



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

TESINA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN ENDODONCIA

**“APLICACIONES DE LAS SOLUCIONES DE SUPEROXIDACIÓN CON PH NEUTRO EN EL
ÁREA ODONTOLÓGICA Y SU POSIBLE USO COMO IRRIGANTE DURANTE EL
TRATAMIENTO DE CONDUCTOS RADICULARES”**

PRESENTA:

C.D. Andrea Ortiz Tafoya

**Asesor de tesina
Cirujano Dentista Especialista en Endodoncia
Fernando Fernández Treviño**

**Coasesor
Maestro en Ciencias
Héctor Ruiz Reyes**

**Asesor Externo
Cirujano Dentista Especialista en Endodoncia
Diana Ened Rodríguez Zaragoza**

Morelia, Michoacán; Noviembre de 2014

AGRADECIMIENTOS.

Gracias **Dios** por trazar el camino por donde mis pies avanzan y en el que mi mente y corazón viven la felicidad.

Abuelitos; gracias por darme su fuerza y valor.

A mis **padres**; por ser los pilares fundamentales en mi vida, gracias por el amor y la lucha, por la incansable constancia, por la confianza, por estar cariñosamente a mi lado... ¡lo logramos!

Mi pequeña **Alis**; de quien siempre he recibido más que palabras para seguir adelante en todo, soy inmensamente feliz de tenerte como hermana y mejor amiga.

Homero; antes y después de todo lo vivido, gracias por estar en mis sueños por tu amor, comprensión, paciencia y fortaleza, hoy hemos alcanzado un triunfo más.

A mis compañeros quienes me hicieron sentir y vivir que no todo es color de rosa, con quienes aprendí que el color rosa lo pinto yo, y a quien además es mi amigo **Saúl**, gracias por brindarme desinteresadamente tú valiosa amistad, por aceptarme como soy y soportarme; juntos hicimos realidad este sueño.

Dianita; que a pesar de las adversidades para comenzar éste proyecto nunca me soltaste de la mano de principio a fin.

A mis **catedráticos** quienes me guiaron y exigieron en este posgrado por su apoyo y motivación para superar este peldaño, para ustedes...con gran admiración.

Gracias por todo y por tanto...

Hoy concluyo una etapa de vivencias y aprendizaje, de miles de recuerdos, tristezas y sonrisas, hoy con cariño y respeto a los que han estado a mi lado, les dedico este gran logro, gracias a todos por compartir su vida conmigo y por crecer a mi lado.

ÍNDICE

I.- GLOSARIO.....	9
II.- RESUMEN.	11
II.1.- ABSTRACT.	13
III.- INTRODUCCIÓN.	15
IV.- MAPA CONCEPTUAL.	18
V.- ANTECEDENTES GENERALES.....	20
V.1.- MICROBIOLOGÍA ENDODÓNTICA.	20
V.1.1.- IMPORTANCIA DEL <i>Enterococcus faecalis</i> EN ENDODONCIA.	25
V.1.2.- BIOFILM.....	27
V.1.3.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FORMACIÓN DE BIOPELÍCULAS.....	30
V.1.4.- MECANISMOS DE RESISTENCIA A LOS ANTIMICROBIANOS.	31
V.1.5.- EFECTOS DE IRRIGANTES ENDODÓNTICOS Y MEDICAMENTOS EN BIOFILMS.	32
V.2.- IMPORTANCIA DE LA IRRIGACIÓN EN EL TRATAMIENTO ENDODÓNTICO.	32
V.3.- SOLUCIONES IRRIGADORAS QUE SE EMPLEAN ACTUALMENTE PARA LA DESINFECCIÓN DE CONDUCTOS RADICULARES.	33
V.4.- GLUCONATO DE CLORHEXIDINA (CHX).....	33
V.4.1.- COMPOSICIÓN QUÍMICA.	34
V.4.2.- MECANISMO DE ACCIÓN.....	34
V.4.3.- ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA.	35
V.4.4.- SUSTANTIVIDAD.	36
V.4.5.- EFECTOS ADVERSOS.....	36
V.5.- HIPOCLORITO DE SODIO (NaOCl).	37
V.5.1.- MECANISMO DE ACCIÓN.....	37
V.6.- EFECTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE SOLUCIONES QUÍMICAS UTILIZADAS DURANTE LA IRRIGACIÓN ENDODÓNTICA.	40
V.7.- CITOTOXICIDAD DE SOLUCIONES IRRIGADORAS.	42
V.8.- SOLUCIONES DE SUPEROXIDACIÓN.	45
V.8.1.- OBTENCIÓN DE LAS SSO.	46
V.8.2.- MECANISMO DE ACCIÓN.....	48
V.8.3.- DIVERSIDAD DE LAS SSO.	48
V.8.4.- ESPECTRO ANTIMICROBIANO.	49
VI.- ANTECEDENTES ESPECÍFICOS.	51
VII.- OBJETIVOS.....	86
VII.1.- OBJETIVO GENERAL.....	86
VII.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	86

VIII.- JUSTIFICACIÓN.....	88
IX.- DISCUSIÓN.....	91
X.- CONCLUSIÓN.....	95
XI.- ANEXOS.....	97
XII.- BIBLIOGRAFÍA.....	100

RELACIÓN DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS

FIGURAS

Figura 1.....	18
Figura 2.....	22
Figura 3.....	26
Figura 4.....	27
Figura 5.....	28
Figura 6.....	28
Figura 7.....	29
Figura 8.....	34
Figura 9.....	38
Figura 10.....	38
Figura 11.....	38
Figura 12.....	46
Figura 13.....	48
Figura 14.....	52
Figura 15.....	52
Figura 16.....	53
Figura 17.....	53
Figura 18.....	53
Figura 19.....	55
Figura 20.....	55
Figura 21.....	56
Figura 22.....	56
Figura 23.....	57
Figura 24.....	58
Figura 25.....	58
Figura 26.....	63
Figura 27.....	66

Figura 28.....	69
Figura 29.....	70
Figura 30.....	71
Figura 31.....	71
Figura 32.....	72
Figura 33.....	72
Figura 34.....	73
Figura 35.....	76
Figura 36.....	76
Figura 37.....	76
Figura 38.....	77
Figura 39.....	77
Figura 40.....	77
Figura 41.....	77

TABLAS

Tabla 1.....	23
Tabla 2.....	23
Tabla 3.....	24
Tabla 4.....	25
Tabla 5.....	40
Tabla 6.....	43
Tabla 7.....	61
Tabla 8.....	61
Tabla 9.....	63
Tabla 10.....	67
Tabla 11.....	67
Tabla 12.....	67
Tabla 13.....	67
Tabla 14.....	79

Tabla 15.....	79
Tabla 16.....	82
Tabla 17.....	82
Tabla 18.....	82
Tabla 19.....	97

ANEXOS

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS REVISTAS CONSULTADAS.....	97
--	----

GLOSARIO

I.- GLOSARIO.

SOLUCIONES DE SUPEROXIDACIÓN (SSO): son soluciones con efecto desinfectante, esterilizante y antiséptico que han demostrado ser efectivas en el manejo de heridas diversas así como en la desinfección de áreas o instrumental quirúrgico.

HIPOCLORITO DE SODIO (NaOCl): es un irrigante comúnmente usado en el tratamiento de conductos radiculares que ofrece la eliminación y desinfección de residuos por su efectiva capacidad para disolver tejido orgánico.

CLORHEXIDINA (CHX): Es un agente antimicrobiano potente, posee sustantividad, y tiene un bajo grado de toxicidad. Se ha recomendado como un irrigante y medicamento en los conductos radiculares. Sin embargo, la clorhexidina es incapaz de disolver tejido pulpar y los residuos pueden permanecer en las paredes del conducto.

IRRIGACIÓN: Riego de una parte con agua o líquidos medicinales con fin terapéutico.

DESINFECCIÓN: Destrucción de los microorganismos patógenos en todos los ambientes, materias o partes en que pueden ser nocivos, por los distintos medios mecánicos, físicos o químicos contrarios a su vida o desarrollo.

RESUMEN

II.- RESUMEN.

El éxito del tratamiento endodóntico depende de la erradicación de microbios del sistema de conductos radiculares y la prevención de la reinfección. El tratamiento de conductos se realiza con instrumentos manuales y rotatorios bajo irrigación constante con la finalidad de eliminar el tejido inflamado y necrótico, microbios/biofilms, y otros residuos del espacio del conducto radicular. En la actualidad ninguna solución de irrigación cumple con las características ideales de un irrigante. Diversos compuestos utilizados durante la irrigación se han modificado químicamente, y también han sido desarrollados varios dispositivos mecánicos que mejoran la penetración de las soluciones hacia los tubulillos dentinarios. Las soluciones de superoxidación con pH neutro presentan un efecto antiséptico contra bacterias, virus, hongos, esporas y micobacterias, desinfectante y esterilizante de productos, así como auxiliares en el tratamiento de infecciones en tejidos. Presentan una baja toxicidad, fácil manejo en su almacenamiento, uso y desecho. Existen algunas investigaciones que reportan el uso y la aplicación de estas soluciones en el área odontológica. Por lo tanto, el propósito de esta revisión bibliográfica es considerar a través del análisis de la literatura la posible aplicación de las soluciones de superoxidación con pH neutro como irrigante en el tratamiento de conductos radiculares.

PALABRAS CLAVE: soluciones de superoxidación con pH neutro, hipoclorito de sodio, gluconato de clorhexidina, irrigación, desinfección.

ABSTRACT

II.1.- ABSTRACT.

The success of endodontic treatment depends on the root canal bacteria eradication and reinfection prevention. Root Canal treatment is carried out by instrumentation and the continuous irrigation in order to eliminate necrotic or vital tissue, bacteria and other residues from the root canal space. At the present time, there is no chemical solution that fulfils all the characteristics of an ideal irrigant. Several components used during irrigation have been chemically modified and also different mechanical devices have been developed to improve the efficacy of these solutions. The superoxidized solutions with neutral pH own an antiseptic effect against, virus, fungi, spores, bacteria and mycobacteria, they are used as product sterilizing and disinfectant, as well as aid of tissue infection treatments; they possess low toxicity (null to human cells), they are easy to use, storage and discard. There are some investigations that report the use and application of these solutions on the endodontic field. Thus, the present review work was carried out in order to analyze the application of neutral pH superoxidized as a possible irrigant in endodontic therapy.

Keywords: superoxidized solutions with neutral pH, sodium hypochlorite, chlorhexidine gluconate, irrigation, disinfection.

INTRODUCCIÓN

III.- INTRODUCCIÓN.

Las bacterias desempeñan el papel etiológico principal en el desarrollo de las patologías pulpares (Takehashi, *et al.*, 1965). Uno de los factores cruciales para el éxito del tratamiento endodóntico consiste en la erradicación de microorganismos y sus productos del sistema de conductos radiculares (Gomes, *et al.*, 1996b; Peters, *et al.*, 2001). Entre los procedimientos que intervienen en el control de la infección endodóntica, la instrumentación e irrigación son procedimientos importantes en la eliminación de microorganismos del sistema de conductos (Sjögren, *et al.*, 1997; Siqueira, 2001). Sin embargo, el desbridamiento mecánico por sí solo no da lugar a la reducción total o permanente de bacterias (Byström & Sundqvist, 1983). El uso de agentes antimicrobianos ha sido recomendado como complemento de la instrumentación mecánica para la reducción en el número de microorganismos (Byström & Sundqvist, 1983; Gomes, *et al.*, 1996b; Gomes, *et al.*, 2001). Distintas soluciones han sido empleadas en la irrigación como son: hipoclorito de sodio, suero fisiológico, agua destilada, detergentes, peróxido de hidrógeno, peróxido de urea y más recientemente la clorhexidina.

Hipoclorito de sodio es un agente químico eficaz contra una amplia gama de microbios, se ha utilizado como desinfectante universal por más de 100 años (Sundqvist, 1994). Su uso como irrigante en endodoncia se debe principalmente a su eficacia para la disolución de tejido pulpar y actividad antimicrobiana (Estrela, *et al.*, 2002), mientras que el gluconato de clorhexidina posee un amplio espectro de acción antimicrobiana, sustantividad y bajo grado de toxicidad. Sin embargo, la clorhexidina es incapaz de disolver el tejido pulpar y los desechos pueden permanecer en las paredes del conducto, ocasionando la obstrucción de los túbulos dentinarios (Sena, *et al.*, 2006).

Las soluciones de superoxidación con pH neutro, son soluciones acuosas procesadas electroquímicamente, fabricadas a partir de agua pura con NaCl (Pérez, *et al.*, 2014). Son conocidas por su efecto antiséptico, desinfectante y esterilizante de productos, así como auxiliares en el tratamiento de infecciones en tejidos (Rojas, *et al.*, 2013; Durán, 2010).

La literatura ha descrito su uso en diversos problemas clínicos en humanos (Pérez, *et al.*, 2014), en base a lo mencionado se ha demostrado su eficacia antibacteriana y seguridad. Debido a la concentración controlada y a la estabilidad química de los iones lograda en el proceso de las soluciones de superoxidación con pH neutro, esta solución no es tóxica para las células del organismo humano (Stein, 2012). La elección de una solución de irrigación para el uso en conductos radiculares infectados requiere conocimientos previos de los microorganismos responsables del proceso infeccioso, así como las propiedades y mecanismo de acción de diferentes soluciones de irrigación (Estrela, *et al.*, 2002). Tomando en cuenta estos antecedentes, el presente trabajo de revisión bibliográfica comenta las principales aplicaciones de las soluciones de superoxidación con pH neutro en el área odontológica y su posible uso como irrigante durante el tratamiento de conductos radiculares.

MAPA CONCEPTUAL

IV.- MAPA CONCEPTUAL.

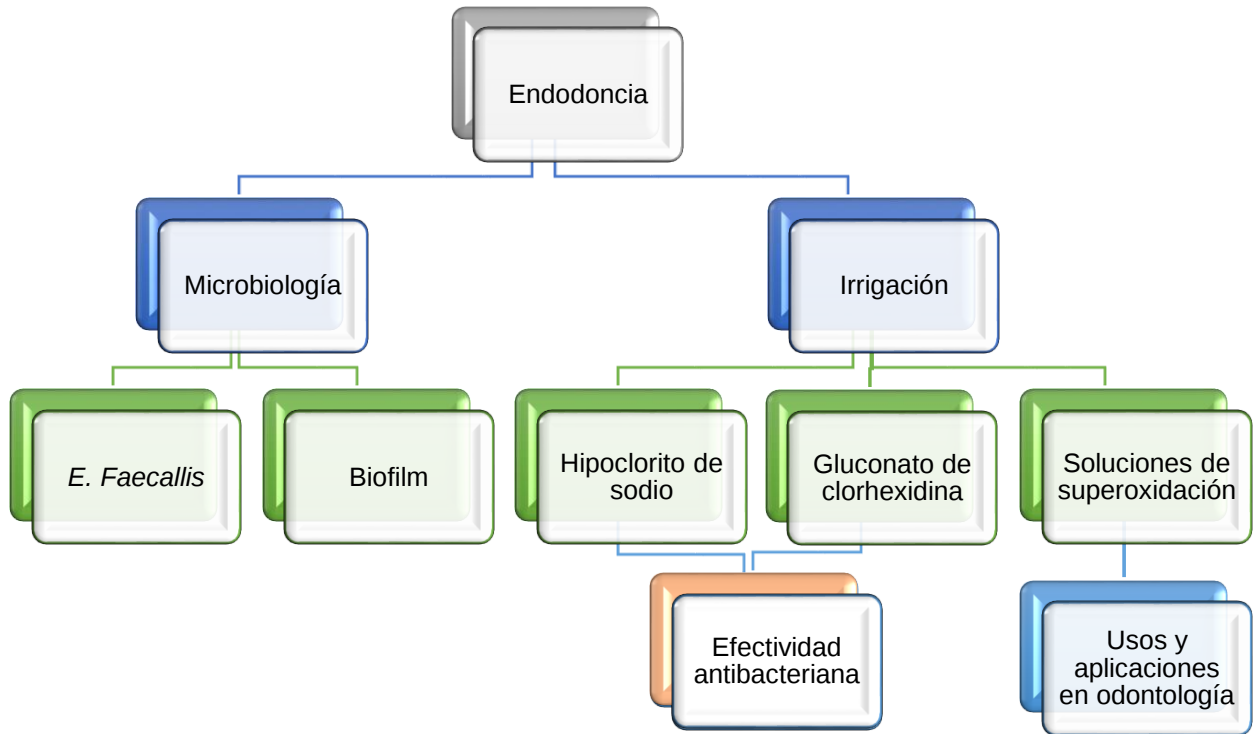


Figura 1. Representa el diseño y estructura del mapa conceptual, en el cual se describen las principales palabras claves utilizadas para la búsqueda de los artículos de investigación en las diferentes bases de datos en Internet.

ANTECEDENTES GENERALES

V.- ANTECEDENTES GENERALES.

V.1.- MICROBIOLOGÍA ENDODÓNTICA.

En la cavidad oral, se estima que hay 10^{10} bacterias (Mims, *et al.*, 1995) que consta de más de 500 tipos diferentes de microorganismos (Moore & LVH., 1994; Paster, *et al.*, 2001) los cuales buscan un nicho y su nutrición. Todas las bacterias dentro de la cavidad oral tienen las mismas oportunidades para invadir el espacio del conducto radicular; sin embargo, solo un grupo limitado de especies se han identificado en los conductos radiculares infectados (Sundqvist, 1976; Kantz & Henry, 1974). Para que las bacterias se establezcan con éxito como agentes patógenos endodónticos, deben superar una serie de barreras consecutivas sobre y dentro del diente.

La pulpa dental se encuentra predispuesta al daño físico dental y a su respuesta inmunológica, generalmente las invasiones microbianas pueden ser causadas por:

- Caries dental con acceso a los túbulos dentinarios
- Enfermedad periodontal con acceso a los túbulos dentinarios
- Erosión, atricción, abrasión dentaria
- Restauraciones con microfiltración
- Procedimientos operatorios
- Bacteremia

(Sundqvist & Figdor, 2003)

De acuerdo con Drucker & Natsiou, (2000) la colonización bacteriana depende de diversos factores:

- Potencial de oxidación-reducción
- Nutrientes
- Simbiosis
- Antagonismos
- Inmunocompetencia

Una vez que la pulpa ha sido invadida, los microbios deben adquirir las fuentes de nutrientes adecuadas y posiblemente competir con otros microorganismos por la nutrición disponible. Los nutrientes se pueden derivar de la cavidad oral, la degeneración del tejido conectivo (Loesche, 1968), el contenido de los túbulos dentinarios, o un fluido de suero como de los tejidos periapicales (Love, 2001). Estos factores en el medio ambiente del conducto radicular permiten el crecimiento de bacterias anaerobias capaces de degradar las proteínas a polipéptidos y aminoácidos, mientras que las bacterias que obtienen principalmente energía por fermentación de hidratos de carbono pueden estar restringidas por la falta de nutrientes disponibles. Esta es la razón probable de que la flora éste dominada por bacterias facultativamente anaerobias, tales como estreptococos, en la sección coronal de los conductos radiculares expuestos a la cavidad oral, y bacterias anaerobias en la sección apical (Miller, 1894; Fabricius, *et al.*, 1982). (Figura 2)

En la fase inicial de una infección radicular, el número de especies es generalmente baja. El número de especies bacterianas en un conducto radicular infectado puede variar de 1 a más de 12 y el número de células bacterianas menor 10^2 a mayor 10^8 por muestra (Drucker & Natsiou, 2000).

La nutrición disponible en la superficie del diente puede ser diferente en la pulpa o en el material necrótico. Los microorganismos se enfrentan a la muerte por el potencial de defensa del huésped. En última instancia, si tienen éxito, los

microorganismos inducen una respuesta inflamatoria en el vértice resultando una periodontitis apical (Sundqvist & Figdor, 2003). (Figura 2)



Figura 2. Explica las fases de establecimiento bacteriano en conductos radiculares (Sundqvist & Figdor, 2003) Se ha comprobado que existe una correlación entre el tamaño de la lesión con el número de especies bacterianas y las células en el conducto radicular (Sundqvist, 1976; Sundqvist, 1992).

En 1894, WD Miller observó muchos microorganismos diferentes en el espacio de la pulpa infectada y se dio cuenta de que algunos estaban sin cultivar, en comparación con la gama observada por microscopía y que la flora era diferente en las partes coronal, medio y apical del sistema de conductos.

La infección del conducto radicular es un proceso dinámico y diversas especies bacterianas dominan en las diferentes etapas de este proceso (Sundqvist & Figdor, 2003).

El número y tipo de especies varía dependiendo del tipo de infección radicular, por ejemplo en las infecciones primarias existen microorganismos que invaden y

colonizan las pulpas necróticas, se caracteriza por ser una infección polimicrobiana dominada por bacterias anaerobias (Hong, *et al.*, 2013).

Tabla 1. Muestra la prevalencia en porcentajes de especies aisladas de los conductos radiculares infectados y no tratados (Sundqvist & Figdor, 2003).

Estudio									
Prevalencia (%)	Fouad <i>et al.</i> (50)	Siqueira <i>et al.</i> (102)	Siqueira <i>et al.</i> (51)	Siqueira <i>et al.</i> (120)	Siqueira & Rocas (209)	Siqueira & Rocas (210)	Siqueira & Rocas (198)	Siqueira & Rocas (74)	Sundqvist (28)
<i>F. nucleatum</i>	82	10							48
<i>Streptococcus sp.</i>	41			23					35
<i>P. Micros</i>	50								34
<i>P. Propionicum</i>							36		8
<i>A. Israelii</i>		5	7	7					11
<i>P. alactolyticus</i>						56			34
<i>P. intermedia/P. nigrescens</i>	36		13						34
<i>P. gingivalis</i>	9		28						5
<i>P. endodontalis</i>	18		43						9
<i>C. rectus</i>									25
<i>F. alocis</i>									29
<i>Enterococcus sp.</i>	14			7					2

Tabla 2. Espiroquetas en conductos radiculares infectados (Sundqvist & Figdor, 2003).

Estudio						
Prevalencia (%)	Baumgartner <i>et al.</i> (92)	Fouad <i>et al.</i> (50)	Jung <i>et al.</i> (96)	Rocas <i>et al.</i> (93)	Siqueira & Rocas	Siqueira <i>et al.</i> (94)
No. de casos	138	24		32	31	54
<i>T. amylovorum</i>					7	
<i>T. denticola</i>	29	13	0	78		43
<i>T. lecithinolyticum</i>			0		26	
<i>T. malthophilum</i>	30		26		39	
<i>T. medium</i>					13	
<i>T. pectinovorum</i>	14		0	9		
<i>T. socransii</i>	45		3	41		
<i>T. vicentii</i>	5		0	16		
Otros treponemas	2					

En 1982 Fabricius *et al.*, comprobaron que había una diferencia en la tensión de oxígeno y en la disponibilidad de nutrientes, tanto en la región apical como en el conducto principal por lo tanto, el predominio de bacterias es distinto en los diferentes tercios del conducto radicular.

APLICACIONES DE LAS SOLUCIONES DE SUPEROXIDACIÓN CON PH NEUTRO EN EL ÁREA
ODONTOLÓGICA Y SU POSIBLE USO COMO IRRIGANTE DURANTE EL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS
RADICULARES

Tabla 3. Del top 50 de los microorganismos más frecuentes (género bacteriano y taxones más altos) (Ozok, *et al.*, 2012).

