



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

POSGRADO EN ENDODONCIA

**ESTUDIO QUÍMICO PUNTUAL Y TOPOGRÁFICO DE
CONOS DE GUTAPERCHA EXPUESTOS A DIFERENTES
SOLUCIONES DESINFECTANTES.**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN ENDODONCIA PRESENTA:

C.D. JUAN CORTÉS RODRÍGUEZ

ASESORES:

C.D.E.E. BENIGNO MIGUEL CALDERÓN ROJAS

M.C. HÉCTOR RUÍZ REYES

M.C. JESÚS MANUEL ORTÍZ MADRIGAL

MORELIA, MICHOACÁN., MARZO, 2018

**ESTUDIO QUÍMICO PUNTUAL Y TOPOGRÁFICO DE CONOS DE GUTAPERCHA EXPUESTOS A
DIFERENTES SOLUCIONES DESINFECTANTES**

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| Resumen..... | 6 |
| Abstract..... | 7 |
| 1. Introducción..... | 8 |
| 2. Marco teórico..... | 9 |
| Antecedentes generales..... | 9 |
| 2.1. Importancia de la obturación..... | 9 |
| 2.2. Conos de gutapercha..... | 9 |
| 2.3. Contaminación microbiana de conos de gutapercha..... | 11 |
| 2.4. Soluciones desinfectantes de conos de gutapercha..... | 12 |
| 2.5. Microscopio electrónico de barrido en odontología..... | 14 |
| Antecedentes específicos..... | 15 |
| 3. Planteamiento del problema..... | 20 |
| 3.1 Pregunta de investigación..... | 22 |
| 4. Justificación..... | 22 |
| 4.1. Hipótesis de trabajo..... | 23 |
| 5. Objetivos de la investigación..... | 23 |
| 5.1. Objetivo general..... | 23 |
| 5.2. Objetivos específicos..... | 23 |
| 6. Material y Métodos..... | 24 |
| 6.1. Clasificación del estudio..... | 24 |
| 6.2. Soluciones desinfectantes..... | 24 |
| 6.3. Universo del estudio..... | 25 |

| | |
|---|-----------|
| 6.4. Criterios de elegibilidad..... | 25 |
| 6.4.1. Criterios de inclusión..... | 25 |
| 6.4.2. Criterios de exclusión..... | 25 |
| 6.5 Metodología..... | 26 |
| 6.5.1 Preparación de diluciones de NaOCl - uso doméstico..... | 26 |
| 6.5.2 Preparación de la dilución de NaOCl - grado reactivo..... | 26 |
| 6.5.3 Fase experimental 1: Determinación de pH..... | 27 |
| 6.5.4 Fase experimental 2: Pruebas de inmersión..... | 28 |
| 6.5.5 Aplicación de la encuesta..... | 31 |
| 6.6. Análisis Bioestadístico..... | 32 |
| 7. Resultados..... | 32 |
| 7.1. Valores de pH..... | 32 |
| 7.2. Resultados del análisis topográfico de los CG por MEB..... | 33 |
| 7.2.1. CG en condiciones de recibido..... | 33 |
| 7.2.2. CG inmerso en NaOCl 2% grado técnico..... | 34 |
| 7.2.3. CG inmerso en NaOCl 2% VicDent® (uso dental)..... | 35 |
| 7.2.4. CG inmerso en NaOCl Cloralex® 1:1 (uso doméstico)..... | 36 |
| 7.2.5. CG inmerso en NaOCl Clorox® 1:1 (uso doméstico)..... | 37 |
| 7.2.6. CG inmerso en CHX 2% Consepsis®..... | 38 |
| 7.3. Espectros de energía dispersiva (EDS) y porcentaje en peso de los elementos que conforman los CG..... | 39 |
| 7.3.1. CG en condiciones de recibido..... | 39 |
| 7.3.2. CG inmerso en NaOCl 2% grado técnico..... | 40 |
| 7.3.3. CG inmerso en NaOCl 2% VicDent® (uso dental)..... | 41 |

| | |
|--|----|
| 7.3.4. CG inmerso en NaOCl Cloralex® 1:1 (uso doméstico)..... | 42 |
| 7.3.5. CG inmerso en NaOCl Clorox® 1:1 (uso doméstico)..... | 43 |
| 7.3.6. CG inmerso en CHX 2% Consepsis®..... | 44 |
| 7.4. Estadística descriptiva..... | 45 |
| 7.5. Resultados de la encuesta..... | 47 |
| 7.5.1. Representación gráfica de microcavidades y rugosidades..... | 47 |
| 7.5.2 Resultados de análisis Bioestadístico..... | 48 |
| 7.6. Mapeos electrónicos de la superficie de CG..... | 49 |
| 7.6.1. CG en condiciones de recibido..... | 49 |
| 7.6.2. CG inmerso en NaOCl 2% grado técnico..... | 50 |
| 7.6.3. CG inmerso en NaOCl 2% VicDent® (uso dental)..... | 51 |
| 7.6.4. CG inmerso en NaOCl Cloralex® 1:1 (uso doméstico)..... | 52 |
| 7.6.5. CG inmerso en NaOCl Clorox® 1:1 (uso doméstico)..... | 53 |
| 7.6.6. CG inmerso en CHX 2% Consepsis®..... | 54 |
| 8. Discusión..... | 55 |
| 9. Conclusión..... | 58 |
| 10. Recomendaciones..... | 58 |
| 11. Referencias bibliográficas..... | 59 |
| 12. Anexos..... | 64 |
| 12.1 Ficha técnica del NaOCl grado técnico..... | 64 |
| 12.2 Encuesta..... | 65 |

Resumen:

Introducción: La contaminación de conos de gutapercha (CG) debido a la falta de hermetismo aséptico del empaque, mala manipulación y almacenamiento deficiente en la clínica ha sido reportada en la literatura¹. Diversas soluciones antimicrobianas se han utilizado para la desinfección de CG, sin embargo, estas soluciones desinfectantes pueden inducir alteraciones estructurales en la superficie y cambios en la composición química de los CG^{2, 3}.

Objetivo: analizar por microscopía electrónica de barrido de alta resolución (MEB) la composición química y la topografía de conos de gutapercha expuestos a diferentes soluciones desinfectantes.

Material y Métodos: CG marca Hygenic[®] calibre 40 se sometieron a pruebas de inmersión en tubos de ensayo con 3ml de cada solución a evaluar por 5 minutos. Las soluciones empleadas fueron: hipoclorito de sodio (NaOCl) grado técnico 2%, NaOCl uso dental 2% (VicDent[®]), NaOCl para uso doméstico (Cloralex[®]) en dilución con agua destilada estéril 1:1, NaOCl para uso doméstico (Clorox[®]) en dilución con agua destilada estéril 1:1 y Gluconato de Clorhexidina (CHX) 2% (Consepsis[®]). Concluido el tiempo de exposición, los CG fueron secados con gases estériles, se montaron en un portamuestra Cu-Zn, el cual se sometió a un proceso de metalización con iones de Cu por el método llamado *Sputtering*. Se obtuvieron imágenes a 100X, 250X, 500X y 1000X, además, se realizaron análisis químico-puntuales con la técnica de dispersión de electrones (EDS) en un MEB de alta resolución JEOL JSM-7600F.

Resultados: Todas las soluciones desinfectantes a base de NaOCl provocaron daño topográfico en los CG, Clorox[®] 1:1 causó más microcavidades y rugosidades en la superficie de los CG en comparación con Cloralex[®] 1:1, NaOCl grado técnico 2%, VicDent[®] y Consepsis[®]. Por otra parte, el CHX presentó un bajo porcentaje de daño estructural de los CG. Todos los CG sumergidos en las diferentes presentaciones de NaOCl mostraron un incremento en el porcentaje en peso del elemento Zinc.

Conclusión: Bajo las condiciones del presente estudio se concluye que el NaOCl Clorox[®] de uso doméstico en dilución 1:1 como solución desinfectante puede inducir mayor daño estructural en comparación al NaOCl Cloralex[®] 1:1, grado técnico 2%, y VicDent[®] 2%.

Palabras clave: Conos de gutapercha; Desinfectante químico; Microscopia electrónica de barrido; Topografía de la superficie; Espectroscopia de energía dispersiva rayos X.

Abstract

Introduction: Contamination of gutta-percha cones (GPCs) due to the lack of aseptic hermetic packaging, wrong handling and deficient storage in the clinic has been reported in the literature¹. Several antimicrobial solutions have been used for the disinfection of GPCs, however, these disinfectant solutions can induce structural alterations in the surface and changes in the chemical composition of the GPCs^{2, 3}.

Objective: To analyze by high resolution scanning electron microscopy (SEM) the chemical composition and topography of gutta-percha cones exposed to different disinfectant solutions.

Material and methods: Hygenic[®] GC size 40 were subjected to immersion tests in test tubes with 3ml of each solution to be evaluated for 5 minutes. The solutions used were: sodium hypochlorite (NaOCl) , 2% technical grade, NaOCl 2% for dental use (VicDent[®]), NaOCl for domestic use (Cloralex[®]) in dilution with sterile distilled water 1:1, NaOCl for domestic use (Clorox) [®] in dilution with sterile distilled water 1:1 and Chlorhexidine Gluconate (CHX) 2% (Consepsis[®]). After the exposure time, the GCs were dried with sterile gauze, mounted on a Cu-Zn sample holder, which was subjected to a metallization process with Cu ions by the method called Sputtering. Images were obtained at 100X, 250X, 500X and 1000X, in addition, chemical analysis with the electron scattering technique (EDS) was performed in a high resolution MEB JEOL JSM-7600F.

