana de *Enterococcus faecalis* (ATCC 11420) proporcionadas por la Unidad de Odontología Integral y Especialidades del CIDICS, UANL.

DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS

Cultivo Bacteriano

Las cepas utilizadas en este estudio fueron cultivos puros de la American Type Culture Collection (ATCC): *Enterococcus faecalis* (ATCC 11420). El cultivo y las condiciones de la bacteria se basó de acuerdo a las especificaciones de las técnicas. *E. faecalis* fue subcultivadas a 37°C durante 48 horas en placas de agar con Infusión Cerebro Corazón (ICC, Becton Dickinson Bioxon México) y luego se inocularon a una absorbancia de 600 nm de 0.2 (Thermo Scientific Spectrophotometer Genesys 10UV Scanning Madison, WI-USA) en un matraz Erlenmeyer de 250 ml con 100 ml de caldo de ICC. Las bacterias fueron incubadas durante 10 h y 18 h respectivamente a 37°C hasta que el alcanzaron la fase logaritmica (Thermo Scientific Lab-Line Incubator. Iowa, USA). La cepa de *E. faecalis* se cultivó bajo condiciones aerobicas debido a las características de tolerancia de oxígeno ya que es una bacteria anaeróbia facultativa; Esta atmosfera tenía una mezcla de H₂ (10%), CO₂ (5%) y N₂ (85%) (Praxair/México). El medio de cultivo y el material utilizado fue pre-esterilizado 15 minutos a 120°C (All American, Hillsville, USA.)

Preparación de conjugado CatDex y estudios de unión

Se realizó la síntesis de conjugado de CatDex como fue descrito previamente por Meurling L. et al, 2009.

Modificación Dextrano . Dextrano 70 PhEUR (Pharmacosomes AS, Dinamarca) se utilizó como columna vertebral del conjugado. El sodio meta-peryodato (MerckAG, Darmstadt Alemania), se utilizó para la oxidación del dextrano (activación). La aminoguanidina (Sigma-Aldrich, Suecia), se utilizó para el acoplamiento. Cianoborohidruro de sodio (Chemicon, Estocolmo, Suecia), se utilizó para la aminación reductora. NAP-5 y PD-10 y columnas desechables Sephadex G-25 fueron utilizados para la separación y purificación (Farmacia Amersham Biotech AB).

Activación y acoplamiento. Como se ha descrito previamente (20), Dextrano 150 mg se disolvió en 5 ml de agua desionizada. Se añadió ácido sulfúrico concentrado (25 µl), seguido por 0.120 g de peryodato de sodio. La mezcla de reacción se agitó en la oscuridad a temperatura ambiente durante 45 min. A continuación, se añadió acetato de sodio 0.2 mol l⁻¹ l y valoró a un pH 6.5. Se

añadió aminoguanidina (160 mg) y se disolvió. La mezcla se incubó por agitación suave durante 240 minutos en la oscuridad a temperatura ambiente. Entonces se añadió cianoborohidruro de sodio 20 mg en 0,1 mol l-1 de NaOH y se mezcló. La solución se incubó por agitación suave durante 60 minutos en la oscuridad a temperatura ambiente. Después de la incubación, la solución se purificó en una columna PD-10, utilizando 100 mmol l-1 de acetato de sodio pH 6,5 como eluyente.

Cinética de crecimiento

Para iniciar la cinética de crecimiento se debe conocer la concentración celular deseada (células/mL) para un volumen conocido. La concentración deseada debe medirse mediante microscopía y en su equivalente por absorbancia con la ayuda de un lector de espectrofotometría con luz visible. Para el estudio aquí presentado se usa una absorbancia de 0.2 en la escala de McFarland a una longitud de onda de 600nm.

La fórmula a seguir para saber la cantidad a inocular es:

$$V_1 * C_1 / V_2 * C_2$$

Donde:

V₁: Volumen conocido

C₁: Concentración celular deseada

V₂: Diluciones totales realizadas de la concentración celular

C₂: Concentración celular medida (microscopía/espectrofotómetro) multiplicado por V₂.

Luego de realizar adecuadamente las activaciones de las bacterias y lograr un crecimiento y desarrollo favorable mediante su precultivo, se procede a iniciar el ensayo correspondiente a la cinética de crecimiento de cada bacteria.

Las curvas de crecimiento se efectuó por duplicado en matraces Erlenmeyer de 250 mL con un volumen de 200 mL de medio de cultivo. Desde su inoculación para el tiempo cero se fue monitoreando el desarrollo celular en intervalos de tiempo determinados de 2 horas, puesto que para algunas bacterias el crecimiento es más rápido con respecto a otras. A fin de tener la mayor parte de los puntos representativos de la cinética, se realizaron cultivos a una hora muy temprana del día y posteriormente a otra hora por la tarde/noche.

Durante cada toma de muestra de 2 mL, se monitoreo el pH del cultivo con un potenciómetro (Denver Instruments, Ultrabasic, USA), la concentración celular (células/mL) y la densidad óptica (DO_{600nm}).