Phylum	Género o taxón más frecuente	Muestras apicales		Muestras coronales	
		% de abundancia relativa	No.	% de abundancia	No.
Firmicutes	Lactobacillus	14.3 (15.1)	23	9.0 (13.5)	23
Actinobacteria	Actinomyces	11.9 (18.8)	23	17.7 (20.8)	23
Firmicutes	Streptococcus	8.4 (10.9)	23	5.5 (9.5)	23
Actinobacteria	Class Actinobacteria	6.9 (13.1)	23	8.8 (16.1)	23
Bacteroidetes	Prevotella	6.1 (10.9)	23	6.1 (10.1)	23
Firmicutes	Parvimonas	3.4 (4.7)	21	4.1 (8.0)	23
Firmicutes	Pseudoramibacter	3.0 (4.9)	22	4.0 (6.1)	22
Bacteroidetes	Order Bacteroidales	2.7 (3.9)	23	3.7 (5.4)	22
Firmicutes	Fam. Veillonellaceae	2.5 (2.5)	23	3.2 (2.9)	23
Fusobacteria	Fusobacterium	2.0 (2.8)	23	2.2 (2.3)	22
Firmicutes	Peptostreptococcus	2.0 (3.9)	17	1.6 (3.3)	13
Bacteroidetes	Phorphyromonas	1.8 (1.7)	23	1.1 (1.2)	22
Firmicutes	Fam. Lachnospiraceae*	1.6 (1.4)	23	0.7 (0.7)	23
Firmicutes	Mogibacterium	1.6 (2.8)	21	2.2 (3.6)	20
Firmicutes	Eubacterium	1.5 (2.2)	23	2.3 (2.8)	22
Actinobacteria	Propionibacterium	1.3 (2.0)	22	1.2 (1.8)	22
Spirochaetes	Treponema	1.3 (1.6)	22	1.2 (1.6)	22
Firmicutes	Fam. Syntrophomonadaceae	1.2 (1.8)	20	1.6 (2.4)	19
Firmicutes	Selenomonas	1.2 (1.4)	22	1.5 (2.3)	23
Firmicutes	Anaerovorax	1.1 (1.4)	22	2.0 (1.9)	22
Actinobacteria	Parascardovia	0.9 (1.8)	12	0.7 (2.0)	12
Firmicutes	Filifactor	0.9 (2.1)	17	1.5 (4.6)	16
Proteobacteria	Neisseria	0.9 (2.5)	21	0.8 (2.4)	15
Firmicutes	Oribacterium	0.9 (1.3)	20	0.7 (1.3)	21
Firmicutes	Fam. Peptostreptococcaceae	0.8 (1.3)	22	0.4 (0.4)	22
Firmicutes	Uncl. Firmicutes	0.8 (1.8)	22	0.7 (1.2)	18
Firmicutes	Moryella	0.7 (2.1)	15	0.3 (0.4)	17
Actinobacteria	Corynebacterium	0.7 (1.0)	22	1.3 (3.5)	23
Bacteroidetes	Fam. Prevotellaceae*	0.7 (0.7)	22	0.2 (0.3)	22
Proteobacteria	Enhydrobacter*	0.7 (0.7)	17	0.2 (0.3)	17
Firmicutes	Anoxybacillus*	0.6 (0.8)	17	0.2 (0.5)	14
Firmicutes	Fam. Ruminococcaceae*	0.6 (0.8)	21	0.2 (0.3)	21
Firmicutes	Fam. Erysipelotrichaceae	0.6 (0.9)	20	0.5 (1.4)	18
Fusobacteria	Leptotrichia	0.5 (0.8)	21	0.5 (1.2)	21
Actinobacteria	Collinsella*	0.5 (0.7)	19	0.2 (0.3)	20
TM7	TM7				
Firmicutes	Granulicatella	0.5 (1.5)	15	0.7 (2.0)	11
Bacteroidetes	Bacteroides*	0.5 (0.9)	19	0.1 (0.2)	18
Actinobacteria	Bifidobacterium	0.4 (0.7)	13	0.2 (0.3)	13
Unclassified reads		0.4 (0.5)	23	0.3 (0.4)	22
Firmicutes	Faecalibacterium	0.4 (0.4)	17	0.1 (0.2)	14
Firmicutes	Dialister	0.4 (0.7)	13	0.2 (0.4)	15
Actinobacteria	Actinobaculum	0.4 (0.8)	15	1.2 (3.2)	16
Actinobacteria	Fam. Bifidobacteriaceae	0.4 (0.9)	15	0.1 (0.4)	13
Bacteroidetes	Uncl. Bacteroidetes	0.3 (1.4)	9	0.2 (0.6)	9
Actinobacteria	Fam. Coriobacteriaceae	0.3 (0.7)	17	0.5 (1.5)	19
Proteobacteria	Desulfobulbus	0.3 (0.8)	12	0.3 (0.5)	15
Actinobacteria	Rothia*	0.3 (0.7)	15	0.2 (0.5)	12
Proteobacteria	Shigella*	0.3 (0.3)	17	0.05 (0.1)	12
Actinobacteria	Olsenella	0.2 (0.7)	10	0.2 (0.5)	11
Proteobacteria	Acidovorax	0.2 (0.3)	18	0.1 (0.3)	15

*Proporciones significativamente más grandes en las muestras apicales que en las muestras coronales. (Wilcoxon signed ranks test, $p < 0.05$)

Por otra parte, las infecciones persistentes son causadas por microorganismos que estuvieron presentes en la infección primaria y de alguna manera resistieron los procedimientos antimicrobianos vía intraconducto (Hong, *et al.*, 2013).

Tabla 4. Hallazgos bacteriológicos en conductos obturados con lesiones periapicales persistentes.

Estudio	Especies conductos radiculares bacterias	por con	Enterococcus sp.*	Streptococcus sp.*	Candida sp.*	Actinomyces sp.*
Moller (46)	1.6		29	16	3	ND
Molander y col. (44)	1.7		47	20	4	3
Sundqvist et al.(45)	1.3		38	25	8	13
Hancock et al. (116)	1.7		32	21	3	27
Peciulienė et al. (115)	1.6		64	-	18	-
Cheung y Ho (118)	2.6 (1.8)		ND	50	17	ND
Pinheiro et al. (117)	2.1 (1.8)		55	33	4	20
Siqueira y Rocas (113)	4.1		77	23	9	5
*Prevalencia porcentual, en conductos con microorganismos						

V.1.1.- IMPORTANCIA DEL *Enterococcus faecalis* EN ENDODONCIA.

El *Enterococcus faecalis* es una bacteria que se ha aislado de conductos radiculares en dientes con periodontitis apical persistente (Rocas, *et al.*, 2004). Se ha encontrado en un 77% (Kamberi, *et al.*, 2012) de las enfermedades periapicales.

El género *Enterococci* es Gram positivo y puede existir como microorganismo plactónico, en pares o incluso en cadenas pequeñas. Es una especie anaerobia facultativa por lo que posee la habilidad de desarrollarse con o sin la presencia de oxígeno (Gilmore, 2002; Rocas, *et al.*, 2004). Se caracteriza por su resistencia antimicrobiana y su crecimiento en las paredes dentinarias como biofilm (Arias, *et al.*, 2009).

Las especies de *Enterococcus* viven en vastas cantidades de $10^6 - 10^8$ unidades formadoras de colonias por gramo de heces en el lumen intestinal y bajo la mayoría de las circunstancias no causa daño alguno a sus huéspedes (Stuart, *et al.*, 2006). No obstante en el estudio de Möller *et al.*, (2004) expusieron que es probable que el *E. faecalis* no cause en sí las infecciones de los conductos radiculares sino que más bien puede potencializar la patogenicidad de otras bacterias. Los factores de virulencia de esta bacteria pueden facilitar la adherencia de las células huésped y

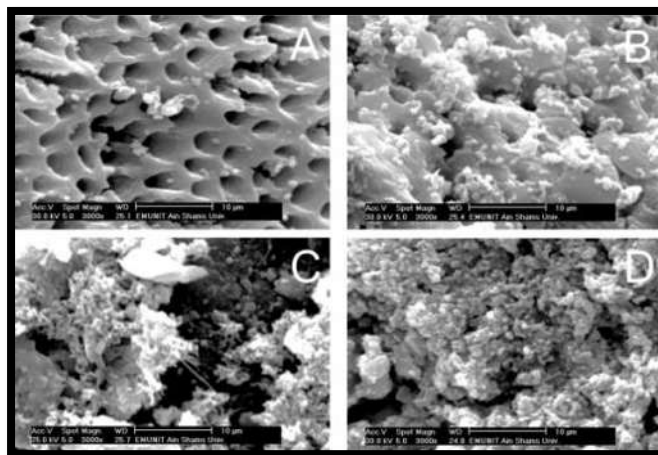


Figura 4. Muestra las etapas de formación y maduración del biofilm del *E. faecalis* sobre dentina del conducto radicular. A) Colonización de *E. faecalis* en la superficie de la dentina y comienza a invadir los tubulillos dentinarios patentes a los tres días. B) Diez días, muestran microcolonias del *E. faecalis* penetrando en los tubulillos dentinarios. C y D) Muestra un incremento en número y densidad de las microcolonias bacterianas a un grosor importante que casi cubre la totalidad de la superficie dentinaria (Saber & El-Hady, 2012).

Por su parte, Love (2001) postula que un factor de virulencia del *E. faecalis* en los fracasos de los tratamientos endodónticos puede estar relacionado con la habilidad de las células de éste microorganismo para mantener su capacidad de invadir a la dentina y adherirse al colágeno en presencia de serum humano.

V.1.2.- BIOFILM.

El término biofilm se introdujo para designar las capas delgadas de condensaciones de microorganismos, embebidos en una matriz de polisacáridos y proteínas, formando una capa viscosa que puede encontrarse en diversas estructuras de las superficies en la naturaleza. La matriz abarca el 85% del volumen de un biofilm. A las bacterias que flotan libremente en un entorno acuoso, se les denomina microorganismos planctónicos, los cuales son un requisito previo para la formación de biopelículas (Mohammadi & Abbott, 2009; Mohammadi, *et al.*, 2013).

Las biopelículas pueden establecerse en cualquier sustrato de las superficies orgánicas e inorgánicas donde los microorganismos planctónicos prevalecen en una solución a base de agua. Las características de las biopelículas dependen de la especie bacteriana residente, composición, estructura o sustrato de la superficie y la capa sobre la que se forma. En contextos dentales, se establece la estructura del

biofilm durante la unión de bacterias a los dientes para formar la placa dental. Dicho biofilm es el más estudiado en el campo de la odontología (Bowden & Hamilton, 1998; Mohammadi, *et al.*, 2013; Svensater & Bergenholtz, 2004).

En la endodoncia, los biofilms pueden dividirse en intraconducto, externo a la raíz (cemento) y biofilms periapicales (Ingle, *et al.*, 2008).

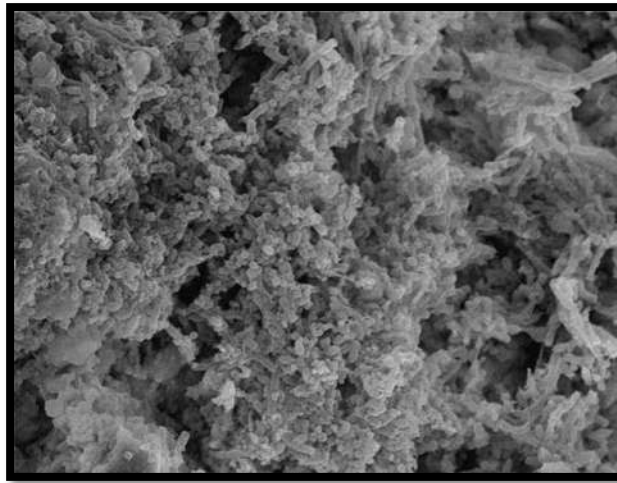


Figura 5. Biofilm formado en la pared del conducto radicular, magnificación X 1,900 por microscopio electrónico de barrido (MEB) (Siqueira & Rôças, 2009).

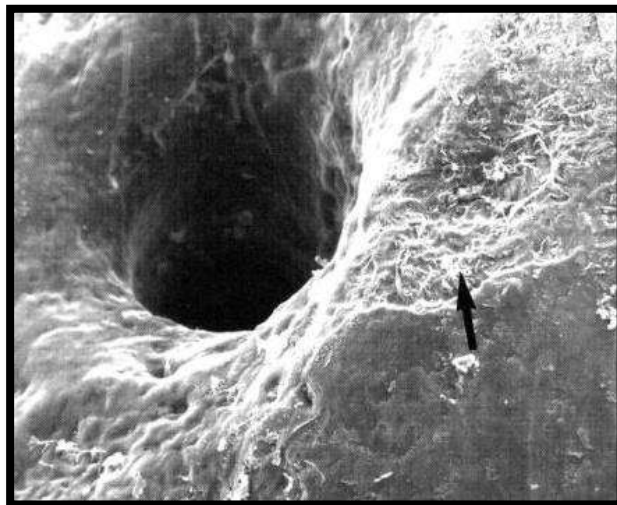


Figura 6. Biofilm del foramen apical. MEB X300 (imagen obtenida de <http://langleyendodontics.ca/>).

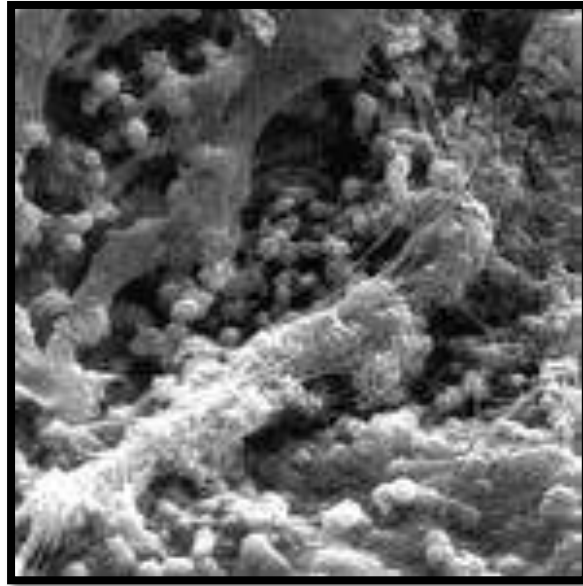


Figura 7. Biofilm del foramen apical. MEB X5,000 (imagen obtenida de <http://langleyendodontics.ca/>).

Nair en 1987 fue el primero en discutir el concepto de biopelícula en endodoncia. Con el uso de la microscopía electrónica de transmisión (TEM), examinando el contenido del conducto radicular de dientes con caries coronal y tejido periapical inflamado tras la extracción. Observando en el conducto húmedo una gran cantidad de organismos suspendidos y adheridos a las paredes formando capas gruesas de condensaciones bacterianas con material amorfo entre los espacios inter-bacterianos llamada matriz extracelular de origen bacteriano.

En 1995 Sen *et al.*, investigaron las paredes del conducto radicular de dientes infectados mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y encontraron que las bacterias forman densas colonias en las paredes del conducto, así como en la dentina intra e inter-tubular. Además de las bacterias, los hongos también fueron capaces de formar colonias densas sobre las paredes del conducto radicular, pero separadas de las capas bacterianas.

V.1.3.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FORMACIÓN DE BIOPELÍCULAS.

Desde una perspectiva ecológica, el conducto radicular puede ser considerado un ambiente altamente controlado con un número limitado de nichos (Chavez de Paz, 2007). Por lo tanto, para que las bacterias logren soportar el tratamiento endodóntico y puedan ser detectadas en las muestras post-tratamiento, deben resistir a los procedimientos de desinfección intraconducto y tener una adaptación drástica al entorno modificado. Las bacterias pueden adherirse a las paredes del conducto acumulándose y formando biopelículas (Siqueira & Rocas, 2008).

La formación de biofilm está influenciada por las propiedades fisicoquímicas de los componentes implicados en la biopelícula. En primer lugar, se necesita una capa acondicionada. En segundo lugar, numerosos microorganismos en la fase planctónica los cuales serán transportados a la superficie de la película acondicionada. Cabe señalar que las propiedades de la capa acondicionada la determinan aquellos microorganismos, que se unen e influyen en la composición microbiana de la biopelícula (Svensater & Bergenholtz, 2004). Varios factores pueden afectar la unión bacteriana a un sustrato sólido. Estos factores incluyen la energía superficial del sustrato, la temperatura, el pH, la tasa de flujo de fluido que pasa sobre la superficie, la longitud de tiempo que las bacterias están en contacto con la superficie, hidrofobicidad de la superficie y la disponibilidad de nutrientes (Ingle, *et al.*, 2008). Según Grenier y Maynard (1986), las estructuras superficiales de bacterias como pili, flagelos y las sustancias poliméricas extracelulares (EPS) presentan un rol importante en la adherencia microbiana. Por otra parte, una adhesión bacteriana específica con un sustrato se produce a través de adhesina de polisacárido o la formación de ligando. Adhesina o ligando en la superficie celular bacteriana se unirán a los receptores sobre el sustrato. La tercera etapa de la formación de biopelículas implica la multiplicación y el metabolismo de los microorganismos adheridos para resultar en última instancia en una comunidad microbiana mixta estructuralmente organizada (Svensater & Bergenholtz, 2004). Durante esta etapa, la monocapa de microbios atrae colonizadores secundarios que

forman microcolonias quien a su vez da lugar a la estructura final de la biopelícula (Costerton, *et al.*, 1999; Cowan, *et al.*, 1987).

V.1.4.- MECANISMOS DE RESISTENCIA A LOS ANTIMICROBIANOS.

Existen varios mecanismos para que las biopelículas resistan a los agentes antimicrobianos. La matriz de polisacárido de biofilms puede retardar la difusión de los antibióticos. Además, las enzimas extracelulares tales como β -lactamasa puede quedar atrapada y concentrada en la matriz, inactivando así antibióticos β -lactámicos (Dunavant, *et al.*, 2006). Además, la percepción de quórum (comunicación uno con el otro) puede influir en la estructura de la biopelícula fomentando el crecimiento de especies beneficiosas para el biofilm (Svensater & Bergholtz, 2004; Larsen, 2002). Se ha demostrado que las subpoblaciones de bacterias en un biofilm forman un estado fenotípico (expresión genética alterada) donde son altamente protegidos (Portentier, *et al.*, 2003). Las células bacterianas se protegen ubicándose dentro de la parte interior de un biofilm; por lo tanto, los medicamentos sólo pueden actuar sobre los microorganismos en la parte periférica de la biopelícula. Además, las células bacterianas que residen dentro de un biofilm crecen más lentamente que las células planctónicas y como resultado, los agentes antimicrobianos actúan más lentamente (Dunavant, *et al.*, 2006). El agotamiento de los nutrientes o la acumulación de productos de desecho puede dar como resultado en las bacterias un estado de no crecimiento protegiendo a las bacterias de los antibióticos (Portentier, *et al.*, 2003). Pajkos *et al.*, (2004) reveló que existen bacterias de biopelícula en un estado metabólico bajo, con una tasa de crecimiento más lento y con producción de exopolisacáridos. Los cambios químicos en el medio ambiente en el biofilm son la falta de oxígeno inhibiendo a algunos antibióticos y los residuos del ácido acumulado conduciendo a una diferencia en el pH dando un efecto antagonista sobre el antibiótico (Athanassiadis, *et al.*, 2007).

V.1.5.- EFECTOS DE IRRIGANTES ENDODÓNTICOS Y MEDICAMENTOS EN BIOFILMS.

Los agentes antimicrobianos a menudo se han desarrollado y optimizado para ir en contra de su rápido crecimiento. Sin embargo, las comunidades microbianas y los microorganismos maduros en biofilms, son notablemente resistentes y muy difíciles de erradicar con agentes antimicrobianos por razones que aún no se han explicado adecuadamente (Bowden & Hamilton, 1998). Existen informes que muestran que los microorganismos que crecen en biofilms podrían duplicarse o inclusive hasta 1000 veces más resistentes que los correspondientes a formas planctónicas de los mismos organismos (Svensater & Bergenholtz, 2004).

V.2.- IMPORTANCIA DE LA IRRIGACIÓN EN EL TRATAMIENTO ENDODÓNTICO.

El éxito de un tratamiento de conductos depende en gran medida de la eliminación de la contaminación microbiana del sistema de conductos radiculares (El karim, *et al.*, 2007).

Los elementos necesarios para el control de la infección endodóntica son:

- Sistema de defensa del huésped.
- Tratamiento antibiótico sistémico (sólo ocasionalmente y con indicaciones especiales).
- Instrumentación.
- Irrigación.
- Medicación intraconducto (utilizados localmente entre citas).
- Obturación del conducto radicular.
- Restauración coronaria.

(Haapasalo, *et al.*, 2005)

Aunque los procedimientos mecánicos están diseñados para realizar la limpieza y conformación del sistema de conductos, el uso de agentes antimicrobianos ha sido recomendado como complemento de la instrumentación mecánica para la reducción en el número de microorganismos (Byström & Sundqvist, 1981; Gomes, *et al.*, 1996b; Gomes, *et al.*, 2001). Ya que existen estudios donde se indican que en más del 50% de la superficie radicular permanece intacta después de la instrumentación (Peters, 2004).

V.3.- SOLUCIONES IRRIGADORAS QUE SE EMPLEAN ACTUALMENTE PARA LA DESINFECCIÓN DE CONDUCTOS RADICULARES.

Históricamente, innumerables compuestos en solución acuosa han sido sugeridos como irrigantes en los conductos radiculares, incluidas sustancias inertes como cloruro de sodio (solución salina) o biocidas altamente tóxicos y alergénicos como el formaldehído (Harrison, 1984). Sin embargo, en la actualidad existen 2 soluciones de irrigación que son comúnmente utilizadas alrededor del mundo: hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina.

V.4.- GLUCONATO DE CLORHEXIDINA (CHX).

La clorhexidina fue desarrollada en la década de los 40 por Imperial Chemical Industries en Inglaterra por científicos que realizaban un estudio sobre la malaria. En ese momento los investigadores fueron capaces de desarrollar un grupo de compuestos denominados polibiguanidas, que demostraron tener un amplio espectro antibacteriano y se lanzó al mercado en 1954 como antiséptico para heridas de la piel. Posteriormente comenzó a usarse en medicina y cirugía tanto para el paciente como para el cirujano. En odontología se utilizó inicialmente para desinfección de la boca y endodoncia (Torres, *et al.*, 2009).

Su estructura química se describe como una molécula bicatiónica simétrica consistente en dos anillos: cuatro clorofenil y dos grupos bisguanida conectados por una cadena central de decametileno (clorofenil bisguanida) (Bascones, *et al.*, 2002; Betancourth, *et al.*, 2006; Cabreja, *et al.*, 1990).

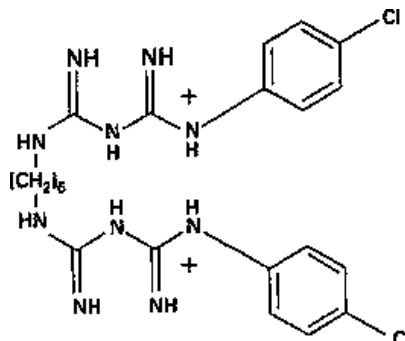


Figura 8. Estructura Química de la Clorhexidina (Carrilhoa, *et al.*, 2010)

V.4.1.- COMPOSICIÓN QUÍMICA.

Este compuesto es una base fuerte dicatiónica a pH superior a 3.5 con dos cargas positivas en cada extremo del puente de hexametileno. Es esta naturaleza dicatiónica la que la hace extremadamente interactiva con los aniones, lo que es relevante para su eficacia, brinda seguridad. Aunque es una base, la clorhexidina se mantiene más estable en forma de sal y la preparación más común es la sal de digluconato por su alta solubilidad en agua (Fordal & Turnbull, 1986).

V.4.2.- MECANISMO DE ACCIÓN.

Es una molécula hidrofílica y lipofílica con carga positiva que interactúa con los fosfolípidos y lipopolisacáridos en la membrana celular de las bacterias y posteriormente entra en la célula a través de algún tipo de mecanismo de transporte activo o pasivo (Athanassiadis, *et al.*, 2007). Su eficacia se debe a la interacción de la carga positiva de la molécula y los grupos fosfato cargados negativamente en las paredes celulares microbianas (Gomes, *et al.*, 2003a; Gomes, *et al.*, 2003b), alterando así el equilibrio osmótico de las células. Esto aumenta la permeabilidad de la pared celular, lo que permite que la molécula de clorhexidina pueda penetrar en las bacterias. La clorhexidina es una base estable, es soluble en agua y tiene un pH entre 5.0 y 8.0 por lo que se disocia fácilmente y libera el componente CHX con carga positiva ejerciendo su acción frente a diferentes bacterias. Por su pH es activa frente a bacterias Gram-positivas y Gram-negativas (Greenstein, *et al.*, 1986; Torres, *et al.*, 2009). A baja concentración (0.2%), tiene bajo peso molecular lo que

produce un aumento de la permeabilidad con filtración de los componentes intracelulares incluido el potasio (efecto bacteriostático). A una concentración más alta (2%) es bactericida ocasionando la precipitación de los contenidos citoplásmicos produciendo la muerte celular (Gomes, *et al.*, 2003a; Torres, *et al.*, 2009).

De acuerdo con la AMA Drug Evaluation Annual, 1993. Se ha reportado un escaso desarrollo de resistencias.

V.4.3.- ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA.

Los hongos (levaduras) constituyen una pequeña proporción de la microbiota oral siendo *Candida* la especie más común presente en individuos sanos (30-45%) y en pacientes inmunocomprometidos (95%) (Siqueira & Sen, 2004). Los hongos en ocasiones se han encontrado en los conductos radiculares infectados que no han tenido ningún tipo de tratamiento endodóntico, pero son más comunes en los conductos radiculares infectados y que presentan dolor o bien, en los que no hubo una respuesta favorable al tratamiento endodóntico. En general, la aparición de hongos se ha reportado que varía entre 1% y 17% en los conductos radiculares infectados (Waltimo, *et al.*, 2004).

Los hongos pueden estar involucrados en casos con infecciones primarias y secundarias asociadas con lesiones perirradiculares persistentes, por lo tanto los medicamentos e irrigantes en endodoncia deberían incluir un espectro que incluya su actividad antimicrobiana, por lo tanto los fármacos que posean una actividad antifúngica proporcionarán un mejor éxito en las infecciones endodónticas persistentes o secundarias causadas por hongos (Mohammadi & Abbott, 2009). El gluconato de clorhexidina parece inhibir eficazmente la adherencia inicial y aún más la acumulación y formación de biofilm de hongos y otros microorganismos. Un estudio clínico reciente ha demostrado que los conductos que recibieron un enjuague final con una solución de CHX 2% fueron significativamente más a menudo libres de microorganismos cultivables que los irrigados sólo con NaOCl (Siqueira & Sen, 2004; Waltimo, *et al.*, 2004).