Results: All the NaOCl disinfectant solutions caused topographic damage in the GPCs. Clorox[®] 1:1 caused more microcavities and surface roughness of the GC compared to Cloralex[®] 1:1, NaOCl 2% technical grade, VicDent[®] and Consepsis[®]. On the other hand, CHX presented a low percentage of structural damage. All the GPCs submerged in the different NaOCl presentations showed an increase in the weight percentage of the Zinc element.

Conclusion: Within the limitations of this study, it is concluded that NaOCl Clorox[®] for domestic use in 1:1 dilution as a GPCs disinfectant solution can induce greater structural damage compared to NaOCl Cloralex[®] 1:1, NaOCl 2% technical grade, and VicDent[®] 2%.

Keywords: Gutta-Percha cones; Chemical disinfectant; Scanning electron microscopy; Surface topography; Energy dispersive X-ray spectroscopy.

1. Introducción.

El éxito del tratamiento de conductos está basado en una triada que consiste en el desbridamiento, la desinfección y la obturación del espacio de los conductos radiculares⁴. La obturación del sistema de conductos radiculares tiene como finalidad aislarlos del resto del organismo⁵.

En la actualidad, los conos de gutapercha (CG) son los más utilizados para la obturación de conductos radiculares. Los CG tienen compuestos orgánicos como ceras y resinas, componentes inorgánicos como Óxido de Zinc y Sulfato de Bario, además de los agentes colorantes y antioxidantes⁶.

Los CG se producen bajo condiciones asépticas, sin embargo, pueden contaminarse durante su manipulación clínica o contacto físico durante su almacenamiento¹. Debido a sus propiedades termoplásticas los CG no pueden esterilizarse, por eso se requiere de agentes químicos para su desinfección^{1,7}.

Para la desinfección de CG se ha utilizado el hipoclorito de sodio (NaOCl) debido a su capacidad antimicrobiana de amplio espectro la cual depende de su concentración y tiempo de exposición^{8,9}. Sin embargo, a pesar de ser eficaz en la desinfección de CG, el NaOCl puede afectar la integridad de los conos causando pérdida de sus componentes y modificando la superficie^{2,10,11}.

Otro agente químico empleado para la desinfección de CG es el Gluconato de Clorhexidina (CHX) debido a su amplio espectro antimicrobiano y su efecto a largo plazo, además se ha reportado que esta solución desinfectante no provoca daños estructurales en los CG^{10,11,12}.

Ya que no existe un protocolo estandarizado para su desinfección comúnmente se emplean soluciones de NaOCl para uso doméstico, las cuales pueden presentar concentraciones diferentes a lo señalado por el fabricante. Por ello, es necesario utilizar soluciones que estén específicamente elaboradas para su uso en el ámbito odontológico, debido a que se esperaría que estas soluciones

presenten un mayor control de calidad y por ende características fisicoquímicas más estables.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo de investigación básica es analizar por microscopía electrónica de barrido de alta resolución (MEB) la composición química y la topografía de conos de gutapercha expuestos a diferentes soluciones desinfectantes de NaOCl y CHX.

2. Marco teórico.

Antecedentes generales.

2.1. Importancia de la obturación.

El éxito del tratamiento de conductos está basado en una triada que consiste en el desbridamiento, la desinfección y la obturación del espacio de los conductos radiculares¹. La finalidad de la obturación del sistema de conductos radiculares es aislarlos por completo del resto del organismo después de la preparación químico-mecánica⁵. Para lograrlo, es necesario un sellado tridimensional que permita crear una barrera impermeable a microorganismos, fluidos provenientes de la cavidad oral y fluidos tisulares del área periapical^{13,14}. Un adecuado sellado corono-apical depende de factores como el ajuste apical del cono principal, la calidad del material de obturación y la técnica empleada para lograr la compactación en toda la extensión del conducto radicular⁵. Además de la obturación la calidad de la restauración temporal o definitiva será un aspecto determinante para minimizar la filtración coronaria¹⁴.

En la actualidad existen diversas técnicas y materiales para obturar el sistema de conductos radiculares siendo la técnica de condensación lateral la más empleada y la gutapercha el material de obturación más utilizado¹⁵.

2.2. Conos de gutapercha

La gutapercha es una secreción natural que procede de un árbol sapotáceo, este producto vegetal se emplea para la fabricación de los conos de gutapercha utilizados en la obturación de conductos radiculares durante el tratamiento de endodoncia¹⁶.

La palabra gutapercha proviene del lenguaje malayo derivado de los vocablos “gatah” que significa goma y “pertja” que significa árbol. Originalmente la gutapercha es una secreción resinosa de árboles en Asia del género *ulmosp* familia *eucomicae* conocido como el árbol de la gutapercha. Debido a que este árbol produce gutapercha en una cantidad limitada como para ser comercializada los fabricantes de conos de gutapercha han utilizado balata como otra alternativa para su producción. La balata es una resina proveniente del árbol brasileño llamado “malinkara bidentata” de origen *sapotáceo*. La gutapercha y la balata tienen las mismas propiedades fisicoquímicas, por lo cual puede denominarse gutapercha a estos dos compuestos¹⁷.

Inicialmente, en 1847, la gutapercha fue introducida en odontología por Edwin Truman como un material de restauración temporal. Años más tarde, en 1867, Bowman llevaría la gutapercha al tratamiento endodóntico como material de obturación de conductos radiculares¹⁸. Veinte años después, en 1887, la primera compañía en fabricar y distribuir comercialmente conos de gutapercha sería la americana S.S White Company¹⁹.

En la actualidad, la gutapercha es el material más utilizado para la obturación del sistema de conductos radiculares. La gutapercha es una molécula de polímero orgánico natural (poliisopreno), puede presentarse en tres formas distintas, dos formas cristalinas alfa y beta, y una forma amorfa o fundida²⁰. Se denomina forma alfa a la gutapercha en su estado natural, la cual presenta una estructura estereoquímica *trans* 1-4. A los conos de gutapercha comercialmente disponibles se les conoce como forma beta, para su producción se requiere de un proceso de calentamiento a 65⁰ de la gutapercha tipo alfa lo que permite incluir otros elementos que forman parte también de los conos de gutapercha²⁰. Dentro de estos elementos se encuentran compuestos orgánicos como ceras y resinas, componentes inorgánicos como Óxido de Zinc y Sulfato de Bario, además de los agentes colorantes y antioxidantes⁶.

2.3. Contaminación microbiana de conos de gutapercha.

Uno de los principales objetivos de la terapia endodóntica es prevenir la infección o reinfección, sin embargo, aun después de la preparación químico mecánica los CG empleados para la obturación podrían introducir microorganismos al sistema de conductos radiculares y comprometer el pronóstico del tratamiento²².

Los CG contienen Óxido de Zinc, un compuesto que debería evitar la adhesión y el crecimiento bacteriano¹. Se han realizado intentos por mejorar el efecto antimicrobiano de los CG adicionando: Yodoformo, Hidróxido de Calcio, Gluconato de Clorhexidina y Tetraciclina²³. Además, según los fabricantes, los CG se producen bajo condiciones asépticas. A pesar de estas características los CG se pueden contaminar durante su manipulación o por contacto físico durante su almacenamiento¹.

Diversos estudios han demostrado que los CG pueden presentar contaminación bacteriana aun al ser tomados directamente de un empaque nuevo y después de estar expuestos al ambiente clínico. Al respecto, Montgomery²⁴ reporta un 8% de contaminación por *Staphylococcus aureus* en CG nuevos. Resultados similares son reportados por Gomes et al⁷ al evaluar CG extraídos directamente del empaque señalan un 5.5% de contaminación con microorganismos tales como *Staphylococcus epidermidis* y *Staphylococcus aureus*. Más tarde, Da Silva et al²⁵ obtuvieron un resultado positivo en cuanto al crecimiento bacteriano en CG manipulados en ambiente clínico. Por otra parte, los resultados obtenidos por Vivek et al²⁶ muestran también contaminación bacteriana en CG tomados directamente de empaques nuevos.

Los CG proporcionan una superficie para la adhesión bacteriana y formación de biofilm, que pudiera estar asociado con periodontitis periapical²⁷. Estudios como el realizado por Demiryürek et al²⁸ han demostrado la capacidad de contaminación que presenta *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans*, *Escherichia coli* y *Pseudomona auroginosa* sobre la superficie de los CG.

2.4. Soluciones desinfectantes de conos de gutapercha.

Como se mencionó en el apartado anterior la literatura demuestra la contaminación de CG al manipularse en ambiente clínico y aun al obtenerse directamente del empaque recién abierto^{1, 26}. Por lo tanto, la desinfección de los CG es necesaria previa la obturación de los conductos radiculares²⁵.

La descontaminación de los CG se puede lograr con efectividad mediante agentes químicos debido a que la contaminación de los conos consiste principalmente en células bacterianas vegetativas en lugar de esporas bacterianas resistentes^{6,7}. Para ello se han utilizado una gran variedad de soluciones químicas, como el Hipoclorito de Sodio (NaOCl), Gluconato de Clorhexidina (CHX), Glutaraldehído y Peróxido de Hidrógeno entre otras soluciones desinfectantes.

Hipoclorito de sodio (NaOCl)

En 1917, Barret introduce el NaOCl como solución desinfectante en endodoncia²⁹. El NaOCl es el principal agente químico utilizado para la irrigación de conductos radiculares⁸, debido a su capacidad antimicrobiana de amplio espectro la cual depende de su concentración y tiempo de exposición⁹.