Concentración mínima inhibitoria (MIC)

Hemos utilizado el método de concentración mínima inhibitoria como indicador para determinar la susceptibilidad de los microorganismos a compuestos antimicrobianos (Andrews, 2001), esta técnica se considera como el "estándar de oro". El control positivo utilizado para este estudio fue el NaOCl (CLORALEX) con un peso molecular de 74,44 g/mol. En esta presentación, el NaOCl comercialmente viene al 5.25% (705 mM). Para el estudio, se utilizó directo, en dilución de 1:2 (2,62%) (351 mM), y de 1:4 (1.31%) (175 mM). El intervalo de concentraciones para CatDex se encuentra preparado a 1,0 mM (70 mg/L), dicho de otra manera al 1%. El control negativo fue una solución salina constituido por 9% de NaCl (peso/volumen)

Las muestras se realizaron en condiciones estériles en gabinetes de bioseguridad (Clase II, Tipo A2. Kansas, EE.UU.) por triplicado.

Los inóculos de *E. faecalis* se cultivaron previamente como se ha descrito durante 12 h y 18 h respectivamente, hasta que los cultivos alcanzaron la fase de crecimiento logarítmico. Una concentración de bacterias entre 10^7 - 10^8 células/mL (turbidez a un estándar McFarland 0,5 (Audrey Wanger et al, 1995). *E. faecalis* se incubó bajo condiciones aeróbicas, a 37 °C durante 24 horas. La manipulación de los componentes a los tubos de ensayo, se efectuó en el siguiente orden: 1) caldo ICC, 2) molécula de interés (CatDex), y 3) bacteria. La MIC fue hecha por triplicado. El análisis de datos se realizó cualitativamente observando la presencia o ausencia de turbidez en tubos de ensayo y cuantitativamente; mediante la medición de pH y la absorbancia (600 nm).

RESULTADOS

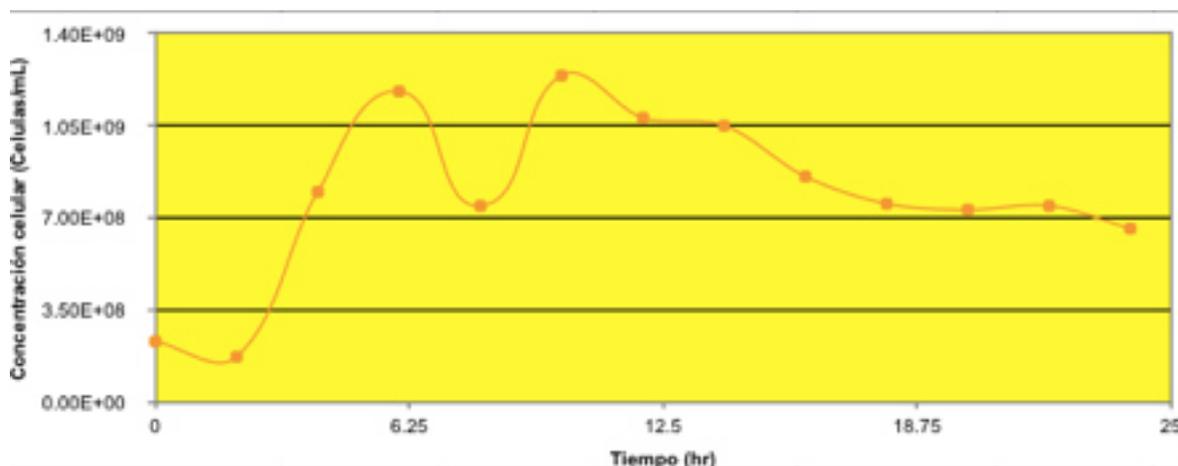
Cinética de Crecimiento

Antes de someter a las bacterias a cualquier tipo de experimentación bajo condiciones diversas de crecimiento, es importante conocer sus características de crecimiento en los medios de cultivo típicos.

Cada bacteria muestra diferente tipo de crecimiento dependiendo de varios factores como el metabolismo, temperatura y ambiente que cada uno requiere para su desarrollo.

La bacteria *Enterococcus faecalis* presento su punto máximo de crecimiento a las 10 horas (Gráfica 1), con valores de $2.15 (\pm 0.45)$, 12.4×10^8 células/mL y un pH $6.5 (\pm 0.0)$ respectivamente.

Estos resultados son básicos y de suma importancia para realizar la Concentración Mínima Inhibitoria (MIC), ya que de esta manera se puede basar en una fuente de crecimiento celular equitativo entre las bacterias patógenas con un metabolismo en su máxima expresión (virulencia).