V.4.4.- SUSTANTIVIDAD.

Es una característica única del gluconato de clorhexidina, proporcionándole a la dentina medicada una absorción antimicrobiana (Khademi, *et al.*, 2006) evitando la colonización bacteriana en ese tiempo (Torres, *et al.*, 2009).

Los iones cargados positivamente liberados por CHX pueden adsorberse en la dentina y prevenir la colonización microbiana en la superficie durante algún tiempo después de la aplicación del medicamento (Athanassiadis, *et al.*, 2007).

La sustantividad antimicrobiana de CHX se ha evaluado en varios estudios periodontales y endodónticos (Torres, *et al.*, 2009).

En un estudio *in vivo*, Leonardo *et al.*, (1999) evaluó la sustantividad antimicrobiana de CHX al 2% como irrigante en los conductos radiculares con necrosis pulpar y lesiones periapicales crónicas radiográficamente visibles. Informaron que la CHX impidió la actividad microbiana con efectos residuales en el sistema de conductos radiculares hasta 48 h después de la aplicación. Sin embargo, algunos otros estudios han informado que la sustantividad de CHX puede durar largos periodos de tiempo.

La sustantividad antimicrobiana depende del número de moléculas de CHX disponibles para interactuar con la dentina.

Por las características anteriormente expuestas, la CHX se ha recomendado como irrigante en los conductos radiculares (Ringel, *et al.*, 1982; Leonardo, *et al.*, 1999) debido a que muchos estudios han demostrado su amplio espectro de acción antimicrobiana, sustantividad y bajo grado de toxicidad (Jeansonne & White, 1994; White, *et al.*, 1997). Sin embargo, la incapacidad de disolución de la clorhexidina ha sido un problema. Se han hecho algunos intentos para solucionar esta deficiencia mediante el uso combinado de hipoclorito de sodio y CHX (Kruvillla & Kamath, 1998).

V.4.5.- EFECTOS ADVERSOS.

No se han observado en su aplicación como medicamento intraconducto e irrigante. Sin embargo, el efecto directo *in vitro* en un ensayo sobre células madre humanas en la papila apical mostró falta de células viables después de su uso (Trevino, *et al.*, 2011). El efecto citotóxico *in vitro* de la CHX en células osteoblásticas humanas

parece ser dependiente de la dosis (Lee, *et al.*, 2010). Estudios en animales han demostrado que CHX al 2.0% no indujo respuesta inflamatoria intensa al inyectarse en la cavidad peritoneal de ratones (Tanomaru, *et al.*, 2003) o en conductos radiculares de los perros al emplearse como medicamento intraconducto (Silva, *et al.*, 2004). Los efectos adversos de CHX son generalmente relacionados con su aplicación tópica u oral (Torres, *et al.*, 2009).

V.5.- HIPOCLORITO DE SODIO (NaOCl).

Fue reconocido por primera vez como agente antibacteriano en 1843 cuando el lavado de manos con hipoclorito de sodio entre pacientes produjo tasas inusualmente bajas en la transmisión de infecciones en los pacientes. Se registró como un irrigante endodóntico en 1920 (Crane, 1920).

El uso mundial del hipoclorito de sodio como irrigante en endodoncia se debe a que es un agente antimicrobiano eficaz (Byström & Sundqvist, 1983; Gomes, *et al.*, 2001; Vianna, *et al.*, 2004) y un disolvente orgánico excelente para tejidos vitales y necróticos (Grossman & Meiman, 1941). Posee compatibilidad biológica aceptable en concentraciones menores (1%) (Holland, *et al.*, 1992; Médicas, 2001). Sin embargo, se ha reportado que es altamente irritante en los tejidos periapicales, sobre todo si es utilizado en concentraciones altas (Becking, 1991).

De acuerdo con Markus Haapasalo (2005) las concentraciones empleadas de hipoclorito de sodio varían de 0.5% a 5.25%, esto en función de los protocolos de dilución y almacenamiento individuales. Agregando que el aumento de temperatura del hipoclorito mejora la actividad bactericida y la disolución pulpar, no obstante el efecto de transferencia de calor a los tejidos adyacentes es incierto (Sirtes, *et al.*, 2005).

V.5.1.- MECANISMO DE ACCIÓN.

Estrela *et al.*, (2002). Exponen que el NaOCl provoca alteraciones biosintéticas, destrucción de fosfolípidos, formación de cloraminas interfiriendo en el metabolismo celular, la acción oxidativa con inactivación enzimática irreversible en las bacterias y degradación de lípidos y ácidos grasos.

Pécora *et al.*, (1999) informaron que el hipoclorito de sodio exhibe un equilibrio dinámico como lo demuestra la reacción:



Figura 9. **SAPONIFICACIÓN**

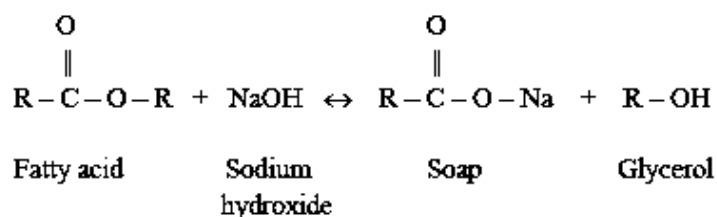


Figura 10. **NEUTRALIZACIÓN DE AMINOÁCIDOS**

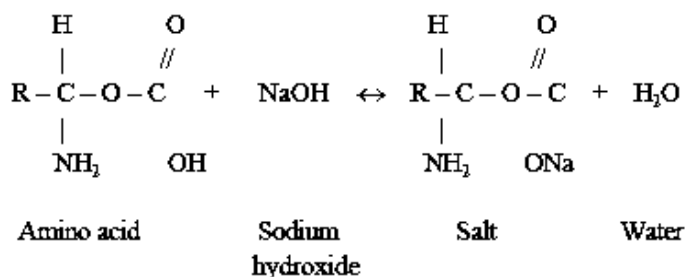
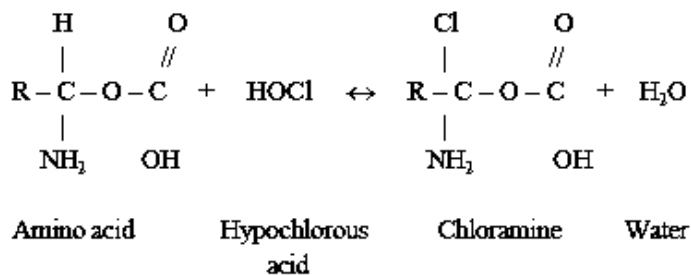


Figura 11. **CLORAMINACIÓN**



Las reacciones químicas comprobadas entre el tejido orgánico (Pécora, *et al.*, 1999; Barbin, 1999; Spanó, *et al.*, 2001) y el hipoclorito de sodio se muestran en las figuras 9-11.

En la interpretación de estas reacciones químicas, se observa que los actos del hipoclorito de sodio en lo orgánico y en los ácidos grasos degradantes disolventes de grasa, sufren una transformación en sales de ácidos grasos (jabón) y glicerol

(alcohol), reduciendo la tensión superficial de la solución restante (figura 9, reacción de saponificación).

El hipoclorito de sodio neutraliza aminoácidos formando agua y sal (figura 10, reacción de neutralización).

Con la salida de los iones hidroxilo, hay una reducción del pH. El ácido hipocloroso, es una sustancia presente en el hipoclorito de sodio, que al estar en contacto con tejido orgánico actúa como disolvente, liberando cloro, que combinado con el grupo amino de proteínas, forma cloraminas (figura 11, reacción cloraminación). El ácido hipocloroso (HOCl) e iones hipoclorito (OCl^-) conducen a la degradación de aminoácidos e hidrólisis.

La reacción de cloraminación entre el cloro y el grupo amino (NH) forma cloraminas interfiriendo en el metabolismo celular. El cloro (oxidante fuerte) presenta una acción antimicrobiana inhibiendo a las enzimas bacterianas que conducen a una oxidación irreversible de grupos SH (grupo sulfhídrido) de las enzimas bacterianas esenciales. El hipoclorito de sodio es una base fuerte ($\text{pH} > 11$). La concentración al 1 %, de hipoclorito de sodio presenta una tensión superficial igual a 75 dinas/cm, viscosidad igual a 0.986 cP, 65.5 m de conductividad, 1.04 g/cm³ de densidad y humectación con una capacidad igual a 1 h y 27 min. Teniendo en cuenta el conocimiento de los procesos de pH y sus actividades aisladas en los sitios enzimáticos esenciales, como los de la membrana, resulta esclarecedor asociar el hipoclorito de sodio (pH alto, más de 11) a efectos biológicos perjudiciales sobre las células bacterianas.

La reacción de cloración de aminoácidos (figura 11) y la formación de cloraminas interfieren con el metabolismo celular. La oxidación promueve la inhibición irreversible bacteriana y la inhibición enzimática con la sustitución de hidrógeno con cloro. Esta inactivación de la enzima se puede observar en la reacción de cloro con grupos amino (NH_2). Por lo tanto, el hipoclorito de sodio presenta una actividad antimicrobiana con la acción de bacterias enzimáticas esenciales en los sitios de promoción de la inactivación irreversible originado por los iones hidroxilo y acción cloraminación.

La disolución de tejido orgánico puede ser verificada en la saponificación cuando en la reacción se degrada el hipoclorito de sodio en ácidos grasos y lípidos resultantes en jabón y glicerol.

Tiene baja viscosidad que permite una fácil introducción en la arquitectura de los conductos radiculares, una vida útil aceptable con bajo costo. La toxicidad de su acción en los tejidos vitales y corrosión de metales son sus principales desventajas en el uso dental. No obstante la concentración de esta solución química como irrigante endodóntico, sigue siendo tema de debate entre los investigadores y los especialistas en endodoncia. Por esta razón, se han realizado varios estudios que evalúan y comparan la efectividad antimicrobiana de diferentes soluciones de irrigación. (Tabla 5)

V.6.- EFECTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE SOLUCIONES QUÍMICAS UTILIZADAS DURANTE LA IRRIGACIÓN ENDODÓNTICA.

Tabla 5. Presenta algunos estudios de efectividad antimicrobiana de distintas sustancias irrigadoras.

Autor y año	Objetivo	Resultado	Conclusión
Karale, et al., 2011	Evaluar la eficacia antibacteriana de hipoclorito de sodio (NaOCl) 3%, corriente alterna de alta frecuencia (HFAC) (Endox Sistema de endodoncia), clorhexidina (CHX) 2% en la eliminación de <i>Enterococcus faecalis</i> en conductos radiculares infectados <i>in vitro</i> .	Grupo A: NaOCl 3% mostró una reducción del 100% en el crecimiento de <i>E. faecalis</i> después de 24 y 48 h. ($p=2.54E-10$, a las 24 y 48 h). Grupo B: HFAC mostró reducción del 70% del crecimiento después de 24 h ($p=3.476E-06$), y 55% después de 48 h ($p=9.81E-05$). Grupo C: CHX 2% mostró una reducción del 95% del crecimiento después de 24 y 48 h ($p=1.79E-09$). Todas las muestras en el Grupo D fueron tratadas con solución salina fisiológica mostrando un 100% de crecimiento. Por lo que NaOCl, CHX y HFAC mostraron diferencia estadística significativa al compararse con la solución salina.	En el presente estudio, NaOCl, CHX, HFAC fueron significativamente eficaces en la eliminación de <i>E. faecalis</i> el NaOCl mostró una actividad antibacteriana máxima contra <i>E. faecalis</i> .
Jr Siqueira, et al., 2007	Comparar la eficacia de NaOCl 2.5% y CHX al 0.12% como irrigantes en la reducción de bacterias cultivables en conductos radiculares de dientes infectados con periodontitis apical.	En S1, todos los conductos fueron positivos para las bacterias, y la mediana del número de bacterias por conducto fue 7.32×10^5 para el grupo de NaOCl y 8.5×10^5 para el grupo de CHX. En S2, la mediana del número de bacterias en los conductos irrigados con NaOCl y CHX fue 2.35×10^3 y 2×10^2 , respectivamente. Seis de 16 (37.5%) del grupo de conductos NaOCl y 8 de 16 (50%) del grupo de conductos de CHX produjo cultivos negativos. Al realizar la preparación quimio-mecánica utilizando la solución se redujo sustancialmente el número de bacterias cultivables en los conductos. No se observó ninguna diferencia significativa entre el NaOCl y los grupos de CHX en relación con el número de casos que producen cultivos negativos ($p=0.72$) o reducción bacteriana cuantitativa ($p=0.609$).	Los presentes resultados no revelaron diferencias estadísticas significativas al comparar los efectos antibacterianos de NaOCl al 2.5% y CHX 0.12% utilizados como irrigantes durante el tratamiento de conductos infectados.

APLICACIONES DE LAS SOLUCIONES DE SUPEROXIDACIÓN CON PH NEUTRO EN EL ÁREA
ODONTOLÓGICA Y SU POSIBLE USO COMO IRRIGANTE DURANTE EL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS
RADICULARES

		Los grupos irrigados con NaOCl o CHX mostraron una media de 1.3 y 1.9 especies cultivables por conducto, respectivamente. La gran mayoría de los aislamientos en S2 eran de bacterias Gram-positivas, con estreptococos como taxones más prevalentes.	
Giardino, et al., 2007	Comparar la eficacia antimicrobiana de NaOCl 5.25%, Biopure MTAD (Dentsply Tulsa Dental, Johnson City, TN) y Tetraclean (Ogna Laboratori Farmaceutici, Milano, Italia) contra <i>Enterococcus faecalis</i> biopelícula generada en filtros de membrana de nitrato de celulosa.	NaOCl 5.25% fue el único irrigante capaz de eliminar biofilm después de 5 minutos, mientras que Tetraclean logro este efecto después de 60 minutos. Biopure MTAD no tuvo el efecto deseado en cada tiempo evaluado. El análisis global de varianza reveló un efecto altamente significativo, ya sea para el tratamiento (F [3,8, rsqb]=177.87, p<0.00) o para efectos de interacción (tratamiento x tiempo) (F [6.16]=5.86, p< 0.002). Bonferroni análisis post hoc mostró que el tratamiento con Tetraclean indujo un aumento en la disgregación de biopelículas en cada intervalo de tiempo considerado en comparación con el control positivo de NaOCl al 0.9% (T5 p<0.01, T30 p<0.00 y T60 p<0.001), MTA (T5 p<0.05, T30 p<0.01, y T60 p<0.001) y NaOCl 5.25% (T5 p<0.0001, T30 p<0.0001 y T60 p<0.0001).	NaOCl 5.25% parece eliminar por completo el biofilm organizado en la superficie de la membrana, mientras que el resto de las soluciones no lograron tal objetivo. Deben realizarse más estudios para comprender la acción y secuencia correcta de diferentes irrigantes contra bacterias tanto en la fase plactónica y organización de biofilm sobre la superficie de la pared del conducto o en el interior de los túbulos dentinarios.
Vianna, et al., 2004	Investigar <i>in vitro</i> la actividad antimicrobiana del gel CHX y líquido 0.2%, 1% y 2% frente a patógenos endodónticos y comparar los resultados obtenidos con NaOCl al 0.5%, 1%, 2.5%, 4% y 5.25%.	Todos los irrigantes eliminaron <i>Endodontalis Porphyromonas gingivalis</i> , <i>Porphyromonas</i> y <i>Prevotella intermedia</i> en 15 segundos. El tiempo requerido para CHX al 1.0% y 2.0% para eliminar todos los microorganismos era el mismo requerido para NaOCl al 5.25%.	La acción antimicrobiana está relacionada con el tipo, concentración y forma de presentación de los irrigantes así como la susceptibilidad microbiana.
Radcliffe, et al., 2004	Determinar la resistencia de los microorganismos asociados con infecciones endodónticas refractarias al hipoclorito de sodio utilizándolo como irrigante en el conducto radicular.	Todas las concentraciones de NaOCl (0.5%, 1.0%, 2.5% y 5.25%) bajaron ufc por debajo del límite de detección después de 10 s en el caso de <i>A. naeslundii</i> y <i>C. albicans</i> . Sin embargo, <i>E. faecalis</i> resultó ser más resistente a NaOCl. El uso de NaOCl al 0.5% durante 30 min ufc redujo a cero para ambas cepas ensayadas. Esto se compara con 10 min de 1.0%, 5 min para 2.5% y 2 min de 5.25% (p<0.001). El análisis de regresión para el registro de variable dependiente (e) (cuenta + 1) con log (e) (tiempo + 1) y la concentración como variables explicativas dieron lugar a una interacción significativa entre el tiempo y la concentración (p<0.001).	La alta resistencia de <i>E. faecalis</i> a NaOCl puede dar lugar a que sobreviva durante y posterior al tratamiento de conductos por lo que se asocia con una infección refractaria. Sin embargo, esto no suele ocurrir con <i>Actinomyces naeslundii</i> o <i>Candida albicans</i> .
Ercan, et al., 2004	Comparar la actividad antibacteriana de diferentes soluciones: NaOCl 5.25% y CHX 2% en conductos radiculares con necrosis pulpar y patologías periapicales.	En general, hubo una tendencia decreciente para el cultivo de los valores para todas las especies bacterianas antes y 48 h después. Esta tendencia fue más significativa para tres especies bacterianas (<i>Enterococcus faecalis</i> , $\chi^2=20$; <i>Staphylococcus aureus</i> , $\chi^2=15$; <i>Streptococcus salivarius</i> , $\chi^2=15$, p<0,001) que para <i>Actinomyces israelii</i> ($\chi^2=6$, p<0.05). Se observó que CHX fue significativamente más eficaz que NaOCl para ambos períodos de muestreo (después de la instrumentación, Z= - 3.46, p<0.09; y 48 h después de la instrumentación, Z= 3.31, p<0.001).	Se necesitan más estudios para evaluar los dos irrigantes. Sin embargo, en este punto, el CHX parece ser una forma eficaz y posiblemente una realización preferida, alternativa a NaOCl con respecto a la actividad antimicrobiana. Sigue siendo una cuestión abierta de estos cual irrigante es preferible con respecto a las propiedades de importancia clínica, como la actividad antibacteriana y la disolución de los tejidos.

APLICACIONES DE LAS SOLUCIONES DE SUPEROXIDACIÓN CON PH NEUTRO EN EL ÁREA
ODONTOLÓGICA Y SU POSIBLE USO COMO IRRIGANTE DURANTE EL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS
RADICULARES

Öncağ, et al., 2003	Comparar las propiedades antibacterianas y tóxicas del NaOCl 5.25%, CHX al 2% más cetrimida al 0.2% (Cetrexidin ®; Vebas, San Giuliano, Milán, Italia).	La CHX al 2% y Cetrexidin ® fueron significativamente más eficaces en <i>E. faecalis</i> que el NaOCl al 5.25% por 5 min ($p<0.05$). Del mismo modo, en el estudio <i>in vivo</i> , CHX al 2% y Cetrexidin ® fueron significativamente más eficaces en bacterias anaerobias que NaOCl al 5.25% a las 48 h ($p<0.05$). Al final de 2 semanas, la toxicidad del NaOCl fue mayor que la de los otros irrigantes ($p<0.05$).	Cetrexidin ® y CHX 2% fueron más efectivos mostrando mayor efecto antibacteriano residual y menor toxicidad que NaOCl al 5.25%.
Gomes, et al., 2001	Evaluar <i>in vitro</i> , la eficacia de varias concentraciones de NaOCl (0.5%, 1%, 2.5%, 4% y 5.25%) y dos formas de CHX (gel y líquido) en tres concentraciones (0.2%, 1% y 2%) en la eliminación de <i>E. faecalis</i> .	Todos los irrigantes fueron eficaces en eliminar <i>E. faecalis</i> , en diferentes tiempos. NaOCl (5.25%) presentó su actividad antibacteriana en < de 30s. La CHX en forma líquida a todas las concentraciones (0.2%, 1% y 2%) también demostró efectividad, sin embargo, el tiempo requerido por CHX líquida al 0.2% y CHX al 2% en gel para promover cultivos negativos fue en sólo 30 s y 1 min, respectivamente.	A pesar de que todos los irrigantes poseían actividad antibacteriana, el tiempo requerido para eliminar <i>E. faecalis</i> dependía de la concentración y el tipo de irrigación utilizada.
Waltimo, et al., 1999	Evaluar la susceptibilidad de 7 cepas de <i>Candida albicans</i> con cuatro desinfectantes: yoduro de potasio, acetato de clorhexidina, NaOCl e hidróxido de calcio.	Las células de <i>C. albicans</i> fueron altamente resistentes al hidróxido de calcio. El NaOCl (5% y 0.5%) y yoduro de potasio (4%) eliminaron todas las células de la levadura dentro de los 30 s, mientras acetato de clorhexidina (0.5%) mostró una eliminación completa después de 5 min.	El hipoclorito de sodio, yoduro de potasio y acetato de clorhexidina son más eficaces que el hidróxido de calcio frente a <i>C. albicans in vitro</i> . Sin embargo, la combinación de hidróxido de calcio con NaOCl o CHX puede proporcionar una preparación antimicrobiana de amplio espectro con un efecto de larga duración.

A pesar de las propiedades de las soluciones, la introducción inadvertida de hipoclorito de sodio más allá del sistema de conductos radiculares puede ocasionar daño tisular extenso o nervioso, e incluso comprometer las vías respiratorias. También existen algunos reportes sobre los daños que puede inducir el uso de la CHX.

V.7.- CITOTOXICIDAD DE SOLUCIONES IRRIGADORAS.

Citotoxicidad: es el grado en el que un agente tiene acción destructiva específica en ciertas células. Genotoxicidad: está relacionada con el daño potencial de determinadas sustancias para el ADN, no es una prueba de peligrosidad para los seres humanos, pero no los hace potencialmente mutagénicos o cancerígenos (Gomes, et al., 2013).

APLICACIONES DE LAS SOLUCIONES DE SUPEROXIDACIÓN CON PH NEUTRO EN EL ÁREA
ODONTOLÓGICA Y SU POSIBLE USO COMO IRRIGANTE DURANTE EL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS
RADICULARES

Tabla 6. Muestra algunos estudios donde se evalúa el grado de citotoxicidad y genotoxicidad que pueden inducir algunas soluciones químicas utilizadas para la irrigación de los conductos radiculares.