El NaOCl tiene la capacidad de degradar tejido orgánico y ácidos grasos, transformándolos en sales de ácidos grasos (jabón) y glicerol (alcohol). Neutraliza aminoácidos formando sal y agua. El ácido hipocloroso (HOCl), sustancia presente en el hipoclorito de sodio, al entrar en contacto con tejido orgánico funciona como solvente, libera clorina que al combinarse con los grupos amino de las proteínas producen cloraminas las cuales son fundamentales para la actividad antimicrobiana del NaOCl ya que interfieren en el metabolismo celular. El HOCl y los iones de hipoclorito (OCl) producen amino degradación ácida e hidrólisis³⁰.

Además de su empleo como solución irrigante el NaOCl también ha sido recomendado como una alternativa para la desinfección de CG³¹. La literatura muestra que la concentración y el tiempo de contacto son determinantes en la eficacia del NaOCl. Al respecto, Uzun et al³² reportan resultados favorables en la desinfección de CG al emplear NaOCl 5.25% durante 10 minutos. En otros estudios como el realizado por Özalp et al²² un buen efecto antimicrobiano se presentó con el uso de NaOCl 2.5% por 5 minutos. Por otra parte, Nabeshima et al³¹ recomiendan 10 minutos de inmersión de los CG en NaOCl 1% para lograr una desinfección efectiva.

A pesar de ser eficaz en la desinfección de CG, el NaOCl afecta la integridad de los CG causando pérdida de sus componentes y modificando la superficie^{2,10,11}.

Gluconato de Clorhexidina (CHX)

El CHX se ha utilizado desde 1957 con fines de desinfección en la terapia endodóntica³³. Es utilizado en el tratamiento del sistema de conductos radiculares debido a su amplio espectro antimicrobiano y su efecto de largo plazo denominado sustantividad³⁴.

El efecto bactericida se debe a que la molécula se une a la pared celular microbiana con carga negativa, alterando el equilibrio osmótico de las células. A bajas concentraciones tiene un efecto bacteriostático debido a que se afectan sustancias de bajo peso molecular como potasio y fósforo. En concentraciones mayores tiene un efecto bactericida causado por la precipitación del citoplasma de la célula bacteriana³⁵.

El efecto antimicrobiano que presenta el Gluconato de Clorhexidina en la desinfección de CG ha sido objeto de estudio en diferentes investigaciones. Uzun et al³² concluyen que la inmersión de CG en CHX 2% durante 10 minutos es eficaz en la desinfección de los conos. Por su parte, Subha et al³⁶ señalan que el CHX 2% presenta buen efecto desinfectante después de 5 minutos de

exposición. Resultados similares son reportados por Redmerski et al³⁷ quienes recomiendan el uso de CHX 2% durante 5 minutos de inmersión debido a su eficacia antibacteriana. Además autores como Sabah et al¹⁰, Rosa et al¹¹ y Sahinkensen et al¹² han reportado que este agente químico no provoca daños en la superficie de CG.

2.5. Microscopio electrónico de barrido en odontología.

En 1965, Cambridge Instrument Company produce el primer microscopio electrónico de barrido (MEB) el cual a través de las últimas décadas ha tenido diversas modificaciones que han mejorado la eficacia de su funcionamiento⁴⁰. El MEB ha sido empleado en diferentes áreas, permitiendo la observación y caracterización de materiales orgánicos e inorgánicos heterogéneos en una escala micrométrica y nanométrica³⁸.

Dentro de los componentes que tiene el MEB se encuentra un filamento que dispara un haz de electrones los cuales viajan a través de la columna hasta llegar a la muestra, también cuenta con un generador de barrido el cual produce movimiento del haz de tal manera que barre la muestra punto a punto. De la interacción entre los electrones incidentes con los átomos que componen la muestra se generan señales, las cuales pueden ser captadas con detectores específicos para cada una de ellas. Algunas de las señales detectadas son electrones secundarios que son emitidos de la muestra resultando una imagen de la morfología superficial. Otra señal que se detecta son electrones retrodispersados, con ellos se obtienen imágenes de contraste por número atómico y contraste topográfico. Además mediante los rayos X se detecta la composición química de la muestra de manera cualitativa y cuantitativa³⁹.

El MEB se ha empleado en diversas áreas como son la geología, metalurgia, paleontología, arqueología y aplicaciones biomedicas⁴⁰.

En endodoncia, área de estudio de la presente investigación, son muchas las aplicaciones del MEB. Por ejemplo, ha sido utilizado para el análisis topográfico y químico de CG y limas⁴¹, en la caracterización metalográfica de instrumentos

rotatorios⁴², en la evaluación de la limpieza de conductos radiculares después de protocolos de irrigación⁴³, para observar la presencia de biofilm en el conducto radicular⁴⁴, en estudios de la calidad de retroobtención⁴⁵, se ha empleado también para evaluar la remoción de hidróxido de calcio⁴⁶, además de conocer los efectos de la citotoxicidad de soluciones de irrigación como el NaOCl⁴⁷ y en el estudio de la estructura del órgano dentario⁴⁸.

Antecedentes específicos.

Aktemur et al¹ analizaron la superficie y composición química de conos de gutapercha después de someterlos a pruebas de inmersión en 2 ml de diferentes soluciones desinfectantes: NaOCl 5.25%, CHX 2%, QMix 1% y ácido peracético 1%. Para ello se seleccionaron 92 conos de gutapercha calibre 80, formando 4 grupos de 10 conos de gutapercha para la prueba de inmersión a 5 minutos en cada una de las soluciones desinfectantes, de igual manera se formaron los grupos para la prueba de inmersión a 10 minutos. El grupo control se conformó con 12 conos de gutapercha en condiciones de recibido. Posteriormente los conos de gutapercha se montaron de manera individual en un portamuestras de aluminio y se analizaron por microscopía electrónica de barrido (MEB), para lo cual se obtuvieron 3 imágenes a una magnitud de 1500x por cada muestra, asimismo de forma aleatoria se seleccionó un área para realizar el análisis de la composición química con la técnica de estudio de dispersión con rayos X (EDS). Los resultados no mostraron alteraciones estructurales en la superficie de los conos de gutapercha, el análisis de la composición química no mostró cambios después de realizar las pruebas de inmersión en los 2 periodos de tiempo.

Sabah et al¹⁰ evaluaron el daño estructural en la superficie de los conos de gutapercha después de exponerlos a NaOCl 1%, NaOCl 2.5%, NaOCl 5.25% y CHX 1%, CHX 1.5% y CHX 2% en intervalos de tiempo de 10, 15 y 20 minutos. En este estudio se incluyeron 190 CG los cuales se distribuyeron en 6 grupos (n=30) correspondientes a cada una de las soluciones a evaluar. Cada grupo se dividió en 3 subgrupos (n=10) de acuerdo a los tiempos de inmersión. El grupo control se conformó por 10 conos de gutapercha en condiciones de recibido.

Una vez expuestos a las soluciones desinfectantes los conos de gutapercha se lavaron de manera individual con agua estéril durante 1 minuto, se secaron con papel filtro estéril y se almacenaron en frascos con tapón de rosca hasta su análisis. Enseguida de cada cono de gutapercha se obtuvieron imágenes a 40x mediante un estereomicroscopio para evaluar los daños estructurales en la superficie. Los resultados mostraron porosidad en la superficie de los conos de gutapercha expuestos a NaOCl en concentraciones 2.5% y 5.25% a los 10 minutos, mientras que NaOCl 1% y CHX 1%, 1.5% y 2% no afectaron la superficie de los conos de gutapercha aun después de 20 minutos.

Pang et al³ realizaron un estudio en el cual uno de sus objetivos consistió en identificar mediante microscopía electrónica de barrido (MEB) las alteraciones de la estructura superficial de conos de gutapercha después de realizar pruebas de inmersión durante 5 minutos en NaOCl 5.25%, CHX 2% y Chloraprep. En cada una de las soluciones se sumergieron 10 conos de gutapercha y enseguida se evaluaron al MEB obteniendo imágenes de su estructura superficial a una magnitud 500x y 10,000x. Un cono de gutapercha en condiciones de recibido sirvió como grupo control. Los resultados mostraron que los conos de gutapercha expuestos a CHX 2% y Chloraprep presentaban ligera rugosidad y mostraron un patrón de contracción a lo largo de su eje longitudinal, por otra parte los conos de gutapercha expuestos a NaOCl 5.25% presentaron una superficie cubierta por estructuras con forma de cristales cuboidales, la mayor presencia de estas estructuras fue visible en las áreas que presentaban defectos de fabricación.

Topuz et al² evaluaron los efectos del NaOCl 6% sobre la superficie de CG, para ello se cortaron 3mm de la punta de 6 CG calibre 30 los cuales fueron sumergidos en la solución a evaluar durante 1,5,10,15, 20 y 30 minutos. Un CG en condiciones de recibido sirvió como control. Concluido el tiempo de inmersión las muestras se lavaron con agua nanopura y fueron secadas con papel filtro. Para el análisis mediante el MEB se obtuvieron imágenes a magnitudes de 800X, 5,000X, 10,000X, 20,000X y 40,000X, además se realizó el análisis de la composición química con la técnica EDS. Los resultados

mostraron que la superficie de los CG sufre daños estructurales después de la inmersión en NaOCl 6%, tales daños aumentaron conforme se incrementó el periodo de evaluación. Los EDS no mostraron diferencia en la composición química de los CG en los diferentes tiempos de inmersión.