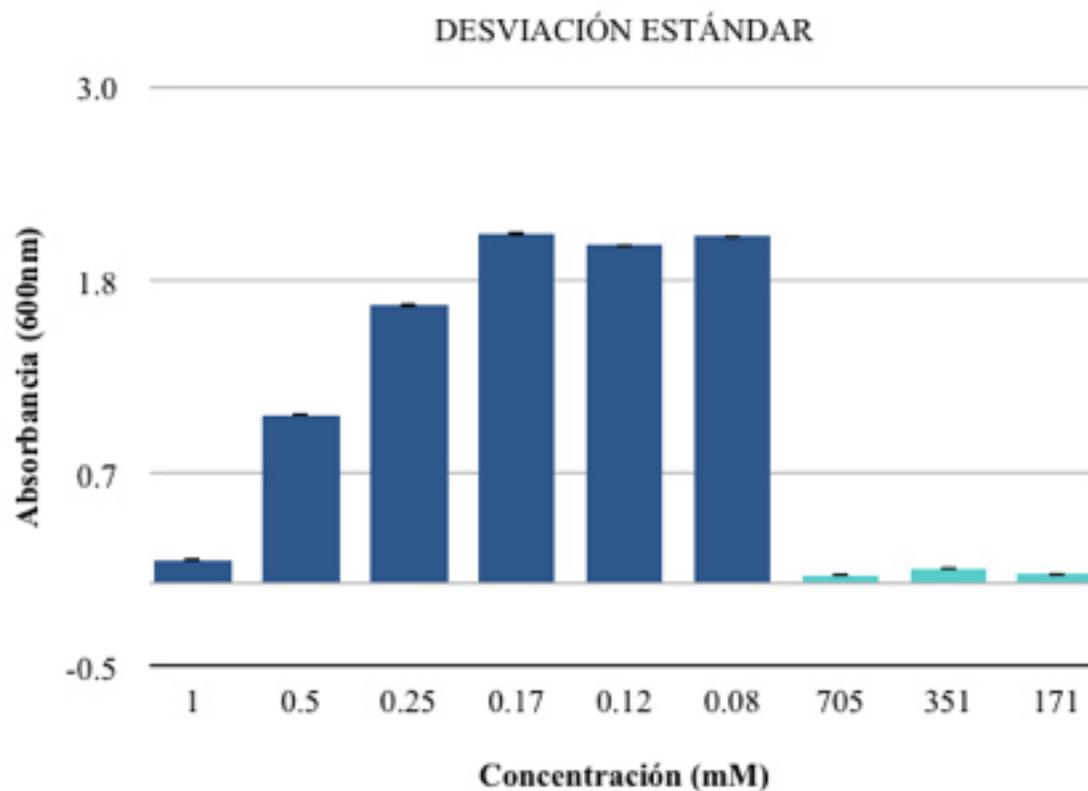


Gráfica 1. Cinética de Crecimiento *E. faecalis*

CONCENTRACIÓN MINIMA INHIBITORIA

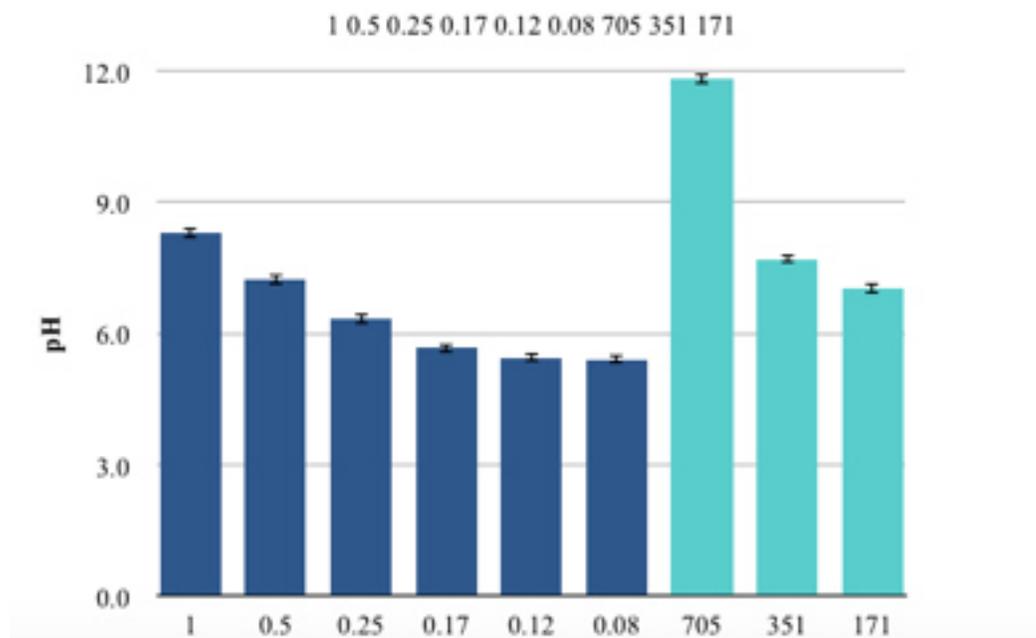
Control de crecimiento de *E. faecalis* después de 24 horas de incubación.

ABSORVACIA	Concentración (mM)	ABS. 1	ABS. 2	ABS. 3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
CaDex 1	1	0.133	0.146	0.148	0.142	0.00814452781524707
CaDex 2	0.5	1.039	1.026	0.987	1.017	0.0270616579930597
CaDex 3	0.25	1.667	1.628	1.72	1.678	0.0466082968293558
CaDex 4	0.17	2.2	2.069	2.066	2.112	0.0765136153461157
CaDex 5	0.12	2.153	1.843	2.125	2.040	0.171468170029698
CaDex 6	0.08	2.136	1.977	2.174	2.096	0.104509967626697
NaOCL 1	705	0.05	0.051	0.048	0.050	0.00152752523165195
NaOCL 2	351	0.09	0.085	0.083	0.086	0.00360555127546398
NaOCL 3	171	0.051	0.05	0.062	0.054	0.00665832811847939