Autor y año	Objetivo	Resultado	Conclusión
Li, et al., 2014	Investigar la posible correlación entre la citotoxicidad y las alteraciones inducidas por CHX en el ciclo normal de los macrófagos RAW264.7.	La citotoxicidad de CHX en células RAW264.7 presentaron según su dosis y tiempo de exposición ($p<0.05$). El modo de muerte celular se desplazó de la apoptosis a la necrosis cuando la dosis de CHX aumentó. La genotoxicidad de CHX en las células RAW264.7 mostró daño en el ADN dependiente de la dosis ($p<0.05$). La prolongación del ciclo celular y el aumento de la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS) también se expresó en forma dependiente de la dosis ($p<0.05$).	Los datos sugieren que la citotoxicidad inducida por CHX y genotoxicidad de los macrófagos puede ser a través de la generación de ROS.
Prasad, et al., 2014	Analizar la citotoxicidad de varios volúmenes de NaOCl 5.25%, CHX al 2% y una mezcla de un isómero de tetraciclina, un ácido y un detergente (MTAD) mediante la comprobación de la hemólisis de glóbulos rojos humanos.	Grupo I (NaOCl 5.25%) mostró una citotoxicidad significativa en comparación con el grupo control. La citotoxicidad del irrigante es directamente proporcional al incremento en el volumen y el tiempo de exposición. En un volumen de 50 μ l, NaOCl mostró una hemólisis completa de los glóbulos rojos. 10 μ l $p<.0002$, 20 μ l $p<.0003$, 30 μ l $p<.0001$, 40 μ l $p<.0001$. Grupo II (CHX 2%) mostró citotoxicidad estadísticamente significativa, pero el nivel de citotoxicidad fue mínimo en NaOCl y MTAD. 10 μ l $p<.007$, 20 μ l $p<.001$, 30 μ l $p<.0009$, 40 μ l $p<.002$, 50 μ l $p<.002$. Grupo III (MTA) mostró citotoxicidad estadísticamente significativa, pero menor en comparación con NaOCl y más cuando se compara con CHX.	Este estudio sugiere que estas soluciones de irrigación causan efectos perjudiciales en los glóbulos rojos. El NaOCl ha demostrado ser altamente citotóxico y por lo tanto se debe tener precaución cuando se utilice como irrigante en endodoncia. MTAD también ha demostrado una citotoxicidad significativa cuando se compara con CHX. La situación clínica, la concentración utilizada, el tiempo de exposición al agente y el área de superficie de exposición son factores importantes que afectan la citotoxicidad de la solución de irrigación. Por lo tanto, teniendo en cuenta los resultados de este estudio la CHX ha demostrado tener un potencial citotóxico menor si se compara con MTAD e NaOCl.
Campos, et al., 2010	Evaluar los efectos citotóxicos de diferentes concentraciones de clorhexidina (CHX) en los odontoblastos (MDPC-23).	Se observó una diferencia estadística significativa cuando las células fueron expuestas a CHX en todos los períodos ($p<0.05$). La diferencia significativa se determinó para todas las concentraciones de CHX ($p<0.05$). A los 60 s de exposición fue menos citotóxica ($p<0.05$), mientras que la exposición a 60 s con un período de recuperación de 24 h fue el más tóxico para las células ($p<0.05$).	Independientemente del tiempo de exposición, todas las concentraciones de CHX tuvieron un efecto citotóxico directo a las células MDPC-23.
Lee, et al., 2010	Evaluar los mecanismos de citotoxicidad de CHX en células osteoblásticas humanas <i>in vitro</i> .	CHX demostró un efecto citotóxico para las células U2OS dependiendo de la dosis ($p<0.05$). La concentración de inhibición del 50% de CHX fue de aproximadamente 0.005%. CHX también inhibió la proliferación celular y la síntesis de colágeno ($p<0.05$). La adición de ácido 2-oxotiazolidin-4-carboxílico actuó para un efecto protector sobre la citotoxicidad inducida por CHX ($p<0.05$). En contraste, la adición de butionina sulfoximina aumenta la citotoxicidad inducida por CHX ($p<0.05$).	Los niveles de CHX probados inhibieron el crecimiento celular, la proliferación y la síntesis de colágeno en células U2OS. CHX tiene un importante potencial en la toxicidad periapical. El agotamiento en los niveles de glutatión podría ser uno de los mecanismos subyacentes a la citotoxicidad CHX.
Navarro, et al., 2010	Efectos de citotoxicidad del	El porcentaje de viabilidad celular disminuyó progresivamente durante un periodo de 24 horas	La solución de irrigación con el mayor porcentaje de

APLICACIONES DE LAS SOLUCIONES DE SUPEROXIDACIÓN CON PH NEUTRO EN EL ÁREA
ODONTOLÓGICA Y SU POSIBLE USO COMO IRRIGANTE DURANTE EL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS
RADICULARES

	Ácido cítrico 15%, Ácido fosfórico 5%, NaOCl 2.5% en fibroblastos cultivados utilizando el ensayo colorimétrico MTT.	en todas las soluciones ambas diluciones. Ácido cítrico 53.91% (p=0.010), Ácido fosfórico 6.91% (p=0.007), NaOCl 63.39% (p=0.012).	viabilidad celular fue 2.5% en ambos NaOCl 0.1% y 0.5% diluciones. Un porcentaje muy bajo de la viabilidad celular se obtuvo con 15% de ácido cítrico y ácido fosfórico al 5% a 0.5% de dilución.
Gül, et al., 2009	Investigar los efectos citotóxicos y genotóxicos de NaOCl mediante el análisis de ensayo de micronúcleos en la citocinesis-bloque y de aberración cromosómica en linfocitos periféricos humanos <i>in vitro</i> .	Aumentos significativos en la frecuencia de CA después de la adición de la concentración de NaOCl 24 y 48 h (r=0.95), en comparación con el control negativo, en todos los grupos de tratamiento en una forma dependiente de la dosis (r=0.85). El tratamiento mitomicina también causó un aumento significativo (p<0.001) en la frecuencia de células aberrantes. El tratamiento con 0.05 mg/ml de NaOCl no aumentó la frecuencia de CA en las células de linfocitos humanos. NaOCl aumentó significativamente la frecuencia de micronúcleos de manera dependiente de la dosis (r=0.68).	Nuestros datos proporcionan evidencia de que NaOCl aumenta la tasa de aberración cromosómica, la formación de MN y la citotoxicidad en células de linfocitos humanos <i>in vitro</i> a concentraciones aproximadamente 33 veces menor que la que se encuentra en el agua potable.
Giannelli, et al., 2008	Investigar la citotoxicidad <i>in vitro</i> de CHX en las células.	CHX afectó la viabilidad celular en una dosis dependiendo del tiempo, particularmente en los osteoblastos. Su efecto tóxico consiste en la inducción de muerte celular por autofagia y apoptosis/necrosis y participar en la alteración de la función mitocondrial, Ca ²⁺ aumento intracelular y estrés oxidativo.	Estos datos sugieren que CHX es altamente citotóxica <i>in vitro</i> por lo tanto se invita al uso más advertido del antiséptico en los procedimientos quirúrgicos orales.
Cabral & Fernandes. 2007	Reportar el comportamiento de las células óseas alveolares humanas osteoblásticas (primer subcultivo) en presencia de clorhexidina y povidona yodada (PI).	El contacto a corto plazo (2 min) en cultivos de 24 h con CHX a 0.12 y 0.2% y PI a 5 y 10%, causaron muerte celular en cuestión de minutos; el contacto con 1% PI dio como resultado la pérdida de la forma alargada de células. La adhesión celular se vio afectada de manera adversa a concentraciones superiores a 5 ¹⁰ (-5) CHX% o 0.05% PI. La exposición a largo plazo a CHX en 10 (-5) y 10 (-4) % o PI en 10 (-4) % tuvo poco efecto sobre el crecimiento celular y causó una inducción en la síntesis de fosfatasa alcalina (ALP). Las concentraciones de CHX y PI similares y mayores que, respectivamente 5 ¹⁰ (-4) % o 0.05% causaron efectos deletéreos dependiente de la dosis. CHX afectó principalmente al crecimiento de las células, mientras que se observaron los efectos de PI en su mayoría en la producción de ALP y mineralización de la matriz.	Los resultados sugieren que CHX tiene un perfil de citotoxicidad mayor que PI. Esta observación podría tener alguna relevancia clínica con respecto a la utilidad potencial de PI en la prevención de osteitis alveolar.
Hidalgo, et al., 2002	Investigar la eficacia terapéutica del NaOCl como antiséptico tópico en la actividad antibacteriana y mecanismos de citotoxicidad.	Para evaluar el poder antibacteriano se utilizó la prueba de gama amplia de concentraciones de NaOCl (0.00025 a 0.5%) contra cuatro especies bacterianas aisladas. No se observaron efectos bactericidas totales sólo para 0.5%; rango de concentración 0.25-0.025% produjo actividad antimicrobiana parcial. La acción citotóxica producida-NaOCl temprana en cultivos de fibroblastos era depleción de ATP celular que ocurrió a 0.00005% (con FCS al 2%), seguido por la disminución de la dosis y dependiente del tiempo, alcanzando niveles por debajo de 5% de los valores de control.	Se observó que las concentraciones de NaOCl mayores a 0.05% provocaron una nula supervivencia de fibroblastos en todos los tiempos de exposición ensayadas. El ácido hipocloroso demostró ejercer un efecto inhibitorio sobre la síntesis rápida del ADN, mediante la destrucción bacteriana por fagocitos.
Yesilsoy, et al., 1995	Análisis de los efectos antimicrobianos y tóxicos de irrigantes: NaOCl (0.5%, 2.5%,	Evaluación cualitativa de la intensidad y naturaleza de la inflamación histológica a las 2 h, 2 días y 2 semanas. La mayoría de los materiales de la prueba no mostraron inflamación leve a las 2 h; después de 2 días, la intensidad fue calificada como moderada. A las	Los materiales estudiados no parecen ser excesivamente tóxicos. Respecto a sus propiedades antibacterianas en las condiciones de este estudio fueron tan buenas

	5.25%), Peridex, CHX (0.12%), y Therasol. El alcohol y la solución salina como controles.	2 semanas, la inflamación estaba ausente, excepto después de la utilización de las dos concentraciones más altas de NaOCl (5.25 y 2.5%) y gluconato de clorhexidina, que mostraron la formación de granulomas. Los resultados con solución salina y alcohol fueron negativos (sin inflamación) en todos los períodos de tiempo.	como las de NaOCl 5.25%, por lo tanto deben ser considerados como materiales alternativos para el sistema de irrigación de los conductos radiculares. Además ensayos <i>in vivo</i> (clínicos) serán necesarios para determinar si los resultados serán validados.
Pucher & Daniel. 1992	El presente estudio utilizó fibroblastos humanos derivados de la piel y de tejidos orales para poner a prueba los efectos de CHX en la viabilidad, crecimiento, contracciones del gel de colágeno y síntesis de proteína total.	Indicaron que una concentración de CHX al 0.002% presenta una citotoxicidad mínima, pero es capaz de suprimir la división celular casi por completo. La contracción del gel de colágeno, como modelo de contracción de la herida, se afectó severamente por todas las concentraciones de CHX al 0.005 y 0.002.	Los datos apoyan la hipótesis de que la clorhexidina es altamente citotóxica para las células <i>in vitro</i> , pero diversas funciones celulares tales como la proliferación, contracción de gel de colágeno y la síntesis de proteínas se ven afectadas por diversos grados de la CHX.

V.8.- SOLUCIONES DE SUPEROXIDACIÓN.

Son soluciones acuosas procesadas electroquímicamente, fabricadas a partir de agua pura (Pérez, *et al.*, 2014). Son conocidas por su efecto antiséptico, desinfectante y esterilizante de productos, así como auxiliares en el tratamiento de infecciones en tejidos (Rojas, *et al.*, 2013; Durán, 2010).

Descritas en 1996 por Tanaka, teniendo efectividad en contra de bacterias, virus, hongos, esporas y micobacterias, así como por su baja toxicidad en tejidos y fácil manejo en el almacenamiento, uso y desecho. Existen muchos sinónimos de soluciones de superoxidación, como aguas electrolizadas, ácidos fuertes electrolizados en solución acuosa, soluciones oxidantes mixtas y solución electrolítica ácida (Durán, 2010). Aunque todas las soluciones de agua electrolizada son obtenidas por un proceso de electrólisis similar, las variaciones en la concentración activa y en su pH producen agentes antimicrobianos con diferente potencia microbicida (Tabernero de Paz, *et al.*, 2013). (Figura 12)

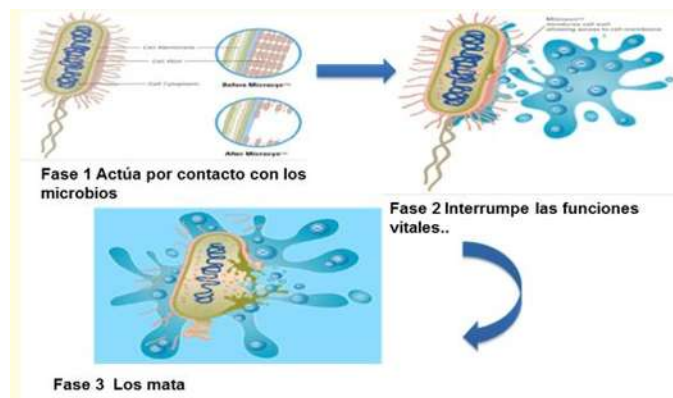


Figura 12. Mecanismo de acción de las SSO con pH neutro en los microorganismos. (Imagen obtenida de micordacyn.com)

La literatura también ha descrito el uso de SSO para diversos problemas clínicos en humanos, como: procesos infecciosos en piel y úlceras (Sekiya, *et al.*, 1997), la irrigación del mediastino después de cirugía a corazón abierto (Ohno, *et al.*, 2000), y tratamiento de peritonitis y abscesos intraperitoneales (Inoue, *et al.*, 1997). También se han recomendado para el lavado y desinfección de manos en personal médico (Sakashita, *et al.*, 2002).

El uso clínico de estas soluciones ha demostrado su eficacia y seguridad así como su potencia al mantener los tejidos libres de infección. Debido a la concentración controlada y a la estabilidad química de los iones lograda en el proceso de la SES con pH neutro, esta solución no es tóxica para las células del organismo humano (Stein, 2012).

V.8.1.- OBTENCIÓN DE LAS SSO.

En general, la materia prima de las SSO es agua común más la adición de sal (NaCl). A nivel industrial, el agua de la llave se purifica a través de osmosis inversa y se añade cloruro de sodio. Esta solución mezclada se vierte en un contenedor, donde se transfiere una corriente eléctrica con parámetros establecidos de 9 volts. Este contenedor o cámara cuenta con dos electrodos cubiertos de titanio, uno positivo o ánodo y uno negativo o cátodo, y están a su vez divididos por una membrana catiónica o diafragma. Esto genera que el cloruro de sodio en el agua se disocie en cloro cargado negativamente, así como en sodio e hidrógeno cargados

positivamente. Los iones hidroxilo y cloro son absorbidos por el ánodo, mientras liberan un electrón para transformarse en radicales. Los radicales cloro e hidroxilo se combinan formando ácido hipocloroso (HClO) que se separa del ánodo, mientras que en el lado del cátodo cada sodio cargado positivamente recibe un electrón y se vuelve sodio metálico; éste se combina con moléculas de agua formando hidróxido de sodio y gas hidrógeno. Una membrana bipolar que separa los electrodos aumenta la electrolisis del agua para producir ácidos y álcalis más fuertes que el ánodo y el cátodo respectivamente. La solución obtenida del ánodo corresponde a una solución incolora, ácida, con un alto potencial de oxidorreducción (ORP) y con una variedad de iones que pueden ser útiles clínicamente. La producción de SESI, (soluciones electrolizadas de selectividad iónica) aunque es un proceso similar, resulta más complejo por la necesidad de obtener un pH neutro más ajustado a través del control y la selección iónica, así como del control de los flujos. En este caso el sustrato, que es agua tratada con características fisico-químicas muy específicas y una solución saturada de cloruro de sodio grado reactivo, es sometido a un proceso de electrolisis controlada (parámetros estrictos de voltaje y carga de corriente) para la generación de iones, que son posteriormente ordenados por medio de un proceso de electro-diálisis bipolar, y se seleccionan a través de un proceso de electro-diálisis inducido (selectividad iónica) con el que se consiguen iones controlados y estables. Al final de este proceso se realiza una concentración controlada de volúmenes obteniendo la neutralidad del pH. La ventaja de estos procesos es que resulta una solución con un pH neutro de 6.4 a 7.5, con un ORP de +800 a +900 mV, una estabilidad mayor ante condiciones ambientales con rangos de iones dentro de estándares conocidos y permitidos para fines terapéuticos con capacidad de esterilizar en un tiempo promedio de 15 minutos (Durán, 2010; Stein, 2012).

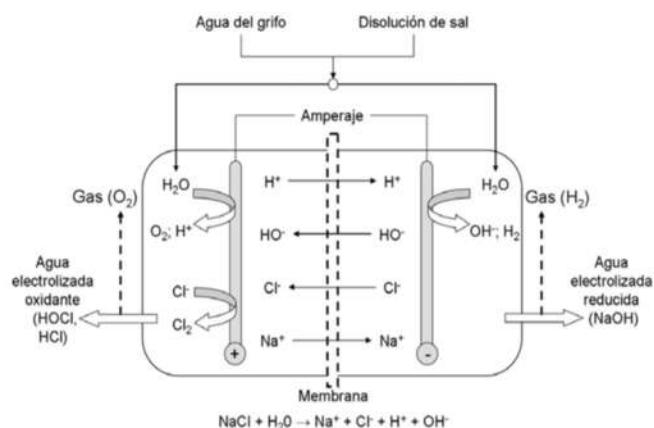


Figura 13. Esquema del proceso de obtención de agua electrolizada (adaptado de Huang *et al.*, 2008).

V.8.2.- MECANISMO DE ACCIÓN.

Se atribuye al efecto de oxidación de los grupos sulfhídrico (-SH) y aminoácidos de la pared bacteriana, lo que afecta el proceso de respiración y nutrición de los microorganismos, produciéndose oxidación de los componentes respiratorios, inhibición en la síntesis de proteínas, mientras que sobre los virus produce alteración de la cápside, ADNAsas y ARNAsas víricas (Rojas, *et al.*, 2013; Stein, 2012; Tabernero de Paz, *et al.*, 2013).

V.8.3.- DIVERSIDAD DE LAS SSO.

No todas las soluciones que pasan por un proceso de electrolisis son iguales, aunque todas provengan en principio de la misma materia prima y pasen por un proceso similar. Existen diferencias principales en el pH, el potencial de oxidación-reducción (ORP, oxidation-reduction potential), la concentración de cloro, la vida en anaquel y el potencial de corrosión de cada SSO. Con relación al pH, las SSO se pueden clasificar como ácido, neutro y alcalinas (Durán, 2010; Pérez, *et al.*, 2014).

Las SSO ácidas (pH 2-4) son agentes microbicidas activos como resultado de la alta cantidad de cloro libre activo (CLA), el cual es superior a las 650 ppm¹³; desafortunadamente, las SSO ácidas son altamente corrosivas y muy inestables por lo que su vida en anaquel es extremadamente corta (horas). En contraste la concentración de CLA en las SSO disminuye dramáticamente conforme se incrementa el pH, desde la región ácida (pH 2.5) hasta la alcalina (pH>9.0); no

obstante, las SSO alcalinas también mantienen propiedades antimicrobianas aunque también son muy inestables y tal vez no sean tan eficaces como las SSO ácidas (Pérez, *et al.*, 2014).

También pueden clasificarse como de primera o de segunda generación, dependiendo de la tecnología con que fueron producidas, aunque actualmente las SESI ya no son consideradas como una SSO, ya que las diferencias en el mecanismo de reacción las ha clasificado como una evolución tecnológica de este tipo de soluciones (Durán, 2010).

V.8.4.- ESPECTRO ANTIMICROBIANO.

Aunque todas las SSO son preparadas por un proceso de electrolisis similar, las variaciones en la concentración activa (desde 7 ppm hasta 180 ppm AFC) y el pH de la solución (de 2.3 hasta 10) producen agentes antimicrobianos con diferencias en su potencia microbicida. Sin embargo, todas ellas comparten un espectro antimicrobiano amplio, con capacidad micobactericida, virucida y bactericida en menos de 5 minutos y esporicida en 10 minutos. *In vitro*, las SSO ácidas y las SESI han mostrado actividad microbicida contra los siguientes patógenos: *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Enterococcus hirae*, *Acinetobacter baumannii*, *Acinetobacter sp*, *Bacteroides fragilis*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus* resistentes a vancomicina, *Haemophilus influenzae*, *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella pneumoniae*, *Micrococcus luteus*, *Proteus mirabilis*, *Serratia marcescens*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus pyogenes*, *Salmonella typhi*, *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes*, *Mycobacterium avium intracellulare*, *Micobacterium chelonae*, *Mycobacterium tuberculosis* y *Candida albicans*. Destruyen esporas de *Bacillus atrophaeus*, *Bacillus cereus* y *Bacillus subtilis*. También destruyen a los virus de hepatitis B, poliovirus, norovirus y virus de inmunodeficiencia humana de manera rápida, pero para la destrucción de adenovirus se requiere la exposición durante al menos 10 minutos (Durán, 2010; Pérez, *et al.*, 2014; Stein, 2012; Rojas B, *et al.*, 2013).

ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

VI.- ANTECEDENTES ESPECÍFICOS.

TRABAJOS DE INVESTIGACIONES ORIGINALES QUE VALORAN LA EFECTIVIDAD DE LAS SOLUCIONES DE SUPEROXIDACIÓN EN DIFERENTES CAMPOS DE LA ODONTOLOGÍA.

Paz, (2006) Objetivo: combatir eficazmente las infecciones odontogénicas con solución de NaCl superoxidada, electrolizada de pH neutro (Microcyn 60) sin causar más daño que beneficio y sobre todo tener la posibilidad de utilizarlas con seguridad tanto en tejidos duros como blandos sin restricciones o riesgos de toxicidad tisular, necrosis por quemaduras, pérdida de sensibilidad, irritación de papilas gustativas, pigmentaciones, etc.

Caso 1

Paciente femenina de 32 años cursando con proceso infeccioso agudo odontogénico secundario a tratamiento endodóntico de 48 horas de evolución con presencia de dolor agudo espontáneo y con aumento de volumen en fondo de saco vestibular en región de órganos dentarios 24, 25, 26 zona de eritema, hipertermia, dolor a la presión y sin obtener respuesta a la ingesta de analgésicos (Figura 14). En proyección radiográfica, se observó zona osteolítica de raíz distal y engrosamiento de ligamento periodontal, sobre-obturación en ambos premolares y sobre-obturación lateral en molar por probable delta apical, problema infeccioso en molar 27 con presencia de zona radiolúcida radicular difusa por probable problema periodontal agregado. Se le informó a la paciente la posibilidad de tratamiento con dicha solución, lo cual aceptó, se procedió como primer paso a indicarle realizara colutorio con Microcyn (Mc) 60 por espacio de 2 minutos, en segundo término se infiltró con solución de lidocaína sin epinefrina al 3% (Scandonest) 0.15 mL y aguja 27 larga de uso dental (Monoject). Se da un lapso de 2 minutos y posteriormente se practicó incisión drenaje de 5 milímetros aproximadamente con mango de bisturí BP # 3 y hoja número 15 Aesculap obteniendo exudado fétido y purulento, se procedió a realizar aspirado exhaustivo de secreción y se realizó lavado de lecho de drenaje con jeringa hipodérmica de 20mL, y Mc 60 profusamente y por espacio de 3 minutos. Ya realizado el lavaje, se procede a empacar gasa embebida en Mc 60 en fondo de

lecho quirúrgico indicándole a la paciente regresara a las 24 horas para retirar gasa. Se prescribió tratamiento concomitante a base de colutorios con Mc 60 con permanencia en cavidad bucal por espacio de 2 minutos, naproxen sódico 275 mg y paracetamol 300 mg (Daflofen F) tabletas 2 al día por espacio de 5 días y analgésico ketorolaco 10 mg (Supradol) tabletas 10 mg 1 cada 6 horas si se presentaba dolor. Se retiró gasa a las 24 horas y se practicó nuevo lavaje por tres minutos para posteriormente realizar sutura de abordaje con catgut crómico calibre 3/0 aguja atraumática T/5. Se citó a la paciente a los 7 días a revisión y finalmente a los 28 días a control radiográfico dando en esa cita su alta (Figuras 14).



Figura 14. Absceso apical agudo.



Figura 15. Posoperatorio 35 días.

Caso 2

Paciente femenina de 36 años de edad que refirió ser portadora de fístula en región de órgano dentario 21 con un año de evolución aproximadamente, doloroso a la presión. En proyección radiográfica, se observó tratamiento endodóntico en dicho órgano y zona radiolúcida en región periapical correspondiente a tejido de granulación séptico (Figura 16). Se procedió a informar a la paciente sobre este tipo de tratamiento y al consentir se dio inicio con colutorio de Mc 60 por 2 minutos y posteriormente se infiltró con lidocaína simple al 3% (Scandonest) y aguja dental 27 larga (Monoject) 0.15 mL, 2 minutos después se practicó incisión drenaje de fondo de saco de aproximadamente 5 mm, con mango de bisturí BP # 3 y hoja del número 15 (Aesculap). Posteriormente se realizó lavado profuso de zona apical y retiro con

fresa de bola # 8 de carburo baja velocidad abundante tejido de granulación irrigando con Mc 60 y al finalizar se continuó lavaje con misma solución por espacio de 3 minutos (Figura 17). Se realizó como acto final, sutura de abordaje con catgut crómico 3/0 aguja atraumática T/5 surgente continua, se citó a los siete días a control y como fármacos de apoyo colutorios con solución de Mc 60 con permanencia por 2 minutos en cavidad oral por 3 veces al día y en lapso de 7 días aunado naproxen sódico 275 mg y paracetamol 300 mg (Daflofen F) tabletas 2 al día por espacio de 5 días, ketorolaco 10 mg (Supradol) 1 tableta cada 6 horas por razón necesaria y omeprazol 20 mg (Inhibitron) tabletas 1 cada 24 horas por presentar problema de gastritis. Finalmente se citó a los 28 días para control radiográfico y alta definitiva según resultados (Figura 18).



Figura 16. Granuloma apical.



Figura 17. Drenado, curetaje y lavado Mc 60.



Figura 18. Posoperatorio 35 días.

Caso 3

Paciente masculino de 38 años de edad con proceso infeccioso agudo, edema de fondo de saco vestibular inferior, dolor espontáneo en región de órgano dentario 46 con movilidad grado III restauración de corona completa de porcelana y sin obtener respuesta a analgésicos (Figura 19). Antecedentes previos de tratamiento endodóntico de un año de evolución y apicectomía de 6 meses de evolución por haber fracasado tratamiento endodóntico, se observa punta de gutapercha fuera de porción radicular en raíz mesial y zona radiolúcida periférica en porción radicular, lesión osteolítica en bifurcación. Refirió el paciente haber buscado consulta previa con facultativo proponiendo éste controlar proceso infeccioso agudo con antibioticoterapia, analgésicos y antiinflamatorios para posteriormente realizar exodoncia. Lo cual no entusiasmó al paciente y motivo por el cual buscó otra opinión. Se le propuso al paciente tratamiento conservador con drenaje y lavado con Mc 60 lo cual aceptó de buena manera, por lo cual se procedió a realizar colutorio con Mc 60 por 2 minutos previo a infiltración de zona problema con lidocaína simple al 3% (Scandonest) y aguja dental calibre 27 (Monoject), posteriormente se realizó incisión en fondo de saco vestibular de 1 cm aproximadamente con mango de bisturí BP # 3 hoja # 15 (Aesculap), lavado profuso con jeringa hipodérmica de 10 cc, y solución de Mc 60 por espacio de 3 minutos para posteriormente colocar gasa embebida en solución de Mc 60 en lecho de abordaje. Se citó al paciente a las 24 horas para retirar apósito recomendándole colutorios con Mc 60 3 veces al día con permanencia de dicha solución en cavidad oral por espacio de 2 minutos, antiinflamatorio y analgésico a base de naproxen sódico 275 mg y paracetamol 300 mg (Daflofen F) 2 tabletas cada 12 horas por espacio de 7 días. Se retiró apósito de gasa a las 24 horas y se realizó nuevamente lavaje profuso con Mc 60 por espacio de 3 minutos, se aplicó punto local de anestesia con la sal anestésica y aguja ya descritos realizando a continuación sutura con catgut crómico 3/0 aguja atraumática T/5, se le recomendó continuara colutorios

y medicamentos por espacio de 7 días y se citó a control clínico y radiográfico a los 35 días por ser paciente foráneo (Figura20).