Gomes et al⁷, evaluaron las alteraciones en la superficie de conos de gutapercha después de realizar pruebas de inmersión en solución salina estéril, NaOCl 5.25% y CHX 2% en gel por periodos de 1, 5, 10, 20 y 30 minutos. Para ello 144 conos de gutapercha de calibre mediano se distribuyeron entre las soluciones a evaluar formando 3 grupos con 45 conos de gutapercha. Cada grupo se dividió en 5 subgrupos de acuerdo a los tiempos de evaluación. El grupo control lo conformaron 9 conos de gutapercha que no se expusieron a ninguna solución. Concluidos los periodos de inmersión los conos de gutapercha se lavaron en 3 ml de solución salina estéril durante 1 minuto empleando un vortex, después se secaron con gasa estéril y fueron montados de manera individual en un portamuestras de aluminio para realizar el metalizado con iones oro. En el análisis del MEB se obtuvieron imágenes a una magnitud de 1,500X de las áreas del diámetro mayor, intermedio y menor de los conos de gutapercha. Las imágenes obtenidas fueron analizadas por 3 evaluadores. Los resultados no mostraron alteraciones en la superficie de los conos de gutapercha después de las pruebas de inmersión.

Sahinkensen et al¹² evaluaron la estructura superficial de conos de gutapercha después de realizar pruebas de inmersión en 5 ml de NaOCl 5.25% (grupo 1), NaOCl 2.5% (grupo 2), CHX 2% (grupo 3), Octenisept 0.05% (grupo 4) y solución salina estéril (grupo 5) durante 1, 5 y 10 minutos. En cada uno de los grupos de evaluación se incluyeron 3 conos de gutapercha calibre 40 para exponerse a las soluciones por los periodos de tiempo establecidos. Un cono de gutapercha en condiciones de recibido sirvió como grupo control. Una vez concluidos los tiempos de inmersión los conos de gutapercha fueron secados con gasa estéril. Para el análisis mediante el MEB se obtuvieron imágenes de las muestras a una magnitud de 1,000X. Los resultados mostraron que las soluciones evaluadas no causaron alteraciones en la superficie de los conos de gutapercha durante los diferentes periodos de exposición.

Grecca et al⁴⁹ compararon las condiciones en la superficie de conos de gutapercha antes y después de realizar pruebas de inmersión en NaOCl 2.5% durante 10 minutos y en CHX 2% durante 15 segundos. En este estudio se incluyeron 25 conos de gutapercha calibre 40, en condiciones de recibido, a los cuales se les corto 1 milímetro del extremo apical para ser observados a una magnitud de 200X en el MEB antes de las pruebas de inmersión. Las muestras se observaron sin metalizarse y fueron estandarizadas mediante un software. Enseguida estas porciones de gutapercha fueron sumergidas en las soluciones antes mencionadas, al concluir el tiempo asignado de contacto las muestras se lavaron con agua destilada estéril, se dejaron secar en una cámara a temperatura ambiente durante 15 minutos y fueron llevadas nuevamente al MEB para su evaluación. Los resultados mostraron mayor presencia de irregularidades en la superficie de los conos de gutapercha que fueron expuestos a NaOCl 2.5% en comparación con los conos de gutapercha sumergidos en CHX 2%.

Rosa et al¹¹ evaluaron las alteraciones morfológicas y la composición química de conos de gutapercha mediante el MEB después de realizar pruebas de inmersión en diferentes soluciones desinfectantes: CHX 2%, NaOCl 2.5%, ácido peracético 2% y 0.25% durante 1 minuto, 30 minutos, 6hrs y 12hrs. Se utilizaron 204 conos de gutapercha calibre 30/.04 distribuidos en 17 grupos de evaluación (n=12) conformados por las soluciones y periodos de tiempo antes señalados, el grupo control lo formaron CG en condiciones. Concluidos los tiempos de inmersión fueron seccionados 4 mm de la punta de los conos de gutapercha para ser analizados en el MEB en donde se obtuvieron imágenes a una magnitud de 500X que fueron evaluadas por un examinador. Además a estas porciones de gutapercha se les realizó un análisis de la composición química mediante EDS. La evaluación de la superficie no mostró alteraciones morfológicas severas en ninguna de las soluciones desinfectantes evaluadas, sin embargo, se reportaron microcavidades y cristales en las muestras sometidas a NaOCl 2.5% y lisis de componentes estructurales en las muestras sumergidas en ácido peracético. Por otra parte, el análisis químico reveló que

la desinfección con NaOCl 2.5% aumenta la cantidad de oxígeno en 50% aproximadamente demostrando la capacidad oxidante de esta solución.

Brito et al⁵⁰ compararon mediante MEB el efecto que tiene el NaOCl 1% y 2.5% sobre la superficie de conos de gutapercha después de realizar pruebas de inmersión durante 30 minutos, 6hrs, 12hrs y 24hrs. Emplearon 110 conos de gutapercha para formar 3 grupos de evaluación: G1 (grupo control) en el cual 10 conos se mantuvieron en condiciones de recibido, 10 conos se sumergieron en NaOCl 1% durante 20 minutos y 10 conos en NaOCl 2.5% por 10 minutos; G2 en el que se utilizaron 40 conos sumergidos en NaOCl 1% a los diferentes tiempos de inmersión; y G3 en el que se utilizaron 40 conos sumergidos en NaOCl 2.5% a los diferentes tiempos de inmersión. Concluidos los tiempos de inmersión se obtuvieron 12mm de la punta de los conos de gutapercha los cuales se colocaron en un portamuestras y se metalizaron con iones Au para el análisis mediante MEB. Se obtuvieron imágenes a 5000X a 2 mm de la punta de los conos de gutapercha en un área central asignada. El análisis comparativo de las imágenes mostró la presencia de rugosidades y microcavidades en la superficie de todos los conos de gutapercha sometidos a NaOCl. Las muestras sumergidas en NaOCl 1% mostraron menor cantidad de irregularidades en comparación a las expuestas a NaOCl 2.5% durante los mismos periodos de evaluación.

3. Planteamiento del problema.

La contaminación de los CG es una fuente potencial para las infecciones secundarias, basados en el control de infecciones cada instrumento o material colocado dentro de los conductos radiculares debe ser esterilizado y/o sanitizado. Estudios sobre la contaminación de CG extraídos directamente de los empaques nuevos reportan una contaminación de un 5-8%^{7,51}. Osvaldo et al⁵² mencionan que al abrir el empaque de CG en un ambiente clínico el porcentaje de contaminación aumenta en un 19%.

El Óxido de Zinc es un compuesto que forma parte de la composición química de los CG, este presenta efecto antimicrobiano, sin embargo no es suficiente para evitar la adhesión y crecimiento bacteriano.

Montgomery²⁴ en 1971 señala presencia de MO en CG nuevos, en su estudio reportó crecimiento bacteriano de *Staphylococcus aureus*. Por otra parte, Gomes et al⁷ identificaron la presencia de *Staphylococcus epidermidis*, mientras que Demiryürek et al²⁸ reportaron en su estudio que *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans*, *Escherichia coli* y *Pseudomona auroginosa* poseen la capacidad de contaminar los CG. Por lo tanto, no se garantiza la esterilidad de los CG comercialmente disponibles, aun cuando el fabricante mencione que su elaboración es en condiciones asépticas.

Después de la apertura del empaque de CG y la manipulación clínica existe la necesidad de desinfectar los CG antes de su uso, ya que pueden contaminarse por aerosoles y fuentes físicas¹. Los CG, debido a sus propiedades fisicoquímicas, no pueden ser esterilizados y requieren ser desinfectados mediante soluciones químicas, hasta la fecha se han utilizado soluciones a base de distintos principios activos como NaOCl a diferentes concentraciones, CHX, ácido peracético, Qmix (CHX 2% - EDTA 17%), Chloraprep (CHX 2% - alcohol isopropílico 70%), y cloruro de benzalconio. Lo ideal sería que estas soluciones proporcionen una desinfección rápida sin modificar la estructura del CG. Ya que no existe un protocolo estandarizado para su desinfección se utilizan diferentes concentraciones y tiempos de inmersión, los cuales pueden

causar cambios en la composición química y alteraciones en la superficie de los CG, ello podría comprometer los resultados durante el procedimiento de obturación, creando una interfase que facilite la filtración bacteriana y sus productos metabólicos.

La adaptación del cono maestro en el tercio apical del conducto radicular se considera un importante objetivo de la obturación. Goldberg⁵³ et al mencionan que es posible que las irregularidades inducidas por las soluciones desinfectantes puedan influir seriamente en la calidad de la obturación endodóntica. Existe evidencia de que al realizar diferentes procedimientos de desinfección de CG, la composición química y superficie se ven afectadas. Sabah et al¹⁰ en su estudio experimental mencionan que el NaOCl 1% y CHX 1%, 1.5%, 2% fueron las soluciones que indujeron menos daño topográfico en los CG, sin embargo, NaOCl a concentración de 2.5% y 5.25% provocaron la formación de microcavidades sobre toda la superficie de CG.

Por otra parte, Pang et al³ evaluaron la resistencia a la tracción en CG expuestos a NaOCl 5.25% y CHX 2%. Los principales resultados de este estudio demuestran que el NaOCl 5.25% disminuye la resistencia a la tracción, además se observó una superficie cubierta con estructuras con forma de cristales cuboidales, CHX 2.5% no afectó las propiedades del CG.

Rosa et al¹¹, evaluaron las alteraciones morfológicas y la composición química de CG, a través de pruebas de inmersión con CHX 2%, NaOCl 2.5%, ácido peracético 2% y 0.25%. En este mismo estudio, los resultados del EDS revelaron que NaOCl 2.5% aumentó la cantidad de oxígeno en aproximadamente 50%, además, se observaron microcavidades y cristales en la superficie de los CG.