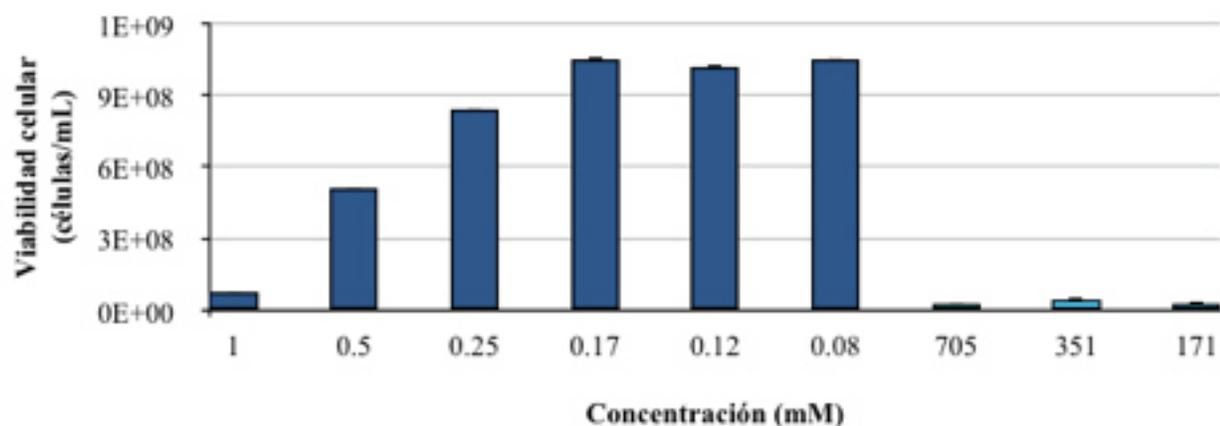


PH	Concentración (mM)	PH 1	PH2	PH3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR
PH CATDEX 1	1	8.36	8.36	8.16	8.293	0.115
PH CATDEX 2	0.5	7.15	7.38	7.14	7.223	0.136
PH CATDEX 3	0.25	6.52	6.3	6.18	6.333	0.172
PH CATDEX 4	0.17	5.66	5.67	5.65	5.660	0.010
PH CATDEX 5	0.12	5.57	5.2	5.58	5.450	0.217
PH CATDEX 6	0.08	5.5	5.27	5.44	5.403	0.119
PH NaOCL 1	705	11.83	11.78	11.88	11.830	0.050
PH NaOCL 2	351	8.27	7.47	7.37	7.703	0.493
PH NaOCL 3	171	7.03	6.94	7.09	7.020	0.075

PH



CONCENTRACIÓN CELULAR CATDEX	Concentración (mM)	CONC. 1	CONC. 2	CONC. 3	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR
CalDex 1	1	6.6600000E+07	7.31E+07	7.38E+07	7E+07	4E+06
CalDex 2	0.5	5.2E+08	5.1E+08	4.9E+08	5.1E+08	1.4E+07
CalDex 3	0.25	8.4E+08	8.1E+08	8.6E+08	8.4E+08	2.3E+07
CalDex 4	0.17	1E+09	1E+09	1E+09	1E+09	4E+07
CalDex 5	0.12	1E+09	9.2E+08	1E+09	1E+09	9E+07
CalDex 6	0.08	1E+09	9.9E+08	1E+09	1E+09	5E+07
NaOCL 1	705	2.50E+07	2.55E+07	2.38E+07	2.48E+07	8.74E+05
NaOCL 2	351	4.48E+07	4.25E+07	4.13E+07	4.29E+07	1.78E+06
NaOCL 3	171	2.54E+07	2.51E+07	3.09E+07	2.71E+07	3.27E+06



CONCLUSIONES

Se pudo concluir mediante la metodología desarrollada en presente investigación:

La fase logarítmica de crecimiento identificada mediante la cinética de crecimiento para *E. Faecalis* fue a las 10 horas.

En base a los resultados obtenidos, se rechaza la **HIPOTESIS** que se planteó ya que el CatDex no logró igualar ni superar el efecto antimicrobiano del NaOCl.

Discusión

En la presente investigación se evaluó in vitro la actividad antimicrobiana del CatDex y se comparó con el NaOCl frente a la bacteria de *Enterococcus faecalis*, para ser utilizados como irrigantes en la terapia endodental.

En el desarrollo del procedimiento se analizó la Concentración Mínima Inhibitoria, frente a la bacteria *Enterococcus faecalis* en su fase exponencial.

Los medios de cultivo utilizados fueron Infusión Cerebro Corazon en caldo para la prueba de concentración mínima inhibitoria como lo reportan en su metodología diferentes artículos en la literatura actual. (Tuncay et al., 2015) (Ravi et al., 2015)

El CatDex es una molécula nunca antes reportada en estudios de irrigación en endodoncia. Sin embargo _____ y colaboradores, en sus estudios demostraron que frente a microorganismos orales como *Streptococcus mutans* y *Porphyromonas gingivales* su efecto antibacteriano era eficaz al ser utilizado a concentraciones por debajo de 0.12%. **(dra erandi)**

Estos resultados no coinciden con los obtenidos en este trabajo ya que *E. Faecalis* no mostró sensibilidad al CatDex.

Kim y colaboradores en el 2015, también obtuvieron resultados discrepantes de la difusión en disco y la prueba de caldo antibacteriano, al probar con MTA-Angelus y Endocem MTA frente a distintas bacterias orales. Ambas pruebas revelaron que las bacteria más resistente era *E. faecalis*, que no era susceptible en absoluto, en la prueba de difusión en disco. (Kim et al., 2015)

Esto se debe a que los microorganismos utilizados en el presente estudio son mucho más virulentos y resistentes. *E. Faecalis* es un microorganismo comúnmente observado en las infecciones endodónticas persistentes o

infecciones secundarias intrarradiculares asociadas con el fracaso del tratamiento endodóntico. (**Charles et al, 2006; Evans et al., 2002**).