Figura 19. Absceso apical agudo.

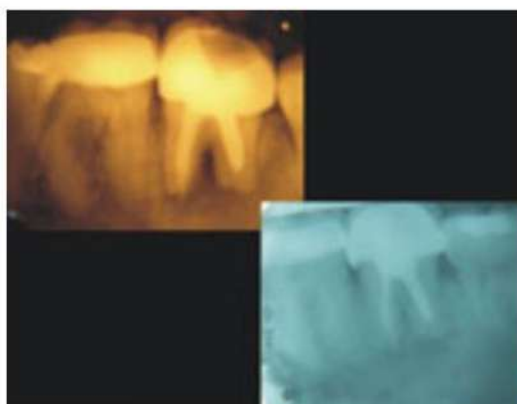


Figura 20. Comparativas (pre y pos respectivamente).

Caso 4

Paciente masculino de 42 años de edad que presentó infección aguda en región de fondo de saco vestibular en zona correspondiente a órgano dentario 36 con 48 horas de evolución y con antecedentes de tratamiento endodóntico de misma evolución con presencia de inflamación, eritema, dolor espontáneo, continuó sin responder a ingesta de analgésicos (Figuras 21).

Se le propone al paciente el tratamiento aquí enunciado, aceptándolo, ya que se habían realizado 3 intentos anteriores de obturación endodóntica final habiendo fracasado todos ellos. Se inició con colutorio de Mc 60, 5 mL aproximadamente, manteniendo la solución por 2 minutos en cavidad oral, posteriormente se infiltran 0.15 mL, de lidocaína simple al 3% (Scandonest) en zona perilesional de fondo de saco vestibular inferior, se practicó incisión de dicho fondo de saco de 1 cm aproximadamente con mango de bisturí BP # 3 y hoja # 15 (Aesculap) continuándose con aspiración profusa de lecho de drenaje para posteriormente, realizar irrigación abundante con jeringa hipodérmica y solución de Mc 60 por espacio de 3 minutos colocando apósito de gasa embebido en misma solución en fondo de lecho quirúrgico, citando al paciente a las 24 horas para retiro de apósito, utilizando como tratamiento concomitante colutorios con Mc 60 3 veces al día con

permanencia en cavidad bucal de dicha solución de 2 minutos e ingesta de antiinflamatorios y analgésicos, naproxen sódico 275 mg y paracetamol 300 mg (Daflofen F) por vía oral cada 12 horas por periodo de 7 días. Se retiró apósito de lecho de drenaje a las 24 horas y se realizó lavaje final por espacio de 3 minutos con jeringa hipodérmica y 10 cc de solución de Mc 60 profusamente por espacio de 3 minutos. Finalmente se suturó con catgut crómico 3/0 aguja atraumática T/5 surgente continuo. Se citó al paciente en 7 días a control refiriéndose asintomático, finalmente se le cita a los 28 días a control clínico y radiográfico dándole de alta posteriormente (Figura 22).



Figura 21. Absceso apical agudo posendodancia. Figura 22. Comparativas (pre y pos respectivamente).

Resultados: se desprende de estas experiencias la grata evolución del proceso infeccioso sin utilizar procedimientos quirúrgicos de grado mayor aun encontrando sobre-obturación o exposición de material aloplástico en zona de periápice (casos 1 y 3). Se observó una respuesta rápida al control de infección, se controló fetidez en todos los casos al momento de aplicar la solución, se observó también control del dolor en el posoperatorio mediato y propiedades hemostáticas. Se observó rápida regeneración perilesional en radiografías de control 35 días. Observamos también a las 24 horas, comodidad al colocar sutura surgente continúa por no haber friabilidad de tejidos y no presentarse dehiscencias del mismo en el posoperatorio mediato.

Conclusión: recomendamos el uso de esta solución.

Sánchez, et al., (2009) Objetivo: evaluar la capacidad antimicrobiana del agua de superoxidación (Microcyn 60) sobre cepas bacterianas que según los reportes de la literatura son causantes de fracasos endodónticos (*E. fecalis*, *P. aeruginosa*).

Metodología: comprobaron la efectividad antimicrobiana de Microcyn 60 y el hipoclorito de sodio al 2.5% y 5% sobre *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) y *Bacilo subtilis* (ATCC 6633), la fase experimental fue dividida en dos etapas:

Fase I experimental: la concentración mínima inhibitoria (CMI), en las dos etapas se estandarizaron los microorganismos a la escala de McFarland de 0.5 (Figura 23). Para posteriormente efectuar la CMI utilizando el método de ELISA. Los medicamentos fueron diluidos a las siguientes concentraciones: 1:1, 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64 hasta la dilución 1:128. Efectuado el procedimiento anterior se realizó la prueba en la placa de ELISA (Figura 24). En la placa se colocaron 100 microlitros de cultivo de la *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis* y *Bacilo subtilis* que fueron agregados a 9 pozos, los primeros 8 fueron tomados para probar las diluciones mínimas inhibitorias (CMI) del Microcyn 60 y el último pozo fue llenado con Microcyn 60 al 100%. El mismo procedimiento fue efectuado para el hipoclorito de sodio al 2.5 y 5 %. Posteriormente estos cultivos se llevaron a la incubadora a 37°C por 24, 48 y 72 horas.



Figura 23. Calibración con el nefelómetro de McFarland cuya turbidez debe ser igual a la del tubo 0.5 de la escala de McFarland.

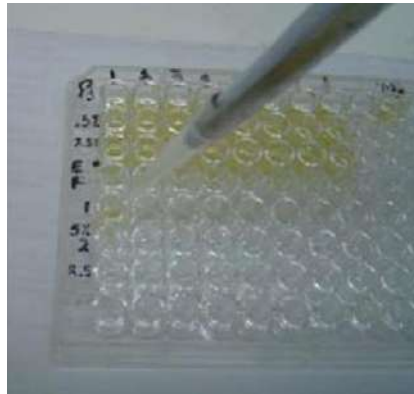


Figura 24. Preparación por el método de ELISA.

Fase II experimental (Prueba de difusión en agar): se utilizaron 3 cajas de Petri con agar sangre, además la suspensión de bacterias *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococo faecalis* y *Bacilo subtilis*. En una campana de flujo laminar se procedió hacer una siembra masiva, utilizando un hisopo estéril embebido de la suspensión de *Pseudomonas aeruginosa*, el cual es frotado en agar sangre impregnando todas las superficies del cultivo y posteriormente se colocaron 3 sensidiscos de 5 mm en tres puntos separados, los cuales fueron impregnados con 30 microlitros de cada medicamento de la siguiente manera:

- En el primer sensidisco se colocó el Microcyn 60.
- En el segundo sensidisco el hipoclorito de sodio al 2.5%.
- En el tercer sensidisco hipoclorito de sodio al 5%. (Figura 25)



Figura 25. Tres sensidiscos de 5mm en tres puntos separados, impregnados con 30 microlitros de cada medicamento.

Lo mismo se realizó en la segunda caja con el *Enterococo faecalis* y la tercera con *Bacilo subtilis*. Una vez efectuado este procedimiento, se llevaron las cajas a una estufa de cultivo a una temperatura de 37°C por 24 horas, al término de este tiempo se midió el tamaño de los halos de inhibición de cada uno de los sensidiscos, con una regla y se anotaron en la bitácora, con estos datos se efectuaron los datos estadísticos de Anova al 0.05.

Resultados: el Microcyn 60 tanto a concentraciones mínimas inhibitorias como a concentraciones al 100% no tuvo ningún efecto bactericida sobre las bacterias *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacilo subtilis* y *Enterococo faecalis*. El hipoclorito de sodio al 5% en la dilución 1:1 (2.5%) fue efectivo con todas las bacterias y en el caso de *Pseudomona aeruginosa* su efectividad persistió 72 horas, lo cual no sucedió con *Enterococo faecalis* y *Bacilo subtilis* cuyo periodo de efectividad fue de 48 horas. El hipoclorito de sodio al 5% en concentración 1:2 (1.25%) y *Pseudomona aeruginosa* tuvieron un efecto hasta las 48 horas, en el caso de *B. subtilis* sólo las primeras 24 horas tuvo efecto en esta concentración y *E. faecalis* tuvo efectividad hasta las 48 horas. El hipoclorito de sodio al 2.5% en concentración 1:1 (1.25%) su acción bactericida tuvo efectividad para *P. aeruginosa* hasta las 48 horas, en el caso de *B. subtilis* sólo las primeras 24 horas tuvo efecto y para *E. faecalis* tuvo efecto las 48 horas. El hipoclorito de sodio al 2.5% en concentración 1:2 (0.625%) no tuvo efecto bactericida sobre ninguna de las bacterias aun en las primeras 24 horas.

Fase II experimental: debido a los resultados negativos del Microcyn 60 se procedió a realizar una prueba t de Student, con un alfa de 5 grados de libertad entre hipoclorito de sodio al 5% e hipoclorito de sodio al 2.5% no encontrándose diferencia significativa entre ambas soluciones.

Conclusiones: el Microcyn 60 no tiene efectos bactericidas a ninguna concentración sobre estas bacterias. El hipoclorito de sodio sigue siendo un irrigante eficaz tanto a concentración de 2.5% como al 5% esto fue ampliamente comprobado tanto a concentraciones normales como en diluciones (CMI). El *Bacilo subtilis* resultó ser poco susceptible al hipoclorito de sodio, ya que las concentraciones

mínimas requeridas fueron de 2.5 y 5%, y su efecto sólo fue las primeras 24 horas, el hipoclorito de sodio en concentraciones frescas y bien conservado puede mantenerse hasta 72 horas con buenos resultados, si a concentraciones mínimas inhibitorias está dando resultado sobre estos gérmenes, entonces los podemos usar con confianza en el tratamiento de conductos. Con los resultados obtenidos en esta investigación concluimos que aun con los efectos irritantes que causa el hipoclorito de sodio sobre los tejidos blandos y sus limitantes en el uso de tratamientos endodónticos, los efectos bactericidas ofrecidos por éste en sus diferentes concentraciones y tiempos sobrepasan en mucho a los resultados obtenidos por parte del Microcyn 60, lo que nos hace deducir que el Microcyn 60 no es un buen candidato para ser usado como irrigante en la preparación de conductos, porque aunque tenga cualidades como baja tensión superficial y un pH neutro sus capacidades bactericidas no lograrían el objetivo que necesitamos para contrarrestar la carga bacteriana posible en un conducto radicular.

Akçay, et al., (2010) Objetivo: evaluaron la eficacia antimicrobiana de agua de superoxidación (SSO), hipoclorito de sodio (NaOCl), clorhexidina (CHX) y EDTA contra *E. faecalis* y *C. albicans* mediante pruebas de difusión en disco (DDT) y contacto directo (DCT).

Metodología: en DDT, se colocaron 20 µL de cada solución, se impregnaron en discos de papel estériles y se pusieron en placas de agar con microorganismos (*E. faecalis* y *C. albicans*). Las zonas de inhibición se midieron después de 24 h. En DCT, cada solución se acomodó en la superficie de las placas de agar que habían sido inoculadas con cada microorganismo. Después de predeterminados períodos, las transferencias se hicieron del área de contacto entre la muestra al agar cultivado y de esa zona al área que no estuvo en contacto con las muestras.

Resultados: fueron obtenidos con presencia / ausencia de crecimiento microbiano. Se realizó un análisis estadístico utilizando Kruskal-Wallis y la prueba U de Mann-Whitney. En el DDT, todas las soluciones exhiben inhibición en zonas de mayor o menor grado. CHX y EDTA mostraron propiedades antimicrobianas significativas

contra *E. faecalis* y *C. albicans* ($p < 0.05$). En la DCT, todos los irrigantes eliminaron ambos microorganismos con intervalos de tiempo ($p > 0.05$). Aunque, la actividad antimicrobiana de EDTA aumentó con el tiempo de contacto prolongado. NaOCl, CHX y EDTA fueron eficaces contra los microorganismos. Sin embargo, la eficacia antimicrobiana en la declaración de trabajo difirió entre las pruebas.

Tabla 7. Promedio de zonas de inhibición de todas las soluciones estudiadas y grupos control (agentes antifúngicos o antibacterianos) contra cada microorganismo.

Test solutions	Microorganisms	
	<i>E. faecalis</i>	<i>C. albicans</i>
EDTA	19 ± 0.30	34 ± 0.0
CHX	19 ± 0.45	18 ± 0.30
SOW	7 ± 0.94	8 ± 0.90
NaOCl	14 ± 0.70	20 ± 0.35
Antifungal (Nystatin)	-	19.5 ± 0.40
Antibacterial (ceftazidime)	20 ± 0.0	-
Distilled water	-	-

Values are presented as mm ± SD

Tabla 8. Rango de inhibición de *E. faecalis* y *C. albicans* después del contacto con las soluciones estudiadas.

	Solutions							
	SOW		EDTA		NaOCl		CHX	
Contact time	<i>E. faecalis</i>	<i>C. albicans</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>C. albicans</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>C. albicans</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>C. albicans</i>
30 seconds	100%	100%	98,66%	98,8%	100%	100%	100%	100%
1 minute	100%	100%	98,88%	99,5%	100%	100%	100%	100%
3 minute	100%	100%	99,90%	99,5%	100%	100%	100%	100%
5 minute	100%	100%	99,93%	100%	100%	100%	100%	100%

Conclusión: dentro de las limitaciones de este estudio *in vitro*, se concluyó que EDTA 5%, NaOCl 2.5% y CHX 2% son agentes antimicrobianos eficaces contra *C. albicans* y *E. faecalis*. La eficacia antimicrobiana de SSO y EDTA diferían entre las dos pruebas. Las soluciones de superoxidación disminuyeron la carga bacteriana a pesar de ello fueron menos eficaces que el resto de las soluciones. Se necesitan más estudios para recomendar las soluciones de superoxidación como una solución de irrigación rutinaria.

Rossi-Fedele, et al., (2010) Objetivo: compararon la acción antimicrobiana de NaOCl, Optident Sterilox® (solución electrolítica) y Sterilox de Aquatine® (alfa electrolitos) contra *E. faecalis* al utilizarse como irrigantes en conductos radiculares bovinos.

Metodología: se utilizaron incisivos bovinos. Las raíces fueron seccionadas, se prepararon e inocularon con *E. faecalis* JH2-2. Después de 10 días de incubación, los conductos radiculares fueron irrigados: Grupo 1 Optident Sterilox® (esto es esencialmente solución salina y se utilizó como control negativo), Grupo 2 NaOCl 4% y Grupo 3 Sterilox Aquatine®, posteriormente las muestras de dentina fueron molidas. Los restos se colocaron en un caldo BHI (infusión cerebro corazón) y las diluciones se sembraron en placas de agar fresco para cuantificar el crecimiento.

Resultados: la incubación durante la noche en los conductos radiculares bovinos no presento crecimiento en ninguna de las muestras. Esto indica que todas las secciones radiculares fueron estériles al inicio del experimento. El hipoclorito de sodio fue el único irrigante que eliminó todas las bacterias. Cuando se hicieron las diluciones, NaOCl fue estadísticamente superior que Sterilox Aquatine® y Optident Sterilox Electrolyte®. Los resultados de las series de dilución se presentan en la Tabla 9, mientras que el análisis estadístico de datos en bruto fue ordenado y la dilución 10⁻² se presenta en la Figura 25.

Tabla 9. Unidades formadoras de colonias (cfu) en placas con diluciones seriadas. Cada grupo contenía cinco raíces donde fueron llevadas a cabo diluciones seriadas por duplicado. Mientras que NaOCl (grupo 2) fue el único irrigante en erradicar el *E. faecalis* se observó una diferencia significativa entre Optident Sterilox Electrolyte Solution (grupo 1) y Sterilox's Aquatine Alpha Electrolyte (grupo 3).

Group 1 - Optident Sterilox Electrolyte Solution® irrigation (negative control)										
Dilution	Root 1		Root 2		Root 3		Root 4		Root 5	
Neat	TMTCa	TMTC	TMTC	TMTC	TMTC	TMTC	TMTC	TMTC	Root Shattered sample lost	
10 ⁻²	178	188	285	49	532	578	28	38		
10 ⁻⁴	9	0	0	0	7	3	2	0		
10 ⁻⁶	0	0	0	0	0	0	0	0		
Group 2 - Sodium hypochlorite irrigation										
Dilution	Root 1		Root 2		Root 3		Root 4		Root 5	
Neat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 ⁻²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 ⁻⁴	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 ⁻⁶	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Group 3 - Sterilox's Aquatine Alpha Electrolyte® Irrigation										
Dilution	Root 1		Root 2		Root 3		Root 4		Root 5	
Neat	TMTC	TMTC	TMTC	TMTC	TMTC	TMTC	TMTC	TMTC	146	230
10 ⁻²	4	4	6	14	42	50	17	16	1	2
10 ⁻⁴	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 ⁻⁶	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TMTC= demasiados para contarlos (>800 cfu por disco)

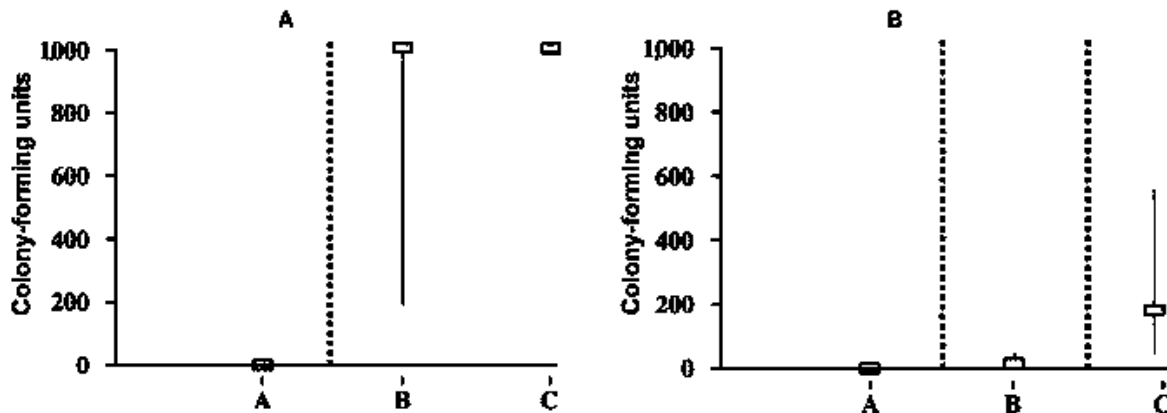


Figura 26. Número promedio de unidades formadoras de colonias que recolectaron del debris después del raspado dentinario e irrigación del conducto radicular con NaOCl (A)-Sterilox's Aquatine Alpha Electrolyte (B)-u Optident Sterilox Electrolyte Solution (C)- 1A; Caldo puro (no dilución). 1B; 10⁻² dilución. La línea vertical discontinua muestra una diferencia significativa entre los grupos en ambos lados (p<0.05).

Conclusión: Sterilox Aquatine® parece tener una acción antimicrobiana significativamente mayor en comparación con Optident Sterilox®, sin embargo NaOCl fue la única solución capaz de erradicar a *E. faecalis* en el modelo.

Giles, et al., (2010) Objetivo: investigar *in vitro*, la eficacia del hipoclorito de sodio (NaOCl), agua de superoxidación (Sterilox ® Optident, Ilkely, Reino Unido) y gluconato de clorhexidina (CHX) como irrigantes endodónticos utilizando dientes extraídos.

Metodología: doce dientes humanos unirradiculares extraídos, se prepararon para el tratamiento endodóntico con un tamaño de lima maestra apical 40 K-file. Las raíces y ápices de todos los dientes se sellaron usando un agente de unión dentinal. Los dientes fueron montados en silicona y se colocaron en frascos de vidrio antes de esterilizar. Se tomó una muestra durante la noche de *Enterococcus faecalis* cultivada en infusión de cerebro y corazón (BHI) se centrifugó, se lavó utilizando la solución tamponada de fosfato (PBS) antes de ser suspendido en BHI fresco. La densidad óptica del cultivo se ajustó a 0.1 unidades a 650nm antes de la inoculación de 20 l en los conductos radiculares preparados. Los dientes inoculados se incubaron a 37°C durante 48 h. Los dientes se dividieron en cuatro grupos de tres dientes, que fueron irrigados con NaOCl (1%), Sterilox, CHX (2%), y el control, PBS durante los ciclos de experimentación. Los dientes fueron irrigados con 5 × 200 µl de un irrigante endodóntico utilizando una pipeta electrónica. Los irrigantes fueron dejados *in situ* durante 60 s. Se tomaron las muestras microbianas de los conductos radiculares con puntas de papel estériles #40. El número de bacterias viables recuperadas de los conductos se determinó mediante diluciones seriadas. El logaritmo de las unidades formadoras de colonias se utilizó para llevar a cabo el análisis estadístico. La eficacia antimicrobiana de los irrigantes se comparó mediante análisis de varianza (anova) y el análisis post-hoc de Tukey a un nivel de significación de $p < 0.05$ para determinar si existen diferencias en la eficacia de los irrigantes investigados.

Resultados: no hubo diferencia estadística significativa entre la eficacia de NaOCl, Sterilox y CHX en la reducción de la carga bacteriana.

Conclusión: NaOCl, Sterilox y CHX tienen una mayor eficacia antibacteriana que el grupo control, PBS. No hubo diferencia estadística significativa entre NaOCl, Sterilox y CHX.

Stein, (2012) Objetivo: evaluar la efectividad de la irrigación supra y subgingival con una solución electrolizada de superoxidación con pH neutro.

Metodología: participaron 24 pacientes habiendo examinado 48 órganos dentales en cada grupo, 96 en total. Su diseño experimental, longitudinal, transversal y aleatorio detallo cuatro variables de estudio; IG (índice de inflamación gingival), IP (índice de placa) profundidad de bolsa periodontal (distancia en mm del margen gingival a la base de la bolsa gingival o periodontal) y perdida de inserción clínica (distancia en mm desde la unión esmalte cemento al fondo de la bolsa). El grupo control fue integrado por 12 pacientes, 8 masculinos y 4 femeninos cuyas edades fluctuaron entre los 18 y 75 con edad media de 43 años. El grupo experimental se integró también por 12 pacientes, 8 masculinos y 4 femeninos cuyas edades fluctuaron entre los 18 y 75 con edad media de 48 años. Ambos grupos fueron tratados bajo dos modalidades: el grupo control bajo un programa de higiene bucodental consistente en cepillado dental bajo técnica de Bass, hilo dental sin cera, raspado y alisado radicular utilizando curetas Gracey, Gracey 7/8, Gracey 13/14, raspador CK6 e instrumentación con Cavitron BobcatPro con punta 25K. El grupo experimental fue tratado de igual manera con la diferencia de haber empleado durante la instrumentación con Cavitron irrigación supragingival con una solución electrolizada de superoxidación con pH neutro y durante la instrumentación del raspado y alisado radicular la irrigación subgingival con cartucho de solución y gel (Figura 27) insertado en una jeringa para anestesia tipo carpule con aguja dental. En ambos grupos se registraron las medias y efectuaron los raspados y alisados radiculares al inicio, al día 15 y al final del estudio, 30 días después. Para el análisis procesamiento estadístico de datos se recurrió al estadístico t-student no pareado (para dos grupos con individuos diferentes en cada uno de ellos utilizando el programa SPSS 17.0).



Figura 27. OxOral irrigación subgingival con cartuchos de solución y gel con jeringa tipo Carpule y aguja 30 corta.

Resultados: las variables siguieron una distribución normal y la dispersión en ambos grupos fue homogénea. El estadístico t de student mostro que a un nivel de significación del 95% existe diferencia significativa clínica y estadística entre ambos grupos motivo por el cual se rechazó la hipótesis nula, concluyendo que la irrigación supra y subgingival con una solución electrolizada de superoxidación con pH neutro como terapia adjunta a los procedimientos de raspado y alisado radicular favorece la disminución de placa dentobacteriana, reduce la inflamación gingival, la profundidad de las bolsas y propicia un adecuado nivel de inserción gingival. (tablas 10, 11, 12 y 13)

APLICACIONES DE LAS SOLUCIONES DE SUPEROXIDACIÓN CON PH NEUTRO EN EL ÁREA ODONTOLÓGICA Y SU POSIBLE USO COMO IRRIGANTE DURANTE EL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS RADICULARES

Tabla 10. IG Índice Gingival (Control vs Experimental).