Brito et al⁴⁹ realizaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar el efecto de NaOCl 1% y 2.5% sobre la morfología de la superficie de CG y el sellado marginal de la obturación del conducto radicular. En sus resultados mencionan que no existe diferencia significativa de microfiltración al evaluar estas concentraciones

de NaOCl en diferentes periodos de tiempo. Además mencionan que mayor concentración y tiempo de inmersión provocará más alteraciones topográficas de los CG. Los principales daños observados en la superficie de los CG fueron microcavidades y rugosidades.

En relación a todo esto, existe la necesidad de realizar estudios experimentales controlados en donde se evalúe el daño estructural sobre la superficie de CG después de realizar pruebas de inmersión en diferentes soluciones desinfectantes. Un menor daño estructural aunado a una capacidad antimicrobiana efectiva son factores a considerar para establecer protocolos estandarizados para la desinfección de CG.

3.1 Pregunta de investigación.

¿Qué solución desinfectante provocará menor daño estructural en la superficie de los conos de gutapercha?

4. Justificación.

Durante la etapa de obturación de conductos radiculares es de vital importancia llevar a cabo una correcta desinfección del cono maestro y conos accesorios, con la finalidad de evitar la recontaminación microbiana dentro del conducto. Por ello se requiere el uso de soluciones químicas antimicrobianas estandarizadas que permitan una correcta sanitización de los CG. En relación a este hecho, se han utilizado diferentes principios activos para la desinfección de CG, siendo los más empleados las soluciones a base de NaOCl y CHX a diferentes concentraciones. Se ha reportado que estas soluciones producen cambios en la composición química y daños topográficos en la superficie de los CG. En relación a los tiempos de desinfección de los CG reportados en la literatura, Schmidt et al⁵⁴ mencionan que al utilizar durante 30 segundos NaOCl 2.5% y CHX 2% se logra la desinfección. Nabeshima et al³¹ reportan que para lograr la desinfección de CG con CHX 2% es necesario 1 minuto de inmersión, en cambio para lograr la desinfección con NaOCl 1% son necesarios 10 minutos de inmersión. Sabah et al¹⁰ mencionan en sus resultados que concentraciones de CHX 1%, 1.5% y 2% e NaOCl 1% no provocan daños

estructurales después de 20 minutos de inmersión. Sin embargo, las soluciones de NaOCl que se utilizan en la desinfección de CG en endodoncia son de uso doméstico, por lo tanto las concentraciones de estas soluciones no están estandarizadas para uso clínico, además estas soluciones domésticas contienen otros componentes como NaOH, blanqueadores, CaOCl los cuales pueden interferir con el mecanismo de cloraminación deseado sobre las bacterias que contaminan los CG. Por tales motivos en el presente trabajo de investigación básica se propone utilizar una solución estandarizada de NaOCl 2% (Vicdent) exclusiva para uso dental, la cual pudiera ser una alternativa para la desinfección de CG, y lograr así estandarizar un protocolo de desinfección de CG con este principio activo, pero también es importante evaluar los daños estructurales que puede inducir este producto comercial (VicDent) en la superficie de CG y comparar este efecto con CG expuestos a otras soluciones a base de NaOCl y la solución desinfectante de CHX 2%.

4.1 Hipótesis de trabajo.

H_t: La solución desinfectante de Gluconato de Clorhexidina 2% inducirá menor daño estructural en la superficie de los CG respecto a las soluciones desinfectantes de NaOCl de uso dental y doméstico.

5. Objetivos de la investigación.

5.1 Objetivo general.

Analizar por Microscopía Electrónica de Barrido de alta resolución (MEB) la composición química y la topografía de conos de gutapercha expuestos a diferentes soluciones desinfectantes.

5.2 Objetivos específicos.

- Comparar el daño estructural de la superficie de CG expuestos a diferentes soluciones desinfectantes a base de NaOCl y CHX.

- Comparar la composición química de CG expuestos a diferentes soluciones desinfectantes a base de NaOCl y CHX, empleando la técnica de dispersión de electrones (EDS).
- Evaluar la presencia de microcavidades y rugosidades en la superficie de CG expuestos a diferentes soluciones desinfectantes a base de NaOCl y CHX, a través de una encuesta aplicada a Doctores provenientes del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales de la U.M.S.N.H.

6. Material y métodos.

6.1. Clasificación del estudio.

Se realizó un estudio de investigación básica experimental comparativa:

Experimental: porque el investigador tuvo participación activa durante el desarrollo del presente estudio *in vitro*.

Comparativa: porque los CG fueron sometidos a pruebas de inmersión, ante diversas soluciones desinfectantes con concentraciones distintas.

6.2. Soluciones desinfectantes.

- NaOCl de uso doméstico marca Cloralex®.
Fecha de caducidad 07/11/2017, lote G.
- NaOCl de uso doméstico marca Clorox®.
Fecha de caducidad 26/01/2018, lote 1184748 D.
- NaOCl Grado reactivo 6%.
Fecha de caducidad 31/12/2018, lote 1706180.
- NaOCl de uso dental marca VICDENT®.
Fecha de caducidad agosto 2017, lote 003.
- CHX 2% marca Consepsis®.
Fecha de caducidad 28/02/2021, lote BDTTZ.

6.3. Universo del estudio.

El tamaño de muestra consistió en 6 conos de gutapercha calibre 40, marca Hygenic®, fecha de caducidad 30/11/2021, lote H57303, los cuales sirvieron para realizar pruebas de inmersión con diferentes soluciones desinfectantes.

6.4. Criterios de elegibilidad.

6.4.1 Criterios de inclusión.

Conos de gutapercha nuevos.

Conos de gutapercha calibre 40.

Conos de gutapercha cuya fecha de caducidad no esté vencida.

Conos de gutapercha de la marca Hygenic®.

NaOCl de uso doméstico marca Cloralex® y Clorox® cuya fecha de caducidad no esté vencida.

NaOCl Grado reactivo 6% cuya fecha de caducidad no esté vencida.

NaOCl de uso dental marca VICDENT® cuya fecha de caducidad no esté vencida.

CHX 2% marca Consepsis® cuya fecha de caducidad no esté vencida.

6.4.2 Criterios de exclusión.

Conos de gutapercha que no sean nuevos.

Conos de gutapercha que no correspondan al calibre 40.

Conos de gutapercha cuya fecha de caducidad esté vencida.

Conos de gutapercha que no correspondan a la marca Hygenic.

NaOCl de uso doméstico marca Cloralex® cuya fecha de caducidad esté vencida.

NaOCl de uso dental marca VICDENT® cuya fecha de caducidad esté vencida.

CHX 2% marca Consepsis® cuya fecha de caducidad esté vencida.

6.5. Metodología.

6.5.1. Preparación de diluciones de NaOCl de uso doméstico.

Se realizó una dilución 1:1 de NaOCl marca Cloralex® y Clorox® con agua destilada estéril (PiSA), para ello se utilizó una probeta graduada de 100 ml en donde se colocaron 30 ml de NaOCl adicionando otros 30 ml de agua destilada estéril. Los 60 mililitros de la solución NaOCl 1:1 se depositaron en un matraz aforado de 100 ml y se realizó agitación manual para incorporar las dos soluciones (Figura 1).



Figura 1. Preparación de disoluciones de NaOCl de uso doméstico.

6.5.2. Preparación de la dilución de NaOCl de grado reactivo.

A partir de una solución de NaOCl 6% se realizó una dilución al 2% con agua destilada estéril (PiSA), utilizando una formula estequiométrica: $V_1C_1 = V_F C_F$. Para ello se requirió un vaso de precipitado de 25 ml, una micropipeta de 1000 microlitros y un matraz aforado de 100 ml, en donde se colocó el volumen de 33.33 ml de NaOCl al 6% y posteriormente se aforo a 100 ml con agua destilada estéril. Se realizó agitación manual para mezclar correctamente las dos soluciones (Figura 2).



Figura 2. Preparación de disolución de NaOCl grado reactivo.

Después de preparar las soluciones de NaOCl de uso doméstico y grado reactivo, todas las soluciones que se utilizaron en el presente estudio se almacenaron en frascos color azul cobalto. Además a cada solución se le asignó un código para poder llevar a cabo un estudio simple ciego (Figura 3 y Tabla 1).



Figura 3. Almacenamiento de muestras.

Tabla 1. Asignación de códigos a las soluciones desinfectantes.

| |
|-------------------------------------|
| D4 = NaOCl 2 % grado técnico |
| E5 = NaOCl (Vic Dent®) 2% |
| F6 = NaOCl (Cloralex®) 1:1 |
| G7 = NaOCl (Clorox®) 1:1 |
| H8 = CHX 2%(Consepsis) |

6.5.3 Fase experimental 1: Determinación del potencial de Hidrógeno.

Para la lectura del potencial de Hidrógeno de cada una de las soluciones se empleó un potenciómetro PH-80 HM DIGITAL (Figura 4), las lecturas se realizaron por duplicado, obteniendo una media aritmética.



Figura 4: Lectura de potencial de Hidrogeno.

6.5.4 Fase experimental 2: Pruebas de inmersión.

Se utilizaron 5 tubos de ensayo con tapón de rosca a los cuales se les incorporó 3ml de cada una de las soluciones desinfectantes con ayuda de una micropipeta Eppendorf (Figura 5).



Figura 5. Colocación de soluciones desinfectantes en tubos de ensayo.

Después, con pinzas de curación estéril, se colocó a cada tubo de ensayo un CG directamente obtenido del empaque nuevo. Las pruebas de inmersión se realizaron durante un periodo de tiempo de 5 minutos (Figura 6).