La concentración mínima inhibitoria de CatDex encontrada para *P. endodontalis* fue de 0.15%, y de 1% para *E. Faecalis* y la mezcla. Resultados que contrastan con la literatura que menciona que para *S. mutans* y *P. gingivales* la concentración mínima inhibitoria del CatDex es de 0.05 mM. (**Dra. Erandi**)

En este caso, ambas bacterias mostraron una sensibilidad al control positivo utilizado (NaOCl), el cual ha sido utilizado como el irrigante de elección durante mucho tiempo a diferentes concentraciones (0.5-5.25%) durante la instrumentación. (**Yamashita et al., 2003**)

En el presente trabajo, la concentración más eficaz para ambas bacterias, y la mezcla de ellas, fue al 5.25%; coincidiendo con múltiples publicaciones en las que ha demostrado la mayor zona de inhibición contra *E. faecalis* considerándose como estándar de oro. (**Karkare et al., 2015**)

En cuanto a la reducción que logró el hipoclorito de sodio al 5.25% del *E. faecalis*, del 96%. En estudios similares los resultados reportan una reducción mayor al 50%. (**Díaz et al., 2014**) La proporción de eliminación de microorganismos con estudios realizados por Giardino y col. en el 2007 (20), donde demostraron que el hipoclorito de sodio al 5.25% era altamente eficaz en la erradicación de colonias de *E. faecalis*. Estos resultados son consistentes con trabajos publicados anteriormente utilizando diferentes metodologías (16,17,21). En un estudio publicado, donde se comparó el efecto antimicrobiano del NaOCl y el MTAD frente a esta bacteria, ambos lograron una eliminación significativa de la mayoría de las UFC de *E. Faecalis*.

Por otra parte, el efecto antibacteriano con *E. Faecalis* fue por encima del 90%, lo cual coincide con la investigación realizada por **Kapdan et al., 2015** en el cual obtuvo el óptimo resultado con NaOCl al 2.5% frente a la bacteria previamente mencionada.

La tercera concentración de NaOCl que se analizó fue al 1.25% en donde los resultados para ambas bacterias y la mezcla fue de una reducción bacteriana del 80%. Resultados que son similares a los publicados recientemente en donde el número medio de células bacterianas recuperadas del grupo NaOCl al 1% fue significativamente mayor que la del NaOCl al 4%. (**Christo et al., 2015**)

A ninguna de las concentraciones se logró una eliminación por completo de ambas bacterias, lo cual va de acuerdo con los reportes encontrados. Hasta ahora, no hay soluciones irrigante capaces de eliminar completamente *E. faecalis* del conducto radicular. (**Flach et al., 2015**)

LITERATURA CITADA

- Ahangari Z, Samiee M, Yolmeh MA, Eslami G, Antimicrobial activity of three root canal irrigants on enterococcus faecalis: an in vitro study, 2008, Iran Endod J. 2008;3(2):33-7.
- Alves F, Almeida B, Neves M, Moreno, J, Rôças I, Siqueira J, Disinfecting Oval-shaped Root Canals: Effectiveness of Different Supplementary Approaches, 2011, J Endod 2011; 37:496–501.
- Alves J, Pires D, Influence of sodium hypochlorite-based irrigants on the susceptibility of intracanal microbiota to biomechanical preparation, 2006, Dent. J 2006; 17: 4.
- Aranda-Garcia AR, Guerreiro-Tanomaru JM, Faria-Júnior NB, Chavez-Andrade GM, Leonardo RT, Tanomaru-Filho M, Bonetti-Filho I, Antibacterial effectiveness of several irrigating solutions and the Endox Plus system - an *ex vivo* study, 2012 Int Endod J. 2012 Dec;45(12):1091-6.
- Arape N, Avendaño E, Aranguibel V, Belandria L, Briceño J, Castellanos M. Irrigación de conductos radiculares, 2005, ULA 2005; 2-31.
- Barcelos R, Portela MB, Soares RM, Gleiser R, Silva-Filho FC, Inhibitory activity of root canal irrigants against *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis* and *Staphylococcus aureus*, 2010, Res. orales. 2010; 24 (4):406-12.
- Baumgartner J, Johal S, Gordon J, Comparison of the Antimicrobial Efficacy of 1.3% NaOCl/BioPure MTAD to 5.25% NaOCl/15% EDTA for Root Canal Irrigation, 2007, J Endod 2007; 33: 48-51.
- Bidar M , Hooshiar S , M Naderinasab , Moazzami M , Orafaee H , Naghavi N , H Jafarzadeh , Comparative study of the antimicrobial effect of three irrigant solutions (chlorhexidine, sodium hypochlorite and chlorhexidinated MUMS), 2012 J Contemp Dent Pract. 2012; 13 (4) :436-9.
- Botha FS ,van der Vyver PJ Herbst D , Ismail M, Antimicrobial efficacy and irrigating potential of irrigation solutions using different activation methods, 2009, SADJ. 2009; 64 (2): 56, 58-60, 62.