Grupo	Control	Experimental	Valor P y significancia estadística:	Intervalo de confianza:	Valores intermedios usados para el cálculo:
Mean	2.383	1.450	El valor P de dos colas es menor que <0,0001	La media del grupo control menos grupo experimental es igual 0.933	t = 6.3780 df = 22 (grados de libertad) error estándar de la diferencia = 0.146
SD	0.324	0.390	La diferencia se considera que es significativa	El intervalo de confianza 95% de esta diferencia es de 0.630 a 1.237	
SEM	0.094	0.112			
N	12/48	12/48			

Tabla 11. IP Índice Placa (Control vs Experimental).

Grupo	Control	Experimental	Valor P y significancia estadística:	Intervalo de confianza:	Valores intermedios usados para el cálculo:
Mean	2.358	1.200	El valor P de dos colas es menor que <0,0001	La media del grupo control menos grupo experimental es igual 1.158	t = 7.9686 df = 22 (grados de libertad) error estándar de la diferencia = 0.145
SD	0.442	0.241	La diferencia se considera que es significativa	El intervalo de confianza 95% de esta diferencia es de 0.857 a 1.460	
SEM	0.128	0.070			
N	12/48	12/48			

Tabla 12. Profundidad de bolsa.

Grupo	Control	Experimental	Valor P y significancia estadística:	Intervalo de confianza:	Valores intermedios usados para el cálculo:
Mean	5.108	2.917	El valor P de dos colas es menor que <0,0001	La media del grupo control menos grupo experimental es igual a 2.192	t = 8.9217 df = 22 (grados de libertad) error estándar de la diferencia = 0.246
SD	0.763	0.376	La diferencia se considera que es significativa	El intervalo de confianza 95% de esta diferencia es de 1.682 a 2.701	
SEM	0.220	0.109			
N	12/48	12/48			

Tabla 13. Inserción clínica (Control vs Experimental).

Grupo	Control	Experimental	Valor P y significancia estadística:	Intervalo de confianza:	Valores intermedios usados para el cálculo:
Mean	4.142	1.875	El valor P de dos colas es menor que <0,0001	La media del grupo control menos grupo experimental es igual a 2.267	t = 9.0330 df = 22 (grados de libertad) error estándar de la diferencia = 0.251
SD	0.826	0.270	La diferencia se considera que es significativa	El intervalo de confianza 95% de esta diferencia es de 1.746 a 2.787	
SEM	0.239	0.078			
N	12/48	12/48			

Conclusiones: los resultados obtenidos con la instrumentación mecánica sola (raspado y alisado radicular) son superados cuando se asocia a irrigaciones supra y subgingivales en concentraciones optimas de la solución electrolizada de superoxidación con pH neutro. La solución electrolizada de superoxidación con pH neutro aplicada bajo irrigación supragingival con el uso de Cavitron y subgingival con cartuchos de solución y gel durante el raspado y alisado radicular favorece la disminución de placa dentobacteriana (IP), reduce la inflamación gingival (IG) y la

profundidad de las bolsas propiciando un más adecuado nivel de inserción gingival. La irrigación supra y subgingival de la solución electrolizada de superoxidación con pH neutro se vuelve significativa como terapia adjunta en el tratamiento periodontal. Se recomienda desarrollar más estudios para corroborar la eficacia de la solución electrolizada de superoxidación con pH neutro en sus diferentes presentaciones para ser aplicados en otros procedimientos tales como; operatorio y cosmetología dental, cirugía bucal, endodoncia inclusive en la desinfección de alto nivel del instrumental odontológico, control de infecciones y aseguramiento de la bioseguridad en la práctica odontológica.

Mena, et al., (2013) Objetivo: comparar el efecto antimicrobiano de Microdacyn 60®, OxOral® y NaOCl 5.25% contra *Streptococcus sobrinus*, *Porphyromona gingivalis*, *Streptococcus intermedius*, *Tanarella forsyntensis* y *Enterococcus faecalis*.

Metodología: treinta y tres dientes extraídos unirradiculares se inocularon con 10 µl de una mezcla de bacterias anaerobias. Grupo 1, solución salina estéril/NaCl (n=3); Grupo 2, Microdacyn 60 (n=10); Grupo 3, OxOral (n=10); y Grupo 4, hipoclorito de sodio/NaOCl 5.25% (n=10). Las muestras fueron irrigadas con 5 ml de cada solución durante 5 min con una jeringa de 5 ml y después se enjuagaron con solución salina estéril. El mismo procedimiento se realizó para cada grupo. Después de siete días, las muestras fueron irrigadas con las soluciones y se tomaron muestras. Estas fueron colocadas en un tubo Eppendorf y se incubaron a 37°C. Después de siete días, se tomó nuevamente una muestra para el conteo bacteriano. Se realizó la reacción en cadena de polimerasa (PCR) para identificar las bacterias presentes en las muestras.

Resultados: la media de las muestras bacterianas presentes en las diferentes soluciones fue: los tres elementos irrigados con NaCl (grupo de control) tuvieron un promedio de 3.52 ± 0.16 UFC/ml (IC del 95%: 3.12 a 3.92). Los 10 elementos irrigados con Microdacyn 60 tuvieron una media de 2.57 ± 1.58 UFC/ml (IC del 95%: 1.44 a 3.69), mientras que los 10 elementos irrigados con OxOral tuvieron una media de 0.26 ± 0.46 IC UFC/ml (95%: 0.08-0.59). Los 10 elementos irrigados con

NaOCl no mostraron crecimiento bacteriano (Figura 28). Los valores de NaCl estuvieron en el rango de 3.40 a 3.70 UFC/ml. las muestras irrigadas con Microdacyn 60 tuvieron valores entre 0.90 y 5.85 UFC/ml, las muestras irrigadas con OxOral fueron de 0.00 a 1.40 UFC/ml. El mejor efecto antimicrobiano se observó con NaOCl, seguido por OxOral. Hubo una diferencia estadística significativa entre OxOral y NaOCl ($p=0.924$) y entre NaCl y Microdacyn 60 ($p=0.408$). Se encontró una diferencia estadística significativa entre los grupos de NaCl y Microdacyn 60 contra OxOral y NaOCl ($p<0.01$).

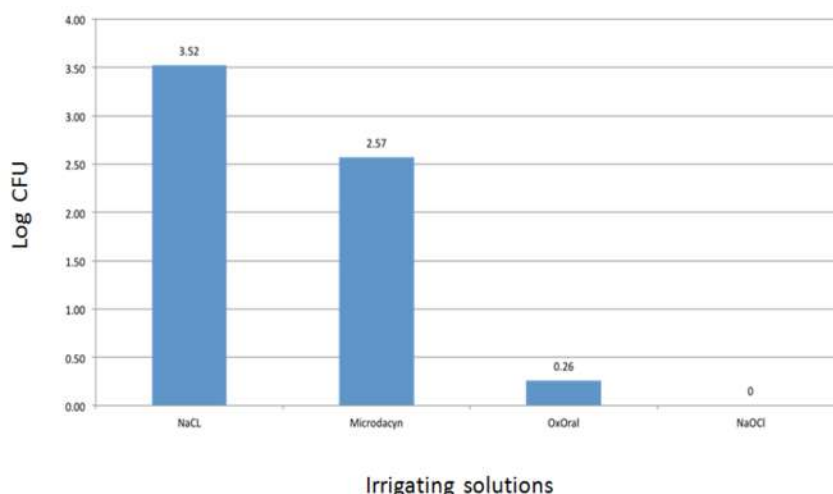


Figura 28. Efecto de NaCl, soluciones de superoxidación (Microdacyn 60, OxOral) e NaOCl 5.25% en crecimiento bacteriano significativo.

Conclusiones: nuestros resultados encontraron un efecto inhibidor en el crecimiento bacteriano con las soluciones de superoxidación (Microdacyn 60 y OxOral). OxOral mostró un efecto mayor que Microdacyn 60, con efecto similar a NaOCl, aunque esta similitud no fue estadísticamente significativa. La diferencia entre la efectividad de Microdacyn 60 y OxOral podría deberse a que uno viene en un recipiente cerrado y el otro en un recipiente abierto, pero esto requiere un mayor estudio. Las soluciones de superoxidación representan una posible alternativa del empleo de NaOCl para la irrigación de los conductos radiculares. Sin embargo, estas fórmulas deben ser probadas clínicamente para determinar su efecto antibacteriano en los procedimientos del conducto radicular cuando se enfrentan a la diversidad de organismos en pulpas necróticas.

Torres, et al., (2013) Objetivo: comparar la eficacia antimicrobiana y citotoxicidad en fibroblastos con el uso de gel de superoxidación electrolizado y digluconato de clorhexidina.

Metodología: los cultivos se prepararon con *Streptococcus intermedius*, *Porphyromonas gingivalis* y una mezcla de ambas. Treinta mini-implantes de ortodoncia estériles se impregnaron con gel de superoxidación electrolizado neutro y digluconato de clorhexidina durante 10 min, luego se sumergieron en medios de cultivo y se incubaron a 37° C durante 24 h. Se tomaron muestras para las colonias formadoras de unidades (UFC), ensayos de turbidez se emplearon para determinar la absorbencia, concentración bacteriana y las pruebas de citotoxicidad en fibroblastos.

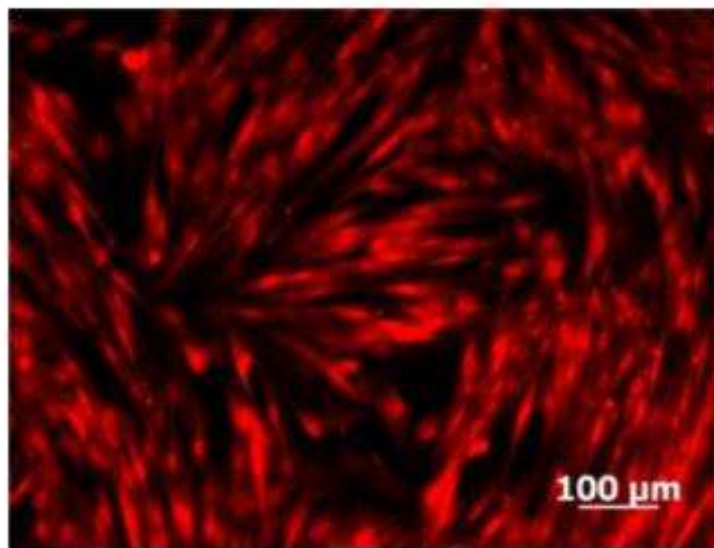


Figura 29. Células mesenquimales de pulpas dentales humanas sin tratamiento en el medio de cultivo. Grupo control (barra de escala 100 μm).

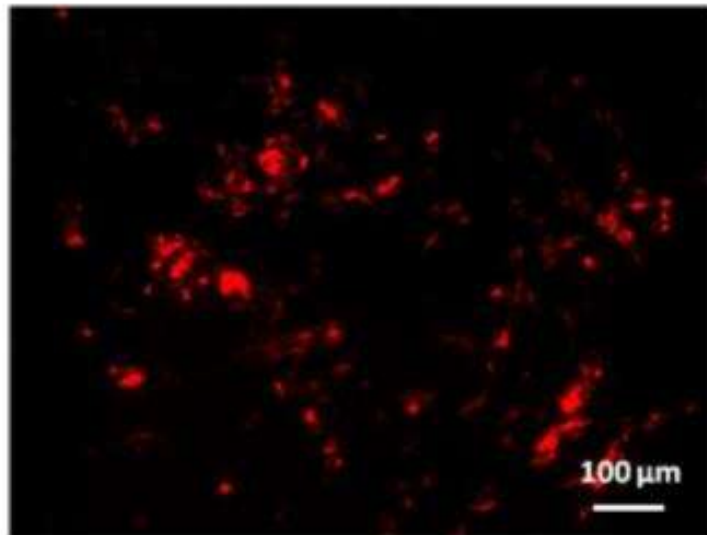


Figura 30. Células mesenquimales de pulpas dentales humanas después de la exposición a CHX al 0.12% por 30 s (barra de escala 100μm).

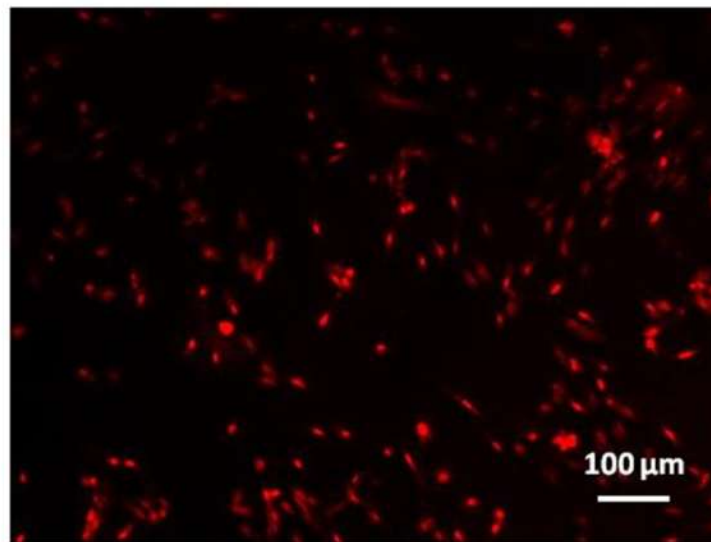


Figura 31. Células mesenquimales de pulpas dentales humanas después de la exposición a CHX al 0.12% por 1 min (barra de escala 100μm).

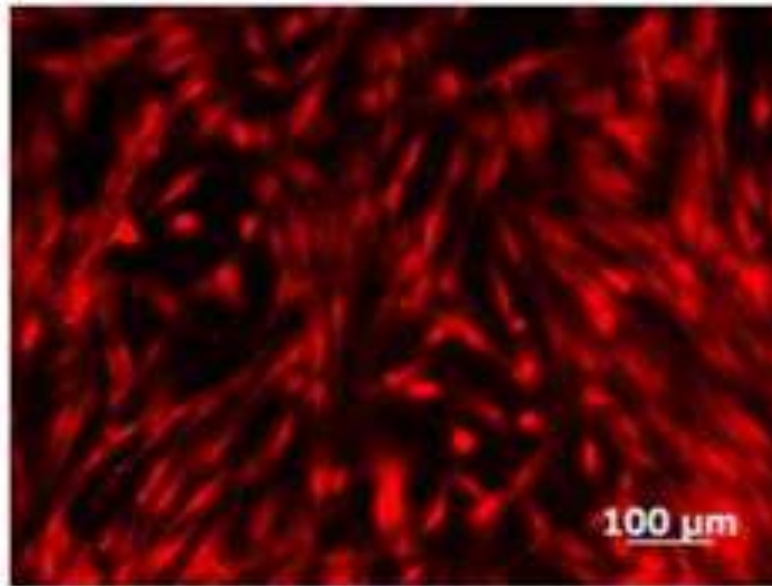


Figura 32. Células mesenquimales de pulpas dentales humanas después de la exposición al gel de superoxidación electrolizado neutro 15ppm por 30 s (barra de escala 100μm).

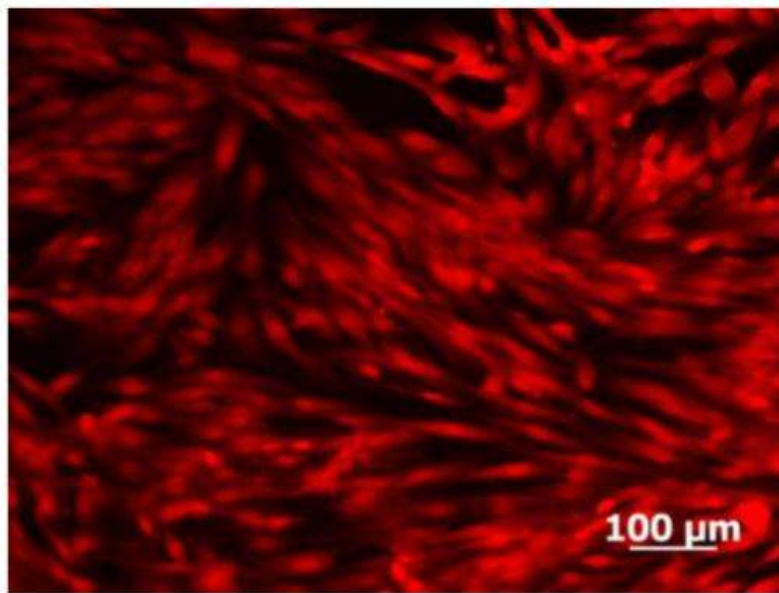


Figura 33. Células mesenquimáticas de pulpas dentales humanas después de la exposición al gel de superoxidación electrolizado neutro 15ppm por 1 min (barra de escala 100μm).

Resultados: el gel de superoxidación electrolizado neutro tuvo un efecto inhibitor menor sobre *S. intermedius* con una absorbancia bacteriana estadísticamente significativa y CFU ($p=0.012$ y $p=0.000$, respectivamente). Esto también se observó

para *P. gingivalis* con un CFU estadísticamente significativo ($p=0.000$). Se encontró un comportamiento similar en la mezcla de *S. intermedius* y *P. gingivalis* con una absorbancia bacteriana significativa y CFU ($p=0.003$ y $p=0.000$, respectivamente). El digluconato de clorhexidina no mostró ningún crecimiento bacteriano ni mayor citotoxicidad celular (viabilidad celular 22.08%), en comparación con el gel de superoxidación (97,16%). El gel de superoxidación inhibió el crecimiento bacteriano alrededor del mini-implante. El digluconato de clorhexidina actuó como bactericida. El digluconato de clorhexidina tuvo un mayor efecto citotóxico cuando se comparó con el gel de superoxidación electrolizado.

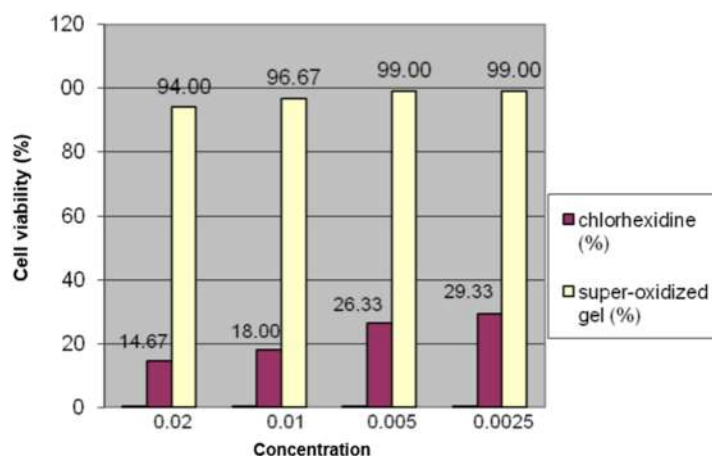


Figura 34. Comparación de la viabilidad celular. La clorhexidina tiene una mayor toxicidad que el gel de superoxidación electrolizado neutro ya que hay un mayor porcentaje de reducción en la viabilidad celular con clorhexidina con un rango de 79.33 con respecto a la mayor concentración y en 69.67 con respecto a la menor concentración de ambos productos.

Conclusiones: el gel de superoxidación electrolizado neutro inhibe la formación de biopelículas en la superficie de los mini-implantes ortodónticos y actúa como un agente antibacteriano. En resumen, el gel de superoxidación electrolizado neutro ofrece un beneficio inhibitor, no irritante en las células lo que permite un efecto terapéutico regenerativo, que es saludable ya que esto promueve la recuperación interna.

Kurtzman & Afrashtehfar (2013) Objetivo: dar a conocer la eficacia que pueden aportar las soluciones electrolizadas de superoxidación con pH neutro ante la agresividad y rápida evolución en infecciones odontológicas.

Caso:

Se trata de un paciente masculino de 51 años de edad aparentemente sano, sin antecedentes personales patológicos de importancia, el cual ingresa al Hospital Regional 1º de Octubre, ISSSTE, el día 14 de Mayo del 2012, por presentar aumento de volumen en región mandibular derecha. (Figura 35, 38) Inicia su padecimiento actual el 9 de Mayo del 2012 al referir sintomatología dolorosa en región mandibular derecha y aumento de volumen progresivo en la misma zona, con dolor en molar 48 irradiado a la periferia, limitación a la apertura bucal (Figura 37) fiebre no cuantificada; acude Unidad Médica Tultitlán, ISSSTE, en el turno nocturno que al no contar con especialista en Cirugía Oral y Maxilofacial lo envía a Unidad de Medicina Familiar para valoración, donde el facultativo refiere al paciente al servicio de urgencias adultos de nuestra unidad hospitalaria, donde se presenta con astenia, anorexia, halitosis, trismus y limitación de la apertura bucal de aprox. 12mm, odinofagia, disfagia y cefalea intermitente. En exámenes de laboratorio se reporta con Hb: 14.6, Hto: 43.6, leucocitos: 12,500, plaquetas: 306000, glucosa: 128, creatinina: 1.1, urea: 23.54, TP: 14.5, TTP: 35.1, INR: 1.2, Na: 130, K: 4.8, Cl: 96, cuenta con ortopantomografía reciente (Figura 36) donde se observa imagen radiolúcida en corona y cámara pulpar de órgano dentario 48, así también imagen radiolúcida periapical en la misma zona, es diagnosticado con absceso submandibular y submentoniano derecho secundario a lesión de OD 48. Motivo por el cual se decide su ingreso hospitalario y se da antibioticoterapia a base de clindamicina 600mg IV cada 6 horas, ceftriaxona 1gr cada 12 horas, ketorolaco 30 mg IV cada 8 horas, y se decide realizar procedimiento quirúrgico, el cual se lleva a cabo bajo anestesia general, se realiza antisepsia en región submandibular con solución de yodada, se continúa con marcaje e incisión con bisturí frío hoja #15 en región submandibular y submentoniana derecha obteniendo material amarillo claro

y achocolatado fétido en cantidad aproximada de 100cc, del cual se obtiene muestra para cultivo y estudio bacteriológico por medio del transporte Stuart, con disección roma se continua hasta comunicar ambas incisiones y se efectúa una extracción de tercer molar inferior derecho, se diseca mucosa vestibular hasta borde basal mandibular, se realiza lavado quirúrgico con solución fisiológica y posteriormente con solución electrolizada de superoxidación con pH neutro (OxOral) en cantidad de 240 ml. (Figura 39) Al termino se coloca dentro de la lesión gel electrolizado de superoxidación con pH neutro (OxOral) en cantidad 200ml aproximadamente, se colocan drenajes rígidos comunicando espacios y se fijan en piel con nylon 4-0, se verifica hemostasia y se da por terminado procedimiento sin accidentes ni incidentes, el día 14 de Mayo del 2012. A las primeras horas de postoperado, el paciente se reporta estable por lo que se inician lavados mecánicos cada 6 horas con 200ml de (SES), dejando en el interior de la lesión posterior después cada lavado la presentación en gel de (SES), durante un lapso de 6 horas con indicación de colocar fomentos húmedos-calientes en región submandibular y submentoniana cada 20 minutos de cada hora de forma constante, seguido de ejercicios de apertura bucal. Al cumplir 3 días del procedimiento quirúrgico reporta colección de material purulento amarillo claro y achocolatado fétido de aproximadamente 3cc de drenajes rígidos de región mandibular derecha con exámenes de laboratorio Hto: 41.4, Hb: 13.5, leucocitos: 7,100, plaquetas: 328000, TP: 14.9, TTP: 33.5, INR: 1.17, glucosa: 126, creatinina: 0.77, urea: 34, Na: 139, k: 4.9, Cl: 105 y al cumplir 5 días de postoperatorio se reporta con apertura bucal de 40mm y colección de material tipo serohemático no fétido de drenajes rígidos. Se realiza a los 7 días de postoperatorio desbridamiento, lavado y el cierre de herida quirúrgica submandibular y submentoniana con colocación de plasma rico en factores de crecimiento en planos profundos y se sutura con vicryl 3-0 y con nylon 6-0 para puntos en piel. En cita de control, cumpliendo 20 días del postoperatorio se retiran puntos de sutura de región submandibular, se obtiene resultado de cultivo bacteriológico siendo positivo para *streptococcus milleri* y negativo para *staphylococcus coagulasa*. Continúa con indicaciones de fomentos húmedos-calientes en dicha región de forma constante,

higiene corporal estricta y lavado de herida con jabón neutro, se cita a control cada dos semanas **observando adecuada evolución**, con apertura de aproximadamente 33mm, **sin datos de infección o datos de dehiscencia ni sangrado**. (Figura 40, 41)



Figura 35. Fotografía frontal donde se observa limitación a la apertura bucal con datos de paresia del nervio facial derecho.

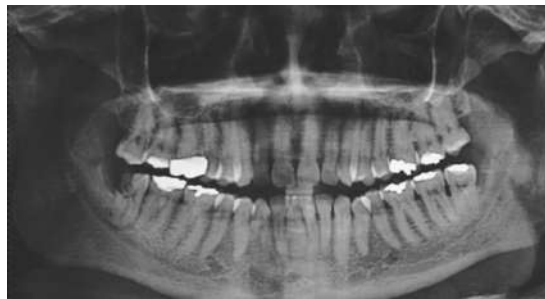


Figura 36. Ortopantomografía donde se observa órgano dentario 48 con imagen radiolúcida en porción distal radicular y coronal e imagen radiolúcida en ápice de mismo órgano dentario.