Figura 6. Pruebas de inmersión.

Concluido el tiempo de inmersión, las soluciones desinfectantes se decantaron en un recipiente de desechos. Los CG se extrajeron con pinzas de curación, posteriormente fueron secados con gasa estéril sobre un campo de algodón estéril (Figura 7).



Figura 7. Secado de CG

Posteriormente los CG se montaron en un portamuestras de aleación Cu-Zn, para lo cual se requirió de una cinta adhesiva de carbón activado doble cara para su sujeción (Figura 8). Con ayuda de pinzas de curación se colocaron los CG en el portamuestras (Figura 9).



Figura 8. Colocación de cinta adhesiva en portamuestras.

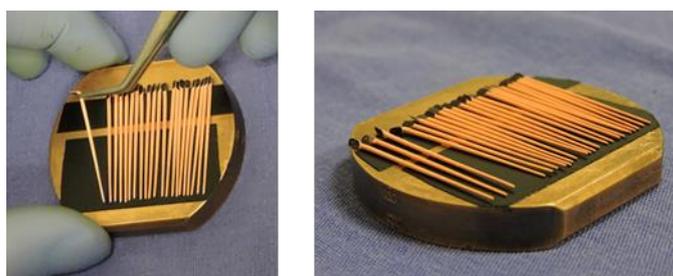


Figura 9. Montaje de CG.

Una vez montados los CG en el portamuestras estos fueron sometidos a un proceso de desecado durante 48 horas en una desecadora *PLATE DEGASSER PD3*, este procedimiento consiste en retirar toda la humedad de las muestras mediante una cámara de vacío equipada con un equipo de bombeo (Figura 10).



Figura 10. Desechado de los CG.

Debido a que la muestra no es conductora de electrones, los CG se sometieron a un proceso de metalizado a través de un bombardeo de iones Cu durante 15 minutos para formar láminas delgadas (método **Sputtering**), esto permite mejorar el flujo de electrones emanados del haz del filamento favoreciendo el análisis topográfico de los CG. Para ello se empleó el equipo Vacuum Coating, modelo s150, marca Sputter Coating (Figura 11).



Figura 11. Metalizado de CG.

Para analizar la topografía de los CG se obtuvieron imágenes a magnitudes de 100x, 250x, 500x y 1000x en el modo de electrones secundarios retrodispersados empleando un microscopio electrónico de barrido de campo de alta resolución *JEOL JSM-7600F* (Figura 12).

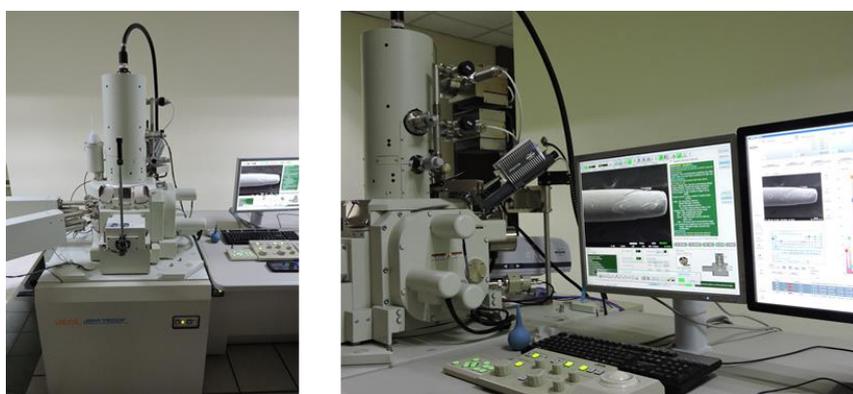


Figura 12. Análisis de CG por MEB.

Se realizaron 4 espectrogramas obtenidos de distintas áreas de la punta de los CG, obteniendo espectros de energía dispersiva (EDS) a través del Microanalizador Bruker Xflash 6130 (Figura 13). Así mismo se obtuvo el porcentaje en peso de los elementos que conforman los CG, estos análisis fueron determinados únicamente en imágenes a 250x.



Figura 13. Microanalizador Bruker Xflash 6130.

6.5.5. Aplicación de encuesta.

Doctores del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales de la U.M.S.N.H. y ENES U.N.A.M. campus Morelia Laboratorio de Microscopia evaluaron microcavidades y rugosidades en imágenes a 1000X obtenidas por MEB, a través de la aplicación de una encuesta (Anexo 2).



6.6. Análisis Bioestadístico.

Para comparar las microcavidades y rugosidades inducidas por las soluciones químicas en los CG, se utilizó la prueba estadística de t student por comparación de medias pareadas, a IC 95% y $\alpha/2=0.05$. Para el procesamiento de estos datos se utilizó la hoja de cálculo Excel.

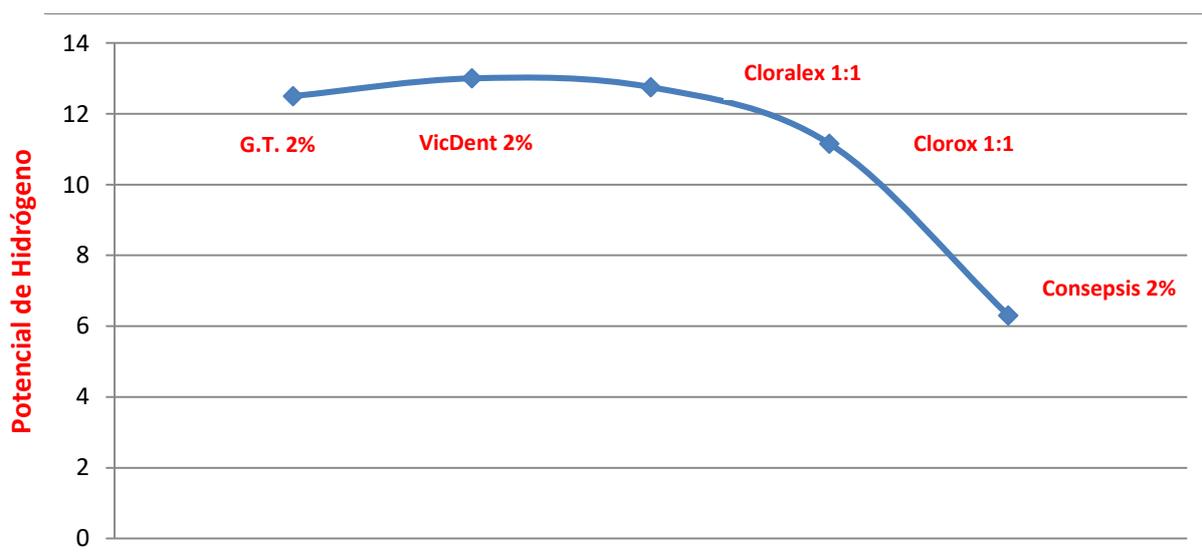
7. Resultados.

7.1. Valores de pH.

Tabla 2. Representa los valores de pH de cada una de las soluciones.

| Código | Soluciones | Lectura 1 | Lectura 2 | Media |
|--------|------------------------|-----------|-----------|-------|
| D 4 | NaOCl 2% grado técnico | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| E 5 | NaOCl (VicDent®) 2% | 13 | 13 | 13 |
| F 6 | NaOCl (Cloralex®) 1:1 | 12.8 | 12.7 | 12.75 |
| G 7 | NaOCl (Clorox®) 1:1 | 11.5 | 10.8 | 11.15 |
| H8 | CHX (Consepsis®) 2% | 6.3 | 6.3 | 6.3 |

Representación gráfica de pH.