Brunson M, Heilborn C, Johnson J, Cohenca N, Effect of Apical Preparation Size and Preparation Taper on Irrigant Volume Delivered by Using Negative Pressure Irrigation System, 2010, *J Endod* 2010; 36: 721-724. 3 6

Caleró FS, Palanco SN, Sanches RJ, Bonetti J, Khouri E, Bramante C, Acao química do EDTA sobre a dentina radicular-análise com espectrofotometria de absorcao atómica, 1997, *Rev Fac. Odontol, Bauru*, 1997, 5:65-68.

Cohen S, Haegreaves K, Limpieza y Conformación de Conductos Radiculares, Vías de la Pulpa, 9º ed. España, 2008, Elsevier; 2008. p. 321.

Dakin HD, On the use of certain antiseptic substances in the treatment of infected wounds, 1915, *Br Med*, 1915; 2(2852):318-20.

Desai P, Himel V, Comparative Safety Of Various Intracanal Irrigation Systems, 2009 *J Endod* 2009; PII: S0099-2399(09)00094-6.

Di Lenarda R, Cadenaro M, Sbaizero O, Effectiveness of 1 mol-1 citric acid and 15% EDTA irrigation on smear layer removal, 2000, *Int. Endod. J. Jan*; 33(1):46-52.

Drake DR, Wiemann AH, Rivera EM, Walton RE, Bacterial retention in canal walls in vitro: effect of smear layer, 1994, *J Endod* 1994; 20(2): 78-82.

Duarte L, Grazziotin R, Azevedo A, Zen A, Santos J, Dissolution of bovine pulp tissue in solutions consisting of varying NaOCl concentrations and combined with EDTA, 2010, *Oral Res* 2010; 24.

Escamilla E, Alcazar A, Segoviano J, Del Angel C, López A, De la Garza M, Medina C, Marquez M, Holmberg A. Antimicrobial activity of CatDex against two oral bacteria: *Porphyromonas gingivalis*-W83 and *Sreptococcus mutans*-UA130, CatDex: a new oral antimicrobial.

Essner MD, Javed A, Eleazar PD, The effect of using an alternative irrigant between sodium hypochlorite and chlorhexidine to prevent the formation of para-chloroaniline within the root canal system, 2011, *Oral Surg Oral Med Oral Patol Oral Endod Radiol*. 2011; 112 (5):662-6.

Estrela C. Ciencia Endodóntica, En: Hipoclorito de Sodio, 2005, 1º ed. Sao Paulo: Brasil, Artes Médicas Ltda 2005; p.415-455.

Fedorowicz Z, Nasser M, Sequeira-Byron P, de Souza RF, Carter B, Heft M, Irrigants for non-surgical root canal treatment in mature permanent teeth, 2012, *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;9:CD008948. 3 7

Frais S, Gulabivala K, Some factors affecting the concentration of available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite, 2001, *Int Endod J* 2001; 34: 206-215.

Gandi P, Vasireddi SR, Gurram SR, Darasani1 K, Evaluation of the Antibacterial efficacy of Omeprazole with Sodium Hypochlorite as an Endodontic Irrigating Solution- An Invivo Study, 2013, J Int Oral Health. 2013; 5(2):14-20.

Giardino L , Savoldi E , Ambu E , Rimondini R , Palezona A , Debbia EA, Antimicrobial effect of MTAD, Tetraclean, Cloreximid, and sodium hypochlorite on three common endodontic pathogens, 2009, Indian J Dent Res. 2009; 20 (3): 391.

Goldman M, White RR, Moser CR, Tenca JI, A comparison of three methods of cleaning and shaping the root canal in vitro, 1988, J Endodon 1988; 14:7-12.

Gowda L, Das UM, Effect of various concentrations of sodium hypochlorite on primary dentin: an in vitro scanning electron microscopic study, 2012, J Clin Pediatr Dent, 2012; 37(1):37-43.

Grawehr M, Sener B, Waltimo T, et al. Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions, 2003, Int Endod J 2003;36:411–5.

Gregorio C, Estevez R, Cisneros, R, Heilborn C, Cohenca N. Effect of EDTA, Sonic, and Ultrasonic Activation on the Penetration of Sodium Hypochlorite into Simulated Lateral Canals, 2009, J Endod 2009; 35: 891–895.

Grossman LI, Meiman BW, Solution of pulp tissue by chemical agents, 1941, J Am Dent Assoc, 1941; 2:223-225.J.

Guerreiro-Tanomaru JM , Morgental RD , Flumignan DL , Gasparini F , Oliveira JE , Tanomaru-Filho M, Evaluation of pH, available chlorine content, and antibacterial activity of endodontic irrigants and their combinations against *Enterococcus faecalis*, 2011, Oral Surg Oral Med Oral Patol Oral Endod Radiol. 2011; 112 (1) :132-5.

Hülsmann M, Irrigación del conducto radicular: objetivos, soluciones y técnicas, 1998, J Endodon Pract, 1998; 4(1) :15-29.

Ingle J, Bakland L, Preparación de la Cavidad Endodóntica, 2004, 5ªed. Mexico, McGrawhill interamericana, S.A; 2004.

Ingle JI and Beveridge E, 1979, Endod 2da. Ed. Editorial Interamericana, México, 1979, pp. 169-173. 3 8

Ingle JI, Taintor JF, 1987, Endodon 3era ed. Interamericana. México.pp:184-90.

Inoue N, Dental clinic study determination root Canals irrigation, 1985, J can dent Assoc 1985; 39.