Figura 37. Imagen frontal intraoral donde se observa limitación a la apertura bucal, higiene deficiente, inflamación en mucosa periférica a órgano dentario 48 con presencia de fistula vestibular y secreción amarillo claro.



Figura 38. Aumento de volumen en región submandibular y submentoniano derecho, eritematoso, difuso, con signo de godete positivo.



Figura 39. Lavado mecánico con SES pH neutro en región de abordaje submandibular derecho.



Figura 40. Fotografía al cumplir 22 días de cierre de herida submandibular observando disminución de aumento de volumen.



Figura 41. Evaluación de la apertura bucal la cual se ha regularizado.

Rojas, et al., (2013) Objetivo: evaluar comparativamente la capacidad antimicrobiana de una solución electrolizada de superoxidación con pH neutro (OxOral® Sterilizing) con Sporox II® en los periodos que sus fabricantes aducen como adecuados para esterilizar y valorar si su efecto bactericida y pH se ven mermados por la reutilización luego de 72 horas, mediante un modelo experimental en condiciones cercanas a un entorno clínico real. **Metodología:** se formó biofilm de *E. faecalis* en 65 raíces uniradiculares; después de la formación de biofilm, cada muestra se instrumentó con un juego de limas K-Flexofile, posteriormente fueron sumergidos los 12 juegos de instrumentos en las soluciones de acuerdo al tiempo sugerido por cada uno de los fabricantes y conseguir su esterilización; se hizo una inmersión de 15min para el grupo de OxOral® y 6 horas para Sporox II®, así como una reutilización a las 72 horas para verificar los cambios en el pH y la pérdida de su capacidad antimicrobiana. Posteriormente se incubaron las limas en un medio de cultivo específico por 48 horas a 37°C. Se verificó la presencia de turbidez, se determinó la escala McFarland y se efectuaron las diluciones correspondientes para la siembra en cajas de agar incubadas a 37°C por 48 horas. Posteriormente se realizó la cuantificación de las unidades formadoras de colonias. **Resultados:** en base a los datos obtenidos con respecto a crecimiento bacteriano en términos de turbidez, Sporox II® mostró un eficaz efecto bactericida sobre *E. faecalis*, luego de 6 horas, tanto en la solución fresca como luego de transcurridas 72 horas y un uso previo. Mientras que OxOral® mostró un nulo efecto bactericida luego de 15 minutos, tanto con la solución fresca como después de 72 horas y un uso previo. Se aplicaron las pruebas estadísticas de ANOVA y de Tukey observándose una diferencia significativa ($p < 0.005$) entre OxOral® y Sporox II®, así como entre los dos tiempos de OxOral®.

APLICACIONES DE LAS SOLUCIONES DE SUPEROXIDACIÓN CON PH NEUTRO EN EL ÁREA ODONTOLÓGICA Y SU POSIBLE USO COMO IRRIGANTE DURANTE EL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS RADICULARES

Tabla 14. Se muestra el desarrollo de carga bacteriana en UFC de los tubos con instrumentos expuestos a OxOral® en ambos tiempos y el valor equivalente a la escala de McFarland.

OxOral® Sterilizing carga bacteriana en UFC (rango 30-300)				
Tubo	McFarland	Tiempo 1	McFarland	Tiempo 2
1	3	204 x 10 ⁻⁶	2	177 x 10 ⁻⁵
2	3	204 x 10 ⁻⁶	2	106 x 10 ⁻⁵
3	6	128 x 10 ⁻⁶	3	352 x 10 ⁻⁵
4	5	173 x 10 ⁻⁶	3	141 x 10 ⁻⁵
5	6	128 x 10 ⁻⁶	5	318 x 10 ⁻⁵
6	3	204 x 10 ⁻⁶	5	322 x 10 ⁻⁵
7	5	173 x 10 ⁻⁶	1	50 x 10 ⁻⁴
8	2	72 x 10 ⁻⁶	1	145 x 10 ⁻⁴
9	2	72 x 10 ⁻⁶	2	165 x 10 ⁻⁴
10	2	72 x 10 ⁻⁶	2	115 x 10 ⁻⁵
11	2	73 x 10 ⁻⁶	2	94 x 10 ⁻⁵
12	5	173 x 10 ⁻⁶	2	156 x 10 ⁻⁵

UFC: Unidades formadoras de colonias.

Tabla 15. Se muestra el desarrollo de carga bacteriana en UFC de los tubos con instrumentos expuestos a Sporox II en ambos tiempos y el valor equivalente a la escala de McFarland.

Sporox II® carga bacteriana en UFC (30-300)				
Tubo	McFarland	Tiempo 1	McFarland	Tiempo 2
1	0	No desarrollo	0	No desarrollo
2	0	No desarrollo	0	No desarrollo
3	0	No desarrollo	0	No desarrollo
4	0	No desarrollo	0	No desarrollo
5	0	No desarrollo	0	No desarrollo
6	0	No desarrollo	0	No desarrollo
7	0	No desarrollo	0	No desarrollo
8	0	No desarrollo	0	No desarrollo
9	0	No desarrollo	0	No desarrollo
10	0	No desarrollo	0	No desarrollo
11	0	No desarrollo	0	No desarrollo
12	0	No desarrollo	0	No desarrollo

UFC: Unidades formadoras de colonias.

Conclusión: al evaluar las soluciones en los tiempos sugeridos por sus fabricantes, OxOral® Sterilizing no mostró actividad microbici da sobre *E. faecalis* ni con la solución fresca ni en una reutilización a las 72 horas. En contraste, Sporox II® mostró una actividad microbici da eficaz en los dos tiempos de prueba; ambas soluciones mantuvieron un pH estable luego de dos usos con 72 horas de diferencia.

Vyver, et al., (2014) Objetivo: valorar la eficacia antimicrobiana de nueve soluciones de irrigación en conductos radiculares.

Materiales y métodos: la actividad antimicrobiana de las nueve diferentes soluciones de irrigación contra *E. faecalis* se determinaron mediante la prueba de difusión en disco:

- Hipoclorito de sodio al 3.5% (Rekitt Benckiser Sur Africa (Pty) Ltd., Elandsfontein, Gauteng, Sudáfrica) (Lote N °: 0.055.366).
- EDTA 18% Root Canal solución de irrigación (Ultradent Products, Inc., South Jordan, Utah, EE.UU.) (Lote N °: B0FVZ).
- Sterilox (Optident, Centro de Desarrollo Internacional, West Yorkshire, Reino Unido) (Lote N°: MM17604).
- TopClear (mezcla de Cetrimida 0.008% y EDTA 17%) (Descuentos Dental CC, Paulshof, Sandton, Sudáfrica) (Lote N°: 10557).
- Vista CHX 2% (gluconato de clorhexidina) Solución (Vista Dental Productos, Racine, Wisconsin, EE.UU.) (Lote N °: 090905).
- Ácido cítrico 10% (Ultradent Productos, Inc., South Jordan, Utah, EE.UU.) (Lote N °: B0C3F).
- BioPure MTAD Antibacterial (mezcla de doxiciclina 150mg/5ml, ácido cítrico y Tween 80) (Dentsply Tulsa Dental, Johnson City, Tulsa, EE.UU.) (Lote N °: 040920).
- Agua ozonizada produce en OH DENT Generador (Unique Dental, Centurion, Sudáfrica) (Lote N°: 0.702.021).
- SmearClear (mezcla de EDTA 17% de y Tween 80) (SybronEndo, Glendora, California, EE.UU.) (Lote N °: 450788).
- Agua estéril (solución control)

Las placas de ensayo se inocularon con *E. faecalis* y se midieron las zonas de inhibición. Las placas de agar preparadas fueron divididas aleatoriamente en diez grupos de cinco placas cada uno. Cinco repeticiones fueron preparadas para cada

solución de muestra. Se prepararon las siguientes concentraciones de cada solución de irrigación: 100% (sin diluir), 1/10 y 1/100. Diez microlitros de cada concentración de cada solución se dispersó en discos de papel filtro de 5 mm de diámetro esterilizados y estandarizados, se dejaron secar. Los discos control se prepararon con agua estéril y se dejan secar. Las placas de agar se dividieron en cuadrantes. Para cada placa de agar fueron asignados tres discos de papel, representando las tres concentraciones de la solución de ensayo, y uno de cada uno se colocó en uno de los cuadrantes de la placa. Para el cuarto cuadrante en cada placa se le asigna una etiqueta de identificación. Las placas se incubaron anaeróbicamente (37° C durante 24 horas) utilizando un A® Anaerocult (Merck SA (Pty) Ltd.) para aumentar CO₂ porque la concentración de *E. faecalis* crece mejor al ser anaerobia facultativa. La actividad antibacteriana de los materiales de ensayo fueron evidentes a partir de las zonas de inhibición circulares y claras que formaron alrededor de los discos de papel. Los diámetros de estas zonas de inhibición se midieron utilizando una pinza, en tres posiciones diferentes. El promedio se calculó para las 15 mediciones que se obtuvieron para cada solución. Se utilizó la prueba ANOVA de una vía utilizando Statistix 8 Software (Software Analítico) para determinar si existían diferencias estadísticas significativas entre las zonas de inhibición obtenidas por las diferentes soluciones de irrigación.

Resultados

La media y las desviaciones estándar de las zonas de inhibición para todas las soluciones de ensayo se presentan en las Tablas 16, 17 y 18.

APLICACIONES DE LAS SOLUCIONES DE SUPEROXIDACIÓN CON PH NEUTRO EN EL ÁREA ODONTOLÓGICA Y SU POSIBLE USO COMO IRRIGANTE DURANTE EL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS RADICULARES

Tabla 16. Comparación de la efectividad antimicrobiana *in vitro* contra *E. faecalis* en soluciones de irrigación sin diluir.

100% Solution	Mean (mm) Inhibition Zones	Standard Deviation	Coefficient of variance (%)
H ₂ O control	0	0	0
3.5% NaOCl	9.20	± 2.51	27.3
EDTA 18%	8.25	± 0.23	2.8
Sterilox	0	0	0
TopClear	8.84	± 0.11	1.2
CHX	6.44	± 0.09	1.4
Citric acid	0.70	± 0.21	30.0
MTAD	11.53	± 0.35	3.0
Ozonated water	0	0	0
SmearClear	10.08	± 0.31	3.1

Tabla 17. Comparación de la efectividad antimicrobiana *in vitro* contra *E. faecalis* en soluciones de irrigación con diluciones 1/10.

1/10 Solution	Mean (mm) Inhibition Zones	Standard Deviation	Coefficient of variance (%)
H ₂ O control	0	0	0
3.5% NaOCl	0	0	0
EDTA 18%	0.54	± 0.02	3.7
Sterilox	0	0	0
TopClear	2.22	± 0.19	8.6
CHX	1.26	± 0.22	17.5
Citric acid	0	0	0
MTAD	9.38	± 0.29	3.1
Ozonated water	0	0	0
SmearClear	6.31	± 0.67	10.6

Tabla 18. Comparación de la efectividad antimicrobiana *in vitro* contra *E. faecalis* en soluciones de irrigación con diluciones 1/100.

1/100 Solution	Mean (mm) Inhibition Zones	Standard Deviation	Coefficient of variance (%)
H ₂ O control	0	0	0
3.5% NaOCl	0	0	0
EDTA 18%	0	0	0
Sterilox	0	0	0
TopClear	0	0	0
CHX	0	0	0
Citric acid	0	0	0
MTAD	2.39	± 0.17	7.1
Ozonated water	0	0	0
SmearClear	0	0	0

Conclusiones: en las soluciones al 100% no se observó inhibición significativa de *E. faecalis* en: agua estéril (control), solución Sterilox, ácido cítrico 10% y agua ozonizada. Sin embargo, NaOCl 3.5%, EDTA 18%, TopClear EDTA 17%, clorhexidina 2%, BioPure MTAD y SmearClear mostraron una inhibición significativa de *E. faecalis*. Para las soluciones diluidas 1/10 no hubo inhibición de *E. faecalis*: agua estéril (control), NaOCl 3.5%, Sterilox, ácido cítrico al 10% y agua ozonizada. BioPure MTAD y SmearClear demostraron una inhibición significativamente mayor a *E. faecalis* en comparación con EDTA 18%, TopClear EDTA al 17% y clorhexidina 2%. No hubo una inhibición significativa de *E. faecalis* con: agua estéril (control) ni en las soluciones diluidas 1/100 de NaOCl 3.5%, Sterilox, TopClear EDTA 17%, clorhexidina 2%, ácido cítrico 10%, agua ozonizada y SmearClear. La única solución que mostró una inhibición significativa de *E. faecalis* a esta dilución fue Biopure MTAD. Biopure MTAD fue la única solución de irrigación que inhibió el crecimiento de *E. faecalis* en la dilución de 1/10 y en las soluciones sin dilución 1/100.

Gunaydin, et al., (2014) Objetivo: investigar la actividad *in vitro* de agua de superoxidación (Medilox®) a diferentes concentraciones contra un amplio grupo de microorganismos que incluyen bacterias y hongos causantes de infecciones adquiridas en el hospital.

Material y métodos: en este estudio se empleó Medilox® en actividades antimicrobianas a diferentes concentraciones (1/1, 1/2, 1/5, 1/10, 1/20, 1/50, 1/100) en diferentes tiempos de exposición (1, 2, 5, 10, 30 min) contra seis cepas *Acinetobacter baumannii* 19606, *Escherichia coli* 25922, *Enterococcus faecalis* 29212, *Klebsiella pneumoniae* 254988, *Pseudomonas aeruginosa* 27853, *Staphylococcus aureus* 29213 (ATCC), ocho resistentes (*Acinetobacter baumannii*, *Escherichia coli*, la vancomicina resistente a *Enterococcus faecium*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, la meticilina resistente a *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Myroides. Spp*) a los antibióticos de bacterias, levaduras (*Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Candida parapsilosis*, *Candida glabrata*,

Candida krusei, *Candida lusitanae*, *Trichosporon spp.*) y mohos (*Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*) se evaluaron usando la prueba de suspensión cualitativa. Fue utilizado el caldo Dey-Engley [Sigma-Aldrich, EE.UU.] como agente neutralizante.

Resultados: Medilox® se encontró eficaz contra todas las cepas estándar y todos los aislados clínicos probados a una dilución de 1/1 y tiempo de exposición de 1 minuto. Además, se ha encontrado eficaz para ATCC y los demás aislados clínicos excepto VRE en una dilución de 1/2 a 1 minuto y las otras duraciones de exposición. Se ha encontrado que es más eficaz en *E. coli* aislada en una dilución de 1/5.

Medilox® se encontró eficaz contra levaduras en la dilución de 1/1 con un tiempo de exposición de 1 minuto. Se encontró eficaz en la dilución de 1/2 para *C. Kruse* y *C. lusitanae* con un tiempo de exposición de 5 minutos, mediante el uso de la misma proporción de dilución, se necesitaron 2 minutos de exposición para *Trichosporon spp.* El tiempo de exposición necesario para *Aspergillus flavus* fue ≥ 2 minutos y ≥ 5 minutos para *A. fumigatus* y *A. niger* en una dilución 1/1.

Conclusión: nuestros resultados apoyan que el agua de superoxidación (Medilox®) proporciona una desinfección altamente eficiente. Lo cual ha sido comprobado mediante la actividad *in vitro* de Medilox® contra bacterias y hongos aislados con diferentes patrones de resistencia, creemos que el agua superoxidación puede utilizarse eficazmente para prevenir las infecciones adquiridas en los hospitales.

OBJETIVOS

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

Considerar la aplicación de las soluciones de superoxidación con pH neutro como irrigante en el tratamiento de conductos radiculares.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Investigar la microbiota bacteriana inductora de enfermedades pulpares primarias.
2. Examinar las propiedades físicoquímicas y microbiológicas de las soluciones de irrigación utilizadas convencionalmente durante los tratamientos de conductos radiculares (hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina).
3. Analizar el efecto antimicrobiano de las soluciones de superoxidación con pH neutro reportado en la literatura.
4. Analizar los usos y aplicaciones de las soluciones de superoxidación con pH neutro en el área odontológica.

JUSTIFICACIÓN

JUSTIFICACIÓN.

El éxito del tratamiento endodóntico depende de la calidad de la instrumentación, irrigación, desinfección y obturación tridimensional del espacio del conducto radicular, para ello han sido empleados una gran variedad de instrumentos e irrigantes con el objetivo de lograr una adecuada limpieza y conformación que permita su vez realizar un sellado tridimensional. Los irrigantes endodónticos ayudan principalmente a la asepsia de los conductos radiculares, mediante su acción mecánica de arrastre, con lo que se elimina gran cantidad de detritus dentinario y bacterias; dependiendo de la sustancia activa que se utilice, la acción de los mismos puede ser sanitizante o germicida.

El NaOCl es la solución química más utilizada durante la irrigación endodóntica, no obstante existen varios estudio donde se reporta su alto potencial citotóxico si este se extruye hacia el tejido periapical, y por sí solo no remueve el barro dentinario, ya que sólo actúa sobre la materia orgánica de la pulpa y la predentina.

Debido a esto, es necesario buscar nuevas alternativas en las soluciones de irrigación que posean propiedades antimicrobianas y una mayor biocompatibilidad con los tejidos adyacentes. Por ejemplo; las soluciones de superoxidación (SSO) son fabricadas a partir de agua pura procesada electroquímicamente; con un efecto antiséptico contra bacterias, virus, hongos, esporas y micobacterias, desinfectante y esterilizante de productos, así como auxiliares en el tratamiento de infecciones en tejidos. Presentando una baja toxicidad (nula toxicidad para las células del organismo humano), fácil manejo en su almacenamiento, uso y desecho.

Su amplio espectro en actividad, antibacteriana, antifúngica y esporicida elevado se atribuye a su potencial de oxidoreducción y la presencia de iones activos (Nachón et al., 2008; Durán 2010). El alto potencial de oxidación de las SSO puede inhibir el crecimiento bacteriano a través de la oxidación de los compuestos del sulfhídrido en la superficie celular. Tiene la capacidad de destruir endoesporas bacterianas afectando su capa para de esa manera inactivarla (Cloete, et al., 2009).

Posee un cátodo el cual tiene un potencial negativo de óxido-reducción y un ánodo el cual tiene un potencial positivo de óxido-reducción; el efecto antimicrobiano se le atribuye específicamente al ánodo el cual disminuye el número de bacterias a través del rompimiento de los enlaces covalentes de las proteínas celulares produciendo también un ambiente hostil induciendo estrés en la bacteria y finalmente causando la muerte del microorganismo. Este potencial antibacteriano va depender del tipo de microorganismo y ambiente al cual se exponga la solución.

Debido a las ventajas que se le atribuyen a las SSO con pH neutro podrían ser una alternativa durante la práctica odontológica, la presente revisión bibliográfica está enfocada a analizar las aplicaciones de estas soluciones en el campo de la odontología y su posible uso como irrigante durante la terapia endodóntica.

DISCUSIÓN

IX.- DISCUSIÓN.

Una de las características importantes de un irrigante ideal es su capacidad para eliminar los microorganismos del sistema de conductos. Este efecto antimicrobiano puede ser químico directo o indirecto, facilita la desinfección mecánica a través de la lubricación, disolución del tejido y eliminación de debris dentinario contaminado acumulado durante la conformación del conducto radicular. Además, los irrigantes deben ser biocompatibles con los tejidos bucales y poseer una toxicidad baja o nula (Becker & Woollard, 2001; Ørstavik, *et al.*, 2004).

El uso de soluciones irrigadoras es una parte fundamental en la preparación químico-mecánica del conducto radicular. (Haapasalo, *et al.*, 2005). Las soluciones de superoxidación han sido muy utilizadas en los últimos años por tener varias ventajas, ya que poseen elevado potencial de *oxidoreducción* y la presencia de iones activos que le confieren un amplio espectro en actividad, antibacteriana, antifúngica y esporicida (Nachón *et al.*, 2008 Durán 2010). Su estabilidad química y pH neutro, proveen una biocompatibilidad para las células eucariotas (Cabello *et al.*, 2009; Nachón *et al.*, 2008; Selkon *et al.*, 1999), por lo que no produce daños en el tejido humano, además de proveer seguridad para el clínico, los pacientes y medio ambiente (Percin & Esen, 2009).

La solución electrolizada de superoxidación con pH neutro, puede ser utilizada a diferentes concentraciones, como irrigante en tratamientos de conductos, desinfección de cavidades en operatoria, cosmetología dental, cirugía bucal e inclusive con la presentación adecuada en la desinfección de alto nivel del instrumental odontológico y superficies inanimadas (Stein 2012). En relación a lo anterior la SSO con pH neutro se sitúa como un firme sustituto de los desinfectantes clorados tradicionales (Shirahata, *et al.*, 2012; Tabernero de Paz, *et al.*, 2013).

Durán (2010) propone que las soluciones de superoxidación (SSO) tienen efecto antiséptico, desinfectante y esterilizante. Sin embargo otros estudios realizados por: Rojas, *et al.*, (2013), Vyver, *et al.* (2014), Sánchez, *et al.*, (2009) y Giles, *et al.*,

(2010) donde evaluaron las soluciones de superoxidación indicaron que no poseen una actividad microbiciida eficaz.

En contraste, existen otros estudios como el de Rossi-Fedele, *et al.*, (2010) que reportaron que Sterilox Aquatine® parece tener una acción antimicrobiana sin embargo NaOCl fue la única solución capaz de erradicar a *E. faecalis* al utilizarse como irrigante en conductos radiculares bovinos.

De acuerdo al estudio de Gunaydin, *et al.*, (2014) el agua de superoxidación (Medilox®) proporciona una desinfección altamente eficiente. Lo cual ha sido comprobado mediante la actividad *in vitro* de Medilox® contra bacterias y hongos aislados con diferentes patrones de resistencia, por lo que se cree la solución de superoxidación puede ser utilizada eficazmente para prevenir las infecciones adquiridas en los hospitales.

Paz, (2006) evaluó el uso solución de NaCl superoxidada, electrolizada de pH neutro en las infecciones odontogénicas observando una respuesta rápida en el control de la infección y disminución de fetidez en todos los casos al momento de aplicar la solución, además de reducir la intensidad de dolor en el posoperatorio mediato y propiedades hemostáticas. También presentó una rápida regeneración perilesional en radiografías de control a los 35 días.

Stein, (2012) utilizó la irrigación supra y subgingival con una solución electrolizada de superoxidación con pH neutro como terapia adjunta a los procedimientos de raspado y alisado radicular favoreciendo la disminución de placa dentobacteriana, reduciendo la inflamación gingival, la profundidad de las bolsas e induciendo un adecuado nivel de inserción gingival.

Kurtzman & Afrashtehfar (2013) dieron a conocer la eficacia que pueden aportar las soluciones electrolizadas de superoxidación con pH neutro ante la agresividad y rápida evolución en infecciones odontológicas. Reportando que con la utilización de estas soluciones se obtuvieron resultados favorables en la evolución de la infección odontogénica.

En base al estudio de Mena, *et al.*, (2013) uno de los factores que puede influir en la efectividad antimicrobiana de las diferentes marcas de las soluciones de superoxidación es el tipo de almacenamiento y presentación del recipiente, pero esto requiere un mayor estudio.

Akçay, *et al.*, (2010) exponen que las soluciones de superoxidación disminuyeron la carga bacteriana a pesar de ello fueron menos eficaces que el resto de las soluciones.

CONCLUSIONES

X.- CONCLUSIÓN.

Debido al efecto antimicrobiano y su alta biocompatibilidad con los tejidos, las soluciones de superoxidación con pH neutro podrían ser una alternativa como coadyuvante en la terapia endodóntica.

Sin embargo, se necesita realizar más investigaciones que sustenten el efecto antimicrobiano y de limpieza en conductos radiculares, por lo que deben ser experimentadas clínicamente para determinar su efecto antibacteriano en los procedimientos de conductos radiculares cuando se enfrentan a la diversidad de microorganismos en pulpas necróticas.

ANEXOS

XI.- ANEXOS.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS REVISTAS CONSULTADAS.

Tabla 19. Lista de revistas consultadas, descripción de su Índice y Factor impacto.