7.2. Resultados del análisis topográfico de los CG por MEB.

7.2.1. CG en condiciones de recibido

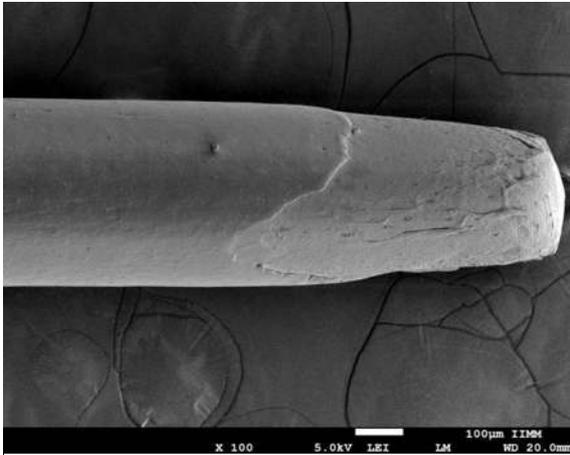


Imagen 1. Punta del CG a magnitud de 100X

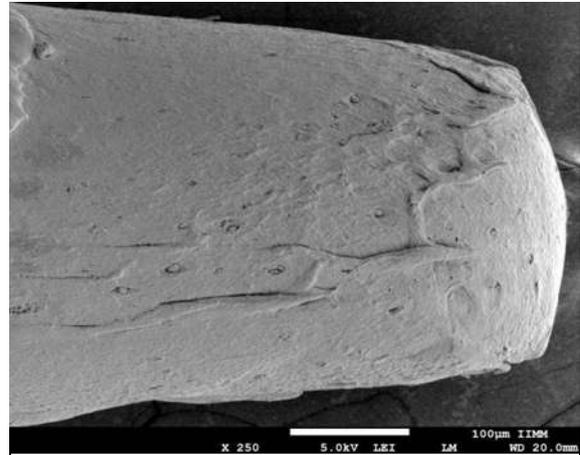


Imagen 2. Punta del CG a magnitud de 250X

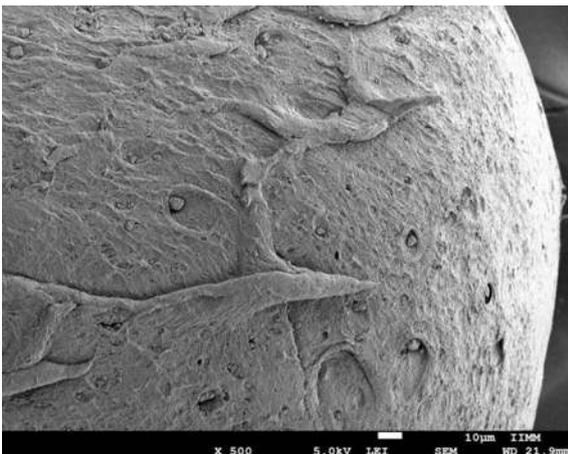


Imagen 3. Punta del CG a magnitud de 500X

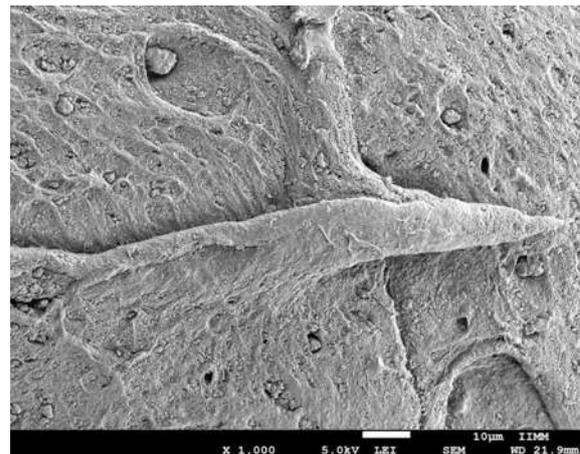


Imagen 4. Punta del CG a magnitud de 1000X

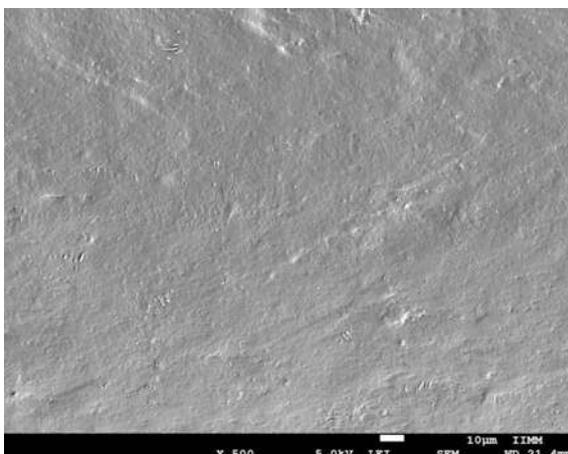


Imagen 5. Parte media del CG a magnitud de 500X

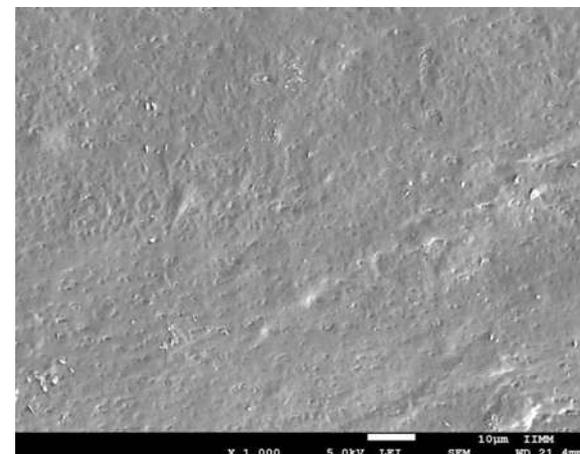


Imagen 6. Parte media del CG a magnitud de 1000X

7.2.2. CG inmersos en NaOCI 2% grado técnico.

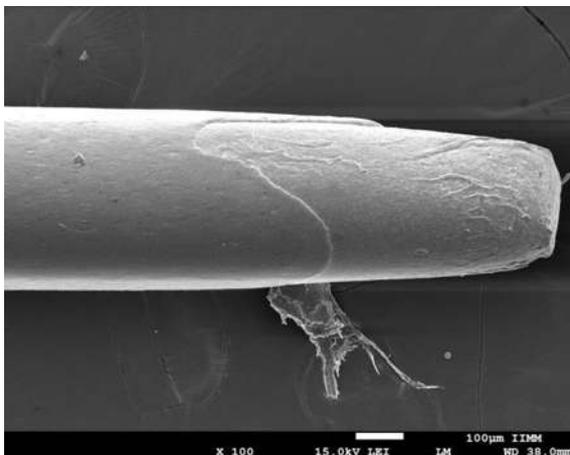


Imagen 1. Punta del CG a magnitud de 100X

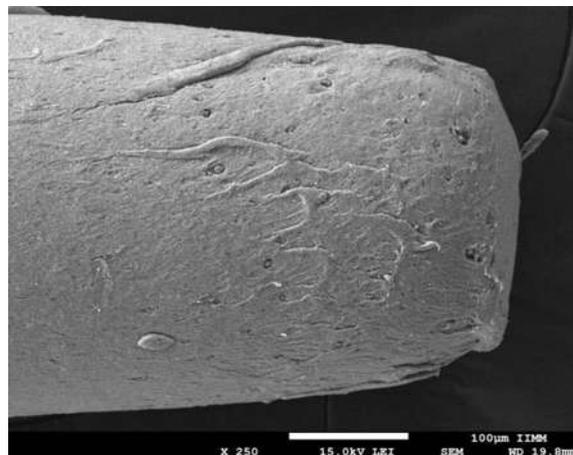


Imagen 2. Punta del CG a magnitud de 250X

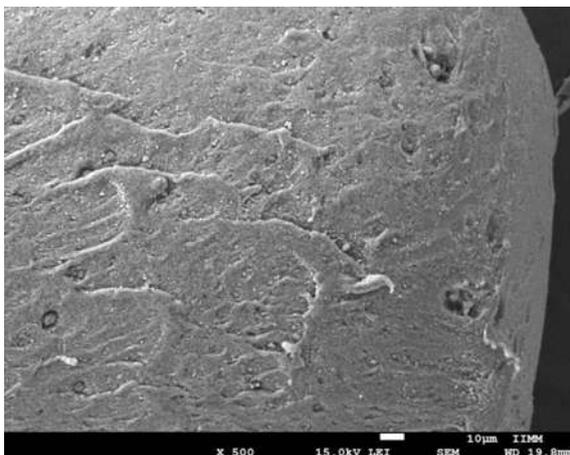


Imagen 3. Punta del CG a magnitud de 500X

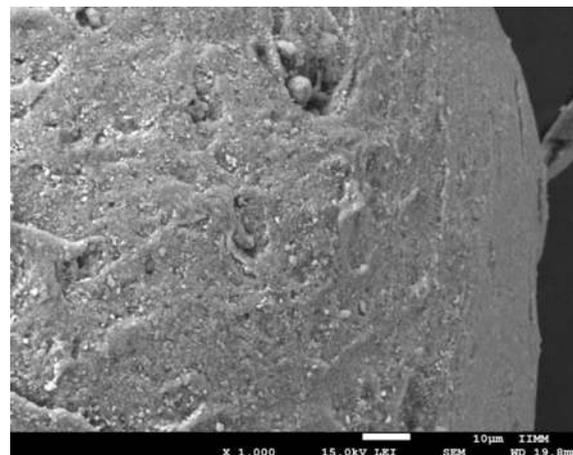


Imagen 4. Punta del CG a magnitud de 1000X

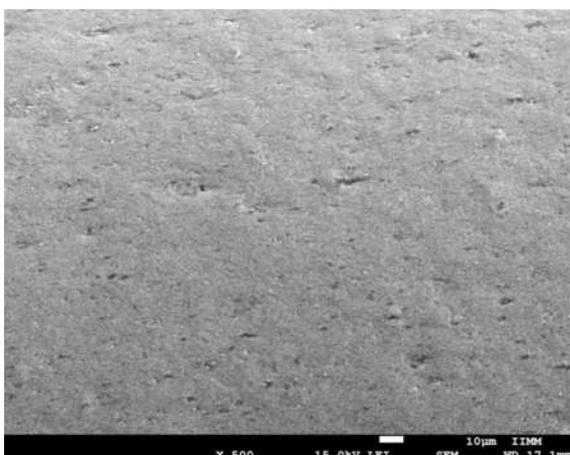


Imagen 5. Parte media del CG a magnitud de 500X