- Kamberi B, Bajrami D, Stavileci M, Omeragiq S, Dragidella F, Koçani F, The Antibacterial Efficacy of Biopure MTAD in Root Canal Contaminated with *Enterococcus faecalis*, 2012, ISRN Dent. 2012; 390526.
- Kara Tuncer A , Tuncer S, Effect of different final irrigation solutions on dentinal tubule penetration depth and percentage of root canal sealer, 2012, J Endod. 2012; 38 (6) :860-3.
- Kaya S, Yiğit-Özer S, Adigüzel Ö, Evaluation of radicular dentin erosion and smear layer removal capacity of Self-Adjusting File using different concentrations of sodium hypochlorite as an initial irrigant, 2011, Oral Surg Oral Med Oral Patol Oral Endod Radiol. 2011; 112 (4) :524-30.
- Krause TA , Liewehr FR , Hahn CL, The antimicrobial effect of MTAD, sodium hypochlorite, doxycycline, and citric acid on *Enterococcus faecalis*, 2007, J Endod 2007; 33 (1) :28-30.
- Kuttler S, Gutierrez R, Irrigación del sistema de conductos radiculares, 1996, UNITEC 1996; 4-10.
- Lasala A, 1992, Endodoncia, 4ta Edición, Editorial Salvat, 1992, pp.377-38.
- Marquez M, Nilsson S, Lennartsson L, Liu Z, Tammela T, Raitanen M and Holmberg AR: Charge- dependent targeting: results in six tumor cell lines, 2004, Anticancer Res 2004, 24(3A):1347-1352.
- Marquez M, Du J, Edgren M, Nilsson S, Lennartsson L, Hiltunen J, Westlin JE, Tammela T, Raitanen M, Laato M et al: Development of dextran derivatives with cytotoxic effects in human urinary bladder cancer cell lines, 2002, Anticancer Res 2002, 22(2A):741-744.
- Martinho F, Gomes B, Quantification of Endotoxins and Cultivable Bacteria in Root Canal Infection before and after Chemomechanical Preparation with 2.5% Sodium Hypochlorite, 2008, J Endod 2008; 34: 268–272.
- Mattigatti S, Ratnakar P, Moturi S, S Varma, Rairam S, Antimicrobial effect of conventional root canal medicaments vs propolis against *Enterococcus faecalis*, 3 9 *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*, 2013, Antimicrob Agentes Chemother , 2013; 57 (5) :2216-25.
- McComb D, Smith DC, A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures, 1975, J Endod, 1975; 1(7):238-242.
- Meurlig L, Marquez M, Nilsson S and Holmberg AR: Polymer-conjugated guanidine is a potentially useful anti-tumor agent, 2009, Int J Oncol 2009, 35(2):281-285.

Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review, 2008, *Int Dent J* 2008; 58:329-41.

Mohammadi Z, Giardino L, Mombeinipour A, Antibacterial substantivity of a new antibiotic-based endodontic irrigation solution, 2012, *Aust Endod J.* 2012 Apr;38(1): 26-30.

Mohammadi Z, Giardino L, Palazzi F, Shahriari S. Effect of initial irrigation with sodium hypochlorite on residual antibacterial activity of tetraclean, 2013, *N Y State Dent J.* 2013;79(1):32-6.

Mohammadi Z, Shahriari S, Residual antibacterial activity of chlorhexidine and MTAD in human root dentin in vitro, 2008, *J Oral Sci,* 2008; 50: 63-7.

Morgan R, Carnes D, Montgomery S, The solvent effects of calcium hydroxide irrigating solution on bovine pulp tissue, 1991, *J Endodon* 1991; 17:165-68.

Mortenson D, Sadilek M, Flake NM, Paranjpe A, Heling I, JD Johnson, Cohenca N, The effect of using an alternative irrigant between sodium hypochlorite and chlorhexidine to prevent the formation of para-chloroaniline within the root canal system, 2012, *Int. J. Endod* 2012; 45 (9) :878-82.

Ordinola Zapata-R , Bramante CM , Cavenago B , Graeff MS , Gomes de Moraes I , Marciano M , Duarte MA, Antimicrobial effect of endodontic solutions used as final irrigants on a dentine biofilm model, 2012, *Int. J. Endod* 2012; 45 (2): el 162-8.

Ørstavik D, Haapasalo M, Desinfection by endodontic irrigants and dressings of experimental infected dentinal tubules, 1990, *Endod Dent Traumatol* Aug; 6(4): 142-9

Östby N, Chelation in root canal therapy. Ethylenediamine tetra-acetic acid for cleansing and widening of root canals, 1957, *Odont T,* 1957; 65:3-11. 4 0

Ozdemir HO , Buzoglu HD , Calt S , Stabholz A , D Steinberg, Effect of ethylenediaminetetraacetic acid and sodium hypochlorite irrigation on *Enterococcus faecalis* biofilm colonization in young and old human root canal dentin: in vitro study, 2010, *J Endod.* 2010; 36 (5) :842-6.

Parsons GJ, Patterson SS, Miller CH, Katz S, Kafrawy AH, Newton CW, Uptake and release of chlorhexidine by bovine pulp and dentin specimens and their subsequent acquisition of antibacterial properties, 1980, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980; 49:455-58.

Pucci FM, Reig R, *Conductos radiculares*, 1945, Montevideo, Barreiro A y Ramos editores, 1945; 2:364.