REVISTA	FACTOR IMPACTO	BASE DE DATOS
Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials	1.51	Bio Med Central
Archives of Oral Biology Journal	1.88	Evisa
Australian Dental Journal	1.482	Wiley Online Library
Australian Endodontic Journal	0.744	Wiley Job Report
Biomedical Journal	0	Pubmed
Brazilian Dental Journal	0	ISSN 0103-6440
Chemico Biological Interactions Journal	2.982	Elsevier
Clinical Oral Investigation	2.285	Springer
Colombia Médica	0.24	Pubmed
Critical Reviews in Oral Biology & Medicine	4.144	SAGE journals
Cytotechnology	1.449	Springer
Dental Clinics of North American	1.109	Elsevier
Dental Materials	4.16	Elsevier
Endodontics Dental Traumatology Journal	0	Pubmed
Endodontics Topics	0	Wiley Online Library
Environmental Toxicology	2.562	Wiley Online Library
European Journal of Dental Education	1.448	Wiley of library
Infection and Immunity	4.156	American society for microbiology
International Endodontic Journal	2.273	Wiley Online Library
Journal Bacteriology	2.688	Highwire
Journal Biomedical Science	2.74	Bio Med Central
Journal Conservative Dentistry	0	Pubmed
Journal Dental Materials	4.16	Elsevier
Journal Infection and Immunity	4.156	Highwire
Journal of Applied Oral Science	0.797	NCBI
Journal of Artificial Organs	1.393	Springer
Journal of Clinical and Experimental Dentistry	0	Pubmed
Journal of Endodontics	2.88	Elsevier
Journal of Hospital Infection	2.782	Elsevier
Journal of Oral Microbiology	3.379	Coaction
Journal of Oral Pathology & Medicine	1.87	Wiley Online Library
Journal of Periodontology	2.565	Wiley Online Library
Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy	0	Academic journals
Journal of the American Dental Association	1.82	Elsevier

APLICACIONES DE LAS SOLUCIONES DE SUPEROXIDACIÓN CON PH NEUTRO EN EL ÁREA ODONTOLÓGICA Y SU POSIBLE USO COMO IRRIGANTE DURANTE EL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS RADICULARES

Microbial Ecology in Health and Disease	0.933	Wiley of library
Oral Microbiology Immunology	2.81	Blackwell Publishing
Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology	1.265	Elsevier
Revista Cubana de Estomatología	0.0759	Info med
South African Dental Journal	0	SADA
Surgey Today	0.96	Springer
Toxicology in Vitro-Journal	3.207	Elsevier

BIBLIOGRAFÍA

XII.- BIBLIOGRAFÍA.

- Akçay, I. y otros, 2010. Evaluating the Antimicrobial Efficacy of Root Canal Irrigants. *Özgün Araştırma*, Volumen 31, pp. 47-52.
- Arias, M. M. T., Ferrer, L. C. M., Espigares, G. M. & Baca, P., 2009. Enterococcus faecalis Biofilms Eradication by Root Canal Irrigants. *Journal of Endodontics*, 35(5), pp. 711-714.
- Athanassiadis, B., Abbott, P. V. & Walsh, L. J., 2007. The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. *Australian Dental Journal*, Volumen 52, p. S64-82.
- Bascones, M. A., Mudarra, M. S. & Perea, P. E., 2002. Antisépticos en el tratamiento de la enfermedad periodontal. *Avances en Periodoncia e Implantología Oral*, 14(3), pp. 101-114.
- Becker, T. D. & Woollard, G. W., 2001. Endodontic irrigation. *Gen Dent*, Volumen 49, p. 272-276.
- Becking, A. G., 1991. Complications in the use of sodium hypochlorite during endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, Volumen 71, pp. 346-348.
- Betancourth, M., Arce, R., Botero, J. & Jaramillo, A., 2006. Microorganismos inusuales en surcos y bolsas periodontales. *Colombia Médica*, 1(37), pp. 6-14.
- Bowden, G. H. & Hamilton, I. R., 1998. Survival of oral bacteria. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, Volumen 9, pp. 54-84.
- Byström, A. & Sundqvist, G., 1983. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, 55(3), pp. 307-12.
- Byström, A. & Sundqvist, G., 1981. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scandinavian Journal of Dental Research*, Volumen 89, pp. 321-328.
- Cabral, C. T. & Fernandes, M. H., 2007. In vitro comparison of chlorhexidine and povidone-iodine on the long-term proliferation and functional activity of human alveolar bone cells. *Clinical Oral Investigation*, 11(2), pp. 155-64.
- Cabreja, H. C., Díaz, V. I. & Fernández, M. O., 1990. Prevalencia de los terceros molares retenidos en alumnos de la Facultad de Estomatología del Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana. *Cubana Estomatología*, 3(27), pp. 313-21.
- Campos R, L. F. y otros, 2010. Toxicity of chlorhexidine on odontoblast-like cells. *Journal of Applied Oral Science*, 18(1), pp. 50-58.
- Carrilhoa, M. R. y otros, 2010. Substantivity of chlorhexidine to human dentin. *Dental Materials*, Abril.Volumen 26.
- Chavez de Paz, L., 2007. Redefining the persistent infection in root canals: Possible role of biofilm communities. *Journal of Endodontic*, Volumen 33, pp. 652-62.
- Cloete, T. E., Thantsha, M. S., Maluleke, M. R. & Kirkpatrick, R., 2009. The antimicrobial mechanism of electrochemically activated water against *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli* as determined by SDS-PAGE analysis. *Journal of Applied Microbiology*, Volumen 107, pp. 379-84.
- Costerton, J. W., Stewart, P. S. & Greenberg, E. P., 1999. Bacterial biofilm: A common cause of persistent infections. *Science*, Volumen 284, pp. 318-22.
- Cowan, M., Taylor, K. G. & Doyle, R. J., 1987. Energetic of the initial phase of adhesion of *Streptococcus sanguis* to hydroxyapatite. *Journal of Bacteriology*, Volumen 169, pp. 2995-3000.
- Crane, A. B., 1920. A practicable root canal technique. *Philadelphia: Lea & Febinger*.
- Delany, G. M., Patterson, S. S., Miller, C. H. & Newton, C. W., 1982. The effect of chlorhexidine gluconate irrigation on the root canal flora of freshly extracted necrotic teeth. *Journal of Oral Pathology & Medicine*, Issue 53, pp. 518-23.

Drucker, B. D. & Natsiou, I., 2000. Microbial Ecology of the Dental Root Canal. *Microbial Ecology in Health and Disease*, Volumen 12, pp. 160-169.

Dunavant, T. R. y otros, 2006. Comparative evaluation of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilms. *Journal of Endodontics*, Volumen 32, pp. 527-31.

Durán, V. C. H., 2010. Soluciones de superoxidación y su evolución tecnológica. *Revista Dolor, Foro Nacional de Investigación y Clínica Médica*, pp. 4-8.

El karim, I., Kennedy, J. & Hussey, D., 2007. The antimicrobial effects of root canal irrigation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 103(4), pp. 560-569.

Ercan, E., Ozekinci, T., Atakul, F. & Gül, K., 2004. Antibacterial activity of 2% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite in infected root canal: an in vivo study. *Journal of Endodontics*, Issue 30, pp. 84-7.

Estrela, C. y otros, 2002. Mechanism of Action of Sodium Hypochlorite. *Brazilian Dental Journal*, 13(2), pp. 113-117.

Fabricius, L., Dahlén, G., Ohman, A. E. & Moller A, J. R., 1982. Predominant indigenous oral bacteria isolated from infected root canals after varied times of closure. *Scandinavian Journal of Dental Research*, Volumen 90, pp. 134-144.

Fordal, O. & Turnbull, R., 1986. A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. *Journal of the American Dental Association*, Volumen 112, pp. 863-9.

García, J. P., 2006. Resultados de tratamiento de infecciones odontogénicas con solución de NaCl superoxidada, electrolizada de pH neutro. *Asociación Dental Mexicana*, LXIII(1), pp. 12-18.

Giannelli, M. y otros, 2008. Effect of chlorhexidine digluconate on different cell types: a molecular and ultrastructural investigation. *Toxicology in Vitro*, Volumen 22, pp. 308-317.

Giardino, L. y otros, 2007. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite, MTAD, and Tetraclean against *Enterococcus faecalis* biofilm. *Journal endodontic*, 33(7), pp. 852-5.

Giles, L. H., Chan, S. N., Jarad, F. & Hope, C., 2010. The efficacy of different endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* in an extracted human tooth model. *International Endodontic Journal*, Volumen 43, pp. 351-353.

Gilmore, M. S., 2002. Enterococci: pathogenesis, molecular biology, and antibiotic resistance. *Washington: ASM Press*.

Gomes, B. P. F. A., Liley, J. D. & Drucker, D. B., 1996b. Variations in the susceptibilities of components of the endodontic microflora to biomechanical procedures. *International Endodontic Journal*, Volumen 29, pp. 235-41.

Gomes, B. P. F. A., Souza, S. F. C. & Ferraz, C. C. R., 2003a. Effective- ness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine in vitro. *International Endodontic Journal*, Volumen 36, p. 267-75.

Gomes, B. P. y otros, 2001. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *International Endodontic Journal*, Issue 34, pp. 424-428.

Gomes, B. P. y otros, 2003b. Evaluation of time required for recontam- ination of coronally sealed canals medicated with calcium hydroxide and chlorhexidine. *International Endodontic Journal*, Volumen 36, p. 604-9.

Gomes, P. F. A. B. y otros, 2013. Chlorhexidine in Endodontics. *Brazilian Dental Journal*, 24(2), pp. 89-102.

Greenstein, G., Berman, C. & Jaffin, R., 1986. Chlorhexidine: an adjunct to periodontal therapy. *Journal of Periodontology*, p. 370-6.

Grenier, D. & Maynard, D., 1986. Nutritional relationships between oral bacteria. *Infection and Immunity*, Volumen 53, pp. 616-20.

- Grossman, L. I. & Meiman, B. W., 1941. Solution of pulp tissue by chemical agents. *Journal of the American Dental Association*, Volumen 28, pp. 223-5.
- Gül, Z., Savsar, A. & Tayfa, Z., 2009. Cytotoxic and genotoxic effects of sodium hypochlorite on human peripheral lymphocytes in vitro. *Cytotechnology*, Volumen 59, pp. 113-119.
- Gunaydin, M. y otros, 2014. In vitro antimicrobial activity of Medilox® super-oxidized wáter. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 13(29), pp. 2-6.
- Haapasalo, M., Endal, U., Zandi, H. & Coil, J. M., 2005. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontics Topics*, Volumen 10, pp. 77-102.
- Harrison, J. W., 1984. Irrigation of the root canal system. *Dental Clinics of North America*, Volumen 28, pp. 797-808.
- Hidalgo, E., Bartolome, R. & Dominguez, C., 2002. Cytotoxicity mechanisms of sodium hypochlorite in cultured human dermal fibroblasts and its bactericidal effectiveness. *Chemico-Biological Interactions*, Volumen 139, pp. 265-282.
- Holland, R., Soares, I. J. & Soares, I. M., 1992. Influence of irrigation and intracanal dressing on the healing process of dog's teeth with apical periodontitis. *Endodontics & dental traumatology*, pp. 223-229.
- Hong, B. Y. y otros, 2013. Microbial Analysis in Primary and Persistent Endodontic Infections by Using Pyrosequencing. *Journal of Endodontics*, 39(9), pp. 1136-1140.
- Ingle, J. I., Bakland, L. K. & Baumgartner, J. C., 2008. *Endodontics*. Sexta ed. St. Louis: PMPH-USA.
- Inoue, Y. y otros, 1997. Trial of electrolyzed strong acid aqueous solution lavage in the treatment of peritonitis and intraperitoneal abscess.. *Artif Organs*, Volumen 21, pp. 28-31.
- Jeansonne, M. J. & White, R. R., 1994. A comparison of 2.0% chlorhexidine glu- conate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. *Journal of Endodontics*, Volumen 20, pp. 276-8.
- Jr Siqueira, J. F. y otros, 2007. Bacteriologic investigation of the effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine during the endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, Issue 104, pp. 122-30.
- Kakehashi, S., Stanley, H. R. & Fitzgerald, R. J., 1965. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, 20(3), pp. 340-49.
- Kamberi, B. y otros, 2012. The Antibacterial Efficacy of Biopure MTAD in Root Canal Contaminated with Enterococcus Faecalis. *International Scholarly Research Network*, pp. 1-5.
- Kantz, W. E. & Henry, C. A., 1974. Isolation and classification of anaerobic bacteria from intact pulp chambers of nonvital teeth in man. *Archives of Oral Biology*, Volumen 19, pp. 91-96.
- Karale, R., Thakore, A. & Shetty, V. K., 2011. An evaluation of antibacterial efficacy of 3% sodium hypochlorite, high-frequency alternating current and 2% chlorhexidine on Enterococcus faecalis: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 1(14), pp. 2-5.
- Kayaoglu, G., 2004. Virulence Factors of Enterococcus Faecalis: Relationship to Endodontic Disease. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine SAGE*, 15(5), pp. 308-320.
- Khademi, A. A., Mohammadi, Z. & Havaee, A., 2006. Evaluation of the antibacterial substantivity of several intra-canal agents. *Australian Endodontic Journal*, Volumen 32, p. 112-5.
- Kruvill, J. R. & Kamath, M. P., 1998. Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypo- chlorite and 0.2% chlorhexidine gluconate separately and combined, as end- odontic irrigants. *Journal of Endodontics*, Issue 24, pp. 472-6.
- Larsen, L., 2002. Susceptibility of porphyromonas gingivalis in biofilms to amoxicillin, doxycycline and metronidazole. *Oral Microbiology and Immunology*, Volumen 17, pp. 267-71.

- Lee, T. H. y otros, 2010. Cytotoxicity of chlorhexidine on human osteoblastic cells is related to intracellular glutathione levels. *International Endodontic Journal*, 43(5), pp. 1365-2591.
- Leonardo, M. R. y otros, 1999. In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. *Journal Endodontic*, Volumen 25, pp. 167-71.
- Li, Y. C. y otros, 2014. Cytotoxicity and genotoxicity of chlorhexidine on macrophages in vitro.. *Environ Toxicology*, 29(4), pp. 452-8.
- Loesche, W. J., 1968. Importance of nutrition in gingival crevice microbial ecology. *Periodontics*, Volumen 6, pp. 245-249.
- Love, R. M., 2001. Enterococcus faecalis a mechanism for its role in endodontic failure. *International Endodontic Journal*, Volumen 34, pp. 399-405.
- Masson, 1998. *Diccionario terminológico de ciencias médicas*. 13 ed. España: Estanislao Navarro-Beltrán Iracet.
- Médicas, C. C., 2001. Teste de biocompatibilidade dos materiais odontológicos. . En: E. C., ed. In: *Metodologia Científica: ensino e pesquisa em odontologia*.. São Paulo: Artes, pp. 161-194.
- Mena, M. D. E. y otros, 2013. Antimicrobial effect of Microdacyn 60, OxOral, and sodium hypochlorite 5.25% in anaerobic bacteria. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy* , 5(10), pp. 178-182.
- Miller, W. D., 1894. An introduction to the study of the bacterio-pathology of the dental pulp. *Dental Cosmos*, Volumen 36, pp. 505-527.
- Mims, C., Dimmock, N., Nash, A. & Stephen, J., 1995. Pathogenesis of Infections Disease. *New York: Academic Press*.
- Mohammadi, Z. & Abbott, P. V., 2009. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *International Endodontic Journal*, Issue 42, pp. 288-302.
- Mohammadi, Z., Palazzi, F., Giardino, L. & Shalavi, S., 2013. Microbial Biofilms in Endodontic Infections: An Update Review. *Biomedical Journal*, 36(2), pp. 59-70.
- Möller, A. J. R. y otros, 2004. Apical periodontitis development and bacterial response to endodontic treatment. Experimental root canal infections in monkeys with selected bacterial strains. *Oral Sciences*, 112(3), pp. 207-215.
- Moore, W. & LVH., M., 1994. The bacteria of periodontal diseases. *Periodontol 2000*, Volumen 5, pp. 66-77.
- Nair, P. N., 1987. Light and electron microscopic studies on root canal flora and periapical lesions. *Journal of Endodontics*, Issue 13, pp. 29-39.
- Navarro, E. E., González, R. P. M. & Ferrer, L. M. C., 2010. Cytotoxic effects of two acid solutions and 2.5% sodium hypochlorite used in endodontic therapy. *Journal section: Clinical and Experimental Dentistry*, 15(1), pp. 90-4.
- Ohno, H., Higashidate, M. & Yokosuka, T., 2000. Mediastinal irrigation with superoxidized water after open-heart surgery: The safety and pitfalls of cardiovascular surgical application.. *Surg Today* , Volumen 30, pp. 1055-1056.
- Onçağ, O. y otros, 2003. Comparison of antibacterial and toxic effects of various root canal irrigants.. *International Endodontic Journal*, Issue 36, pp. 423-32.
- Ørstavik, D., Qvist, V. & Stoltze, K., 2004. A multivariate analysis of the outcome of endodontic treatment.. *European Journal of Oral Sciences*, 3(112), pp. 224-30.
- Ozok, A. R. y otros, 2012. Ecology of the microbiome of the infected root canal system: a comparison between apical and coronal root segments. *International Endodontic Journal*, Volumen 45, pp. 530-541.
- Pajkos, A., Vickery, K. & Cossart, Y., 2004. Is biofilm accumulation on endoscope tubing a contributor to the failure of cleaning and decontamination. *Journal of Hospital Infection*, Volumen 58, p. 224-9.

- Paster, B. J. y otros, 2001. Bacterial diversity in human subgingival plaque. *Journal of Bacteriology*, Volumen 183, pp. 3770-3783.
- Percin, D. & Esen, S., 2009. New disinfectants and problems in practice. *Ankem*, 23(2), pp. 89-93.
- Pérez, R. L. y otros, 2014. *Solución de Super-Oxidación Microdacyn 60MR*. [En línea] Available at: microdacyn.com [Último acceso: 23 septiembre 2014].
- Peters, L. B., Wesselink, P. R., Buijs, J. F. & Van Winkelhoff, A. J., 2001. Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis. *Journal of Endodontics*, Issue 27, p. 76–81.
- Peters, O. A., 2004. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *Journal of Endodontic*, 30(8), pp. 559-67.
- Portentier, I., Waltimo, T. M. & Haapasalo, M., 2003. Enterococcus faecalis: The root canal survivor and 'star' in post-treatment disease.. *Endodontic Topics* , Volumen 6, pp. 135-59.
- Prasad, S. K. y otros, 2014. Comparative evaluation of the cytotoxicity of 5.25% sodium hypochlorite, 2% chlorhexidine and mixture of a tetracycline isomer, an acid and a detergent on human red blood corpuscles: An in-vitro study. *Endodontic Journal*, 4(1), pp. 1-6.
- Pucher, J. J. & Daniel, J. C., 1992. The effects of chlorhexidine digluconate on human fibroblasts in vitro.. *Journal of Periodontology*, 63(6), pp. 526-32.
- Radcliffe, C. E. y otros, 2004. Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms Actinomyces israelii, A. naeslundii, Candida albicans and Enterococcus faecalis. *International endodontic journal*, 37(7), pp. 438-446.
- Ringel, A. M. y otros, 1982. In vivo evaluation of chlorhexidine gluconate solution and sodium hypochlorite solution as root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, Volumen 8, pp. 200-4.
- Rocas, I. N., Siqueira, J. F. J. & Santos, K. R., 2004. Association of Enterococcus faecalis with different forms of periradicular diseases. *Journal of Endodontics*, Volumen 30, pp. 315-20.
- Rojas B, M. E., Silva-Herzog F, D., González A, A. M. & Oliva R, R., 2013. Evaluación comparativa de la capacidad antimicrobiana de una solución electrolizada de superoxidación con pH neutro y una solución a base de peróxido de hidrógeno. *ADM*, pp. 183-189.
- Rossi-Fedele, G. y otros, 2013. Bovine pulp tissue dissolution ability of HealOzone®, Aquatine Alpha Electrolyte® and sodium hypochlorite. *Australian Endodontic Journal*, Volumen 39, pp. 57-61.
- Saber, S.-D. & El-Hady, S. A., 2012. Development of an intracanal mature Enterococcus faecalis biofilm and its susceptibility to some antimicrobial intracanal medications; an in vitro study.. *European Journal Dental*, 6(1), pp. 43-50.
- Sakashita, M., Iwasawa, A. & Nakamura, Y., 2002. Antimicrobial effects and efficacy on habitually hand-washing of strong acidic electrolyzed water. A comparative study of alcoholic antiseptics and soap and tap water.. *Kansenshogaku Zasshi*, pp. 373-377.
- Sekiya, S., Ohmori, K. & Harii, K., 1997. Treatment of infectious skin defects or ulcers with electrolyzed strong acid aqueous solution.. *Aritif Organs* , Volumen 21, pp. 32-38.
- Sena, N. T. y otros, 2006. In vitro antimicrobial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine against selected single-species biofilms. *International Endodontic Journal*, 39(11), pp. 878-85.
- Sen, B. H., Piskin, B. & Demirci, T., 1995. Observation of bacteria and fungi in infected root canals and dentinal tubules by SEM. *Endodontics & dental traumatology*, Issue 11, pp. 6-9.
- Silva, L. A., Leonardo, M. R., Assed, S. & Tanomaru Filho, M., 2004. Histological study of the effect of some irrigating solutions on bacterial endotoxin in dogs.. *Brazilian Dental Journal*, Volumen 15, pp. 109-114.

- Siqueira, J., 2001. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *International Endodontic Journal*, Issue 34, pp. 1-10.
- Siqueira, J. F. J. & Rôças, N. I., 2009. Distinctive features of the microbiota associated with different forms of apical periodontitis. *Journal Oral Microbiology*, 1(10), pp. 1-33.
- Siqueira, J. F. J. & Sen, B. H., 2004. Fungi in endodontic infections. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*, Volumen 97, p. 632-41..
- Siqueira, J. F. & Rocas, I. N., 2008. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures.. *Journal of endodontic*, Volumen 34, p. 1291-301.
- Sirtes, G., Waltimo, T. & Schaetzle, M., 2005. The effects of temperature on sodium hypochlorite short term stability, pulp dissolution capacity and antimicrobial efficacy. *Journal of Endodontic*, Volumen 31, pp. 669-671.
- Sjögren, U., Figdor, D., Spangberg, L. & Sundqvist, G., 1997. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *International Endodontic Journal*, Issue 30, p. 297-306.
- Stein, G. E., 2012. Efectividad de la irrigación supra y subgingival con una solución electrolizada de superoxidación con pH neutro. *Odontología actual*, pp. 50-54.
- Stuart, C. H., Shwartz, S., Thomas, J. B. & Owarts, C., 2006. Enterococcus faecalis: its role in root canal treatment failure and current cocepts in retreatment. *Journal of Endodontics*, 32(2), pp. 93-98.
- Sundqvist, G., 1976. Bacteriological studies of necrotic dental pulps. *Odontological Dissertations No. 7*.
- Sundqvist, G., 1992. Associations between microbial species in dental root canal infections. *Oral Microbiology and Immunology* , Volumen 7, pp. 257-262.
- Sundqvist, G., 1994. Taxonomy, ecology and pathogenicity of the root canal flora. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, Issue 78, pp. 522-530.
- Sundqvist, G. & Figdor, D., 2003. Life as an endodontic pathogen. *Endodontics Topics* , Volumen 6, pp. 3-28.
- Svensater, G. & Bergenholtz, G., 2004. Biofilms in endodontic infections.. *Endodontic Topics*, Volumen 9, pp. 27-36.
- Tabernero de Paz, M. J. y otros, 2013. Agua electrolizada como higienizante en producción animal: efectos en sanidad y productividad. *Arch. Zootec*, pp. 13-23.
- Tanomaru, J. M. y otros, 2003. Effect of different irrigation solutions and calcium hydroxide on bacterial LPS.. *International Endodontic Journal*, Volumen 36, pp. 733-739.
- Torres, C. E. y otros, 2013. Antimicrobial efficacy of neutral super-oxidized electrolyzed gel versus chlorhexidine digluconate 0.12% in biofilm formation on orthodontic mini-implants: An in vitro study. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 5(4), pp. 64-71 .
- Torres, L. M., Dáz, A. M. & Acosta, M. A., 2009. La clorhexidina, bases estructurales y aplicaciones en la estomatología.. *Gaceta Médica Espirituana*.
- Trevino, E. G. y otros, 2011. Effect of irrigants on the survival of human stem cells of the apical papilla in a platelet-rich plasma scaffold in human root tips.. *Journal Endodontics*, Volumen 37, pp. 1109-1115.
- Vianna, M. E. y otros, 2004. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*, Issue 97, pp. 79-84.
- Vyver, V. P. J., Botha, F. S. & Wet, F. A., 2014. Antimicrobial efficacy of nine different root canal irrigation solutions. *Journal of the South African Dental Association*, Volumen 69, pp. 158-165.
- Waltimo, T. M., Haapasalo, M., Zehnder, M. & Meyer, J., 2004. Clinical aspects related to endodontic yeast infections.. *Endodontic Topics* , Volumen 9, pp. 66-78.

Waltimo, T. M. T., D, Ø., Sirén E, K. & Haapasalo, M. P. P., 1999. In vitro susceptibility of *Candida albicans* to four disinfectants and their combinations. *International journal endodontic*, 32(6), pp. 421-429.

White, R. R., Hays, G. L. & Janer, L. R., 1997. Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. *Journal of Endodontics*, Volumen 23, pp. 229-31.

Yesilsoy, C. y otros, 1995. Antimicrobial and Toxic Effects of Established and Potential Root Canal Irrigants. *Journal of Endodontics*, 21(10), pp. 513-515.

Zamany, A., Safavi, K. & Spangberg, L. S., 2003. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant.. *Oral Surgery, Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontics*, Issue 96, pp. 578-81.

Zehnder, M., 2006. Root Canal Irrigants. *Journal of endodontics*, 32(5), pp. 389-398.