Renata Dornelles Morgental, Aruna Singh, Harkeet Sappal, Patr_icia Maria Poli Kopper, Fabiana Vieira Vier-Pelisser, and Ove A. Peters, Dentin Inhibits the Antibacterial Effect of Newand Conventional Endodontic Irrigants, 2013, J Endod 2013;39:406–410.

Rossi-Fedele T, Figueiredo JA, Steier L, L Canullo, Steier T, Roberts AP, Evaluation of the antimicrobial effect of super-oxidized water (Sterilox®) and sodium hypochlorite against *Enterococcus faecalis* in a bovine root canal model, 2010, J Appl Oral Sci 2010; 18 (5):498-502.

Sabrah AH, Yassen GH, Gregory RL, Effectiveness of Antibiotic Medicaments against Biofilm Formation of *Enterococcus faecalis* and *Porphyromonas gingivalis*, 2013, J Endod. 2013; 39(11):1385-9.

Seidberg BH, Schilder H, An evaluation of EDTA in endodontics, 1974, Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1974 ;37: 609-20.

Shen Y, Stojcic S, Qian W, Olsen I, Haapasalo M, The synergistic antimicrobial effect by mechanical agitation and two chlorhexidine preparations on biofilm bacteria, 2010, J Endod, 2010; 36:100-4.

Sin-Young Kim, Yooseok Shin, Chan-Young Lee, and Il-Young Jung. *In Vivo* Quantitative Evaluation of Live and Dead Bacteria in Root Canal Infection by Using Propidium Monoazide with Real-Time PCR, 2013, J Endod 2013;39:1359–1363.

Singla M, Garg A, Gupta, S. MTAD in Endodontics, 2011, Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 2011; 112, 70-76.

Siqueira JF Jr, Rocas IN, Favieri A, Lima KC, Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2,5% and 5,25% sodium hypochlorite, 2000, J. Endod; 2000 26(6):331-4. 4 1

Soares J, Goldberg F, Endodoncias técnicas y fundamentos, En procedimientos químicos auxiliares de la preparación quirúrgica, 2003, 1° ed. Argentina, 2003; 128-140.

Sobhani OE , Gulabivala K , Knowles JC , Ng YL, The effect of irrigation time, root morphology and dentine thickness on tooth surface strain when using 5% sodium hypochlorite and 17% EDTA, 2010, Int. J. Endod, 2010; 43 (3) :190-9.

Spandberg L, Instruments, materials, and devices. En: Cohen S, Burns, 1998, R.Pathways of the pulp, 6° Edition,1998, 377-413.

Stewart GG, Kapsimalas P, Rappaport H, EDTA and urea peroxide for root canal preparation, 1969, J Am Dent Assoc 1969; 78(2): 335-8.

- Tirali RE , Bodur H , Sipahi B , Sungurtekin E. Evaluation of the antimicrobial activities of chlorhexidine gluconate, sodium hypochlorite and octenidine hydrochloride in vitro, 2013, Endod J. 2013; 39 (1) :15-8.
- Tirali RE, Turan Y, Akal N, Karahan ZC, *In vitro* antimicrobial activity of several concentrations of NaOCl and Octenisept in elimination of endodontic pathogens, 2009, Oral Surg Oral Med Oral Patol Oral Endod Radiol. 2009; 108 (5): 117-20.
- Torabinejad M, Shabahang S, Aprecio R, Kettering JD, The antimicrobial effect of MTAD: An in vitro investigation, 2003, J Endod, 2003;29:400-3.
- Tsurumachi T, Takita T, Hashimoto K, Katoh T, Ogiso B, Ultrasonic irrigation of a maxillary lateral incisor with perforation of the apical third of the root, 2010, J Oral Sci 2010; 52: 659-663.
- Van der Sluis L, Versluis M, Wu M, Wesselink P, Passive ultrasonic irrigation of the root canal, 2007, Int Endod J 2007; 40:415-26.
- Walker A, A definitive and dependable therapy for pulpless teeth, 1936, J Am Dent Assoc, 1936; 23:1418-25.
- Weine FS, 1976, Terapéutica Endodóntica, 1a. Ed. Mundi, Buenos Aires, Argentina, 1976; 217-225.
- Wennberg A, Biological evaluation of root canal antiseptic using *in vitro* and *in vivo* methods, 1982, J Dent Res, 1982; 88(1):46-52. 4 2
- Yesilsoy C, Whitaker E, Cleveland D, Phillips E, Trope M, Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants, 1995, J Endod, 1995; 21(10):513-5.
- Zand V, Lotfi M, S Rahimi, Mokhtari H, A Kazemi, Sakhamanesh V, A comparative scanning electron microscopic investigation of the smear layer after the use of sodium hypochlorite gel and solution forms as root canal irrigants, 2010, J Endod 2010; 36(7):1234-7.

RESUMEN BIOGRÁFICO

Ivonne Denise Paredes Tamez
Candidato para el Grado de
Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Endodoncia

Tesis: “EFECTO CELULAR SOBRE EL USO DEL CATDEX Y EL HIPÓCLORITO DE SODIO A DIFERENTES CONCENTRACIONES”

Campo de Estudio: Ciencias de la Salud

Datos Personales: Nacido en Monterrey, Nuevo León el 14 de Agosto de 1989, hija de Francisco Paredes Peña y Maria del Socorro Tamez Salazar.

Educación: Egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León, grado obtenido Médico Cirujano Dentista en el 2012.