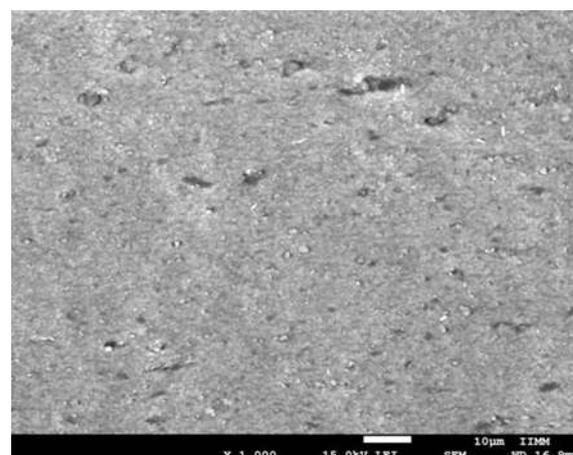


Imagen 6. Parte media del CG a magnitud de 1000X

7.2.3. CG inmerso en NaOCl 2% VicDent® (uso dental).

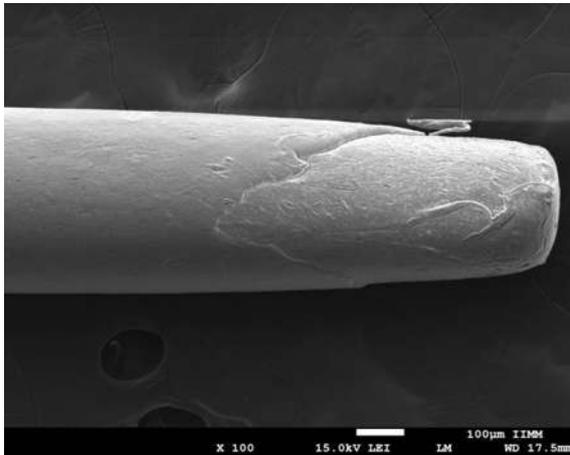


Imagen 1. Punta del CG a magnitud de 100X

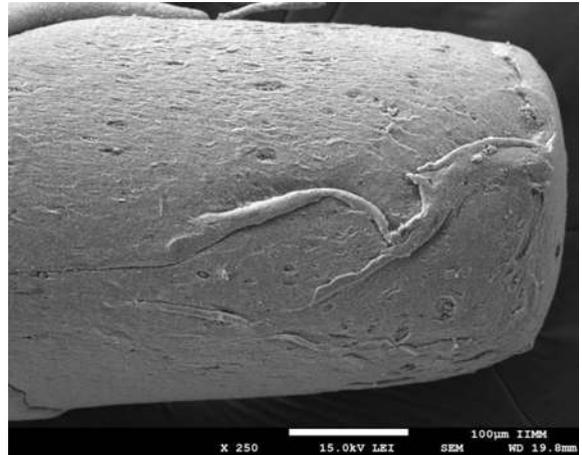


Imagen 2. Punta del CG a magnitud de 250X

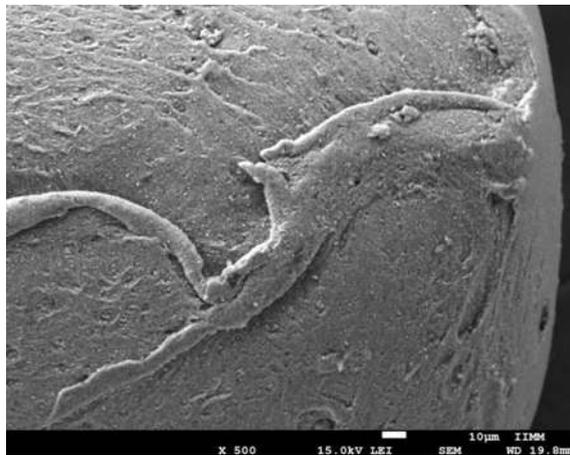


Imagen 3. Punta del CG a magnitud de 500X

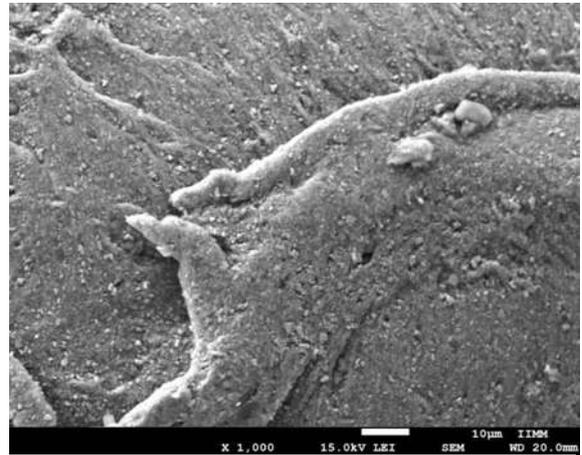


Imagen 4. Punta del CG a magnitud de 1000X

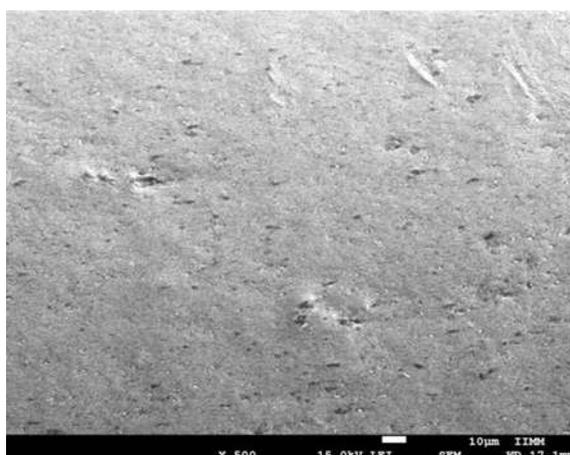


Imagen 5. Parte media del CG a magnitud de 500X

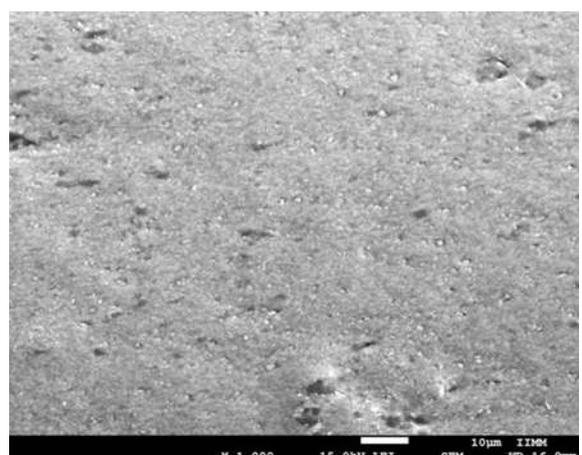


Imagen 6. Parte media del CG a magnitud de 1000X

7.2.4. CG inmerso en NaOCl Cloralex® 1:1 (uso doméstico).

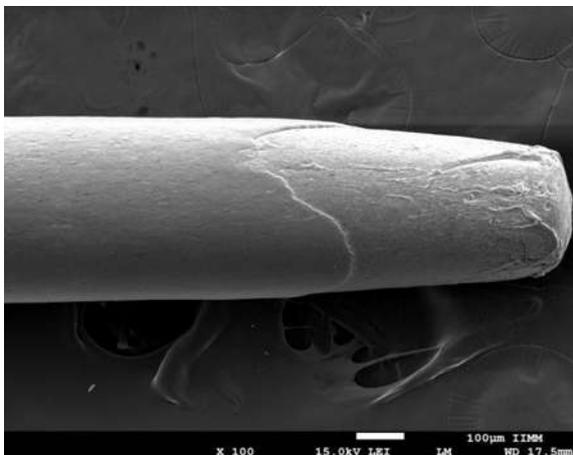


Imagen 1. Punta del CG a magnitud de 100X

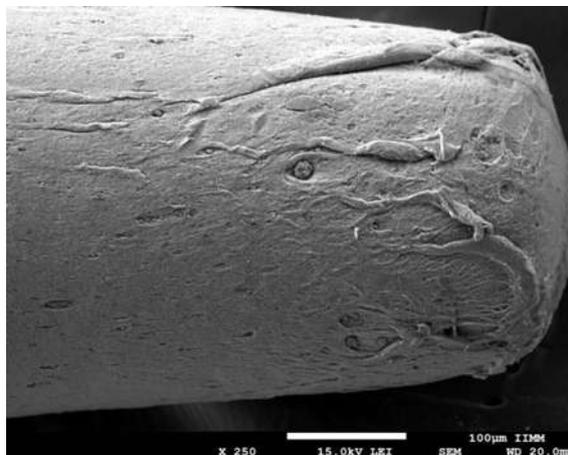


Imagen 2. Punta del CG a magnitud de 250X

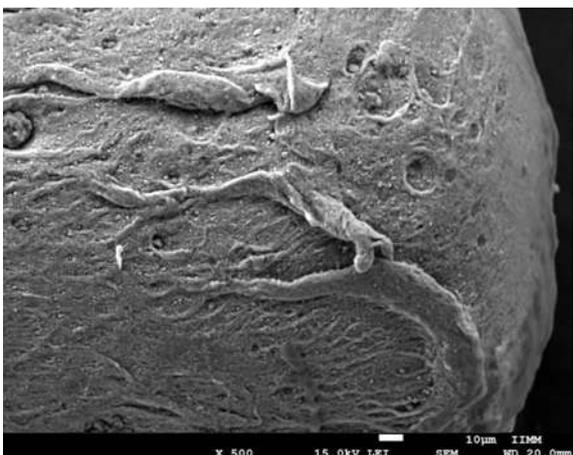


Imagen 3. Punta del CG a magnitud de 500X



Imagen 4. Punta del CG a magnitud de 1000X

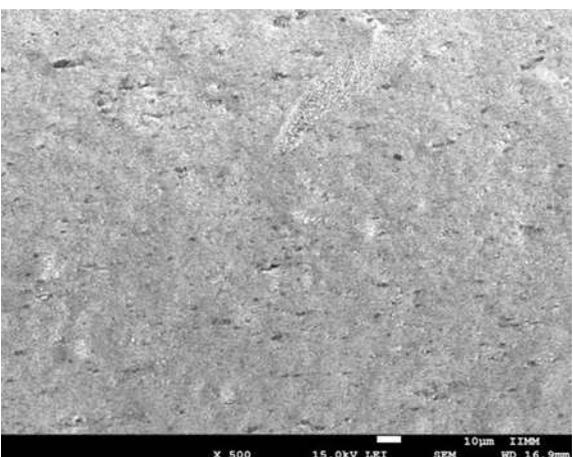


Imagen 5. Parte media del CG a magnitud de 500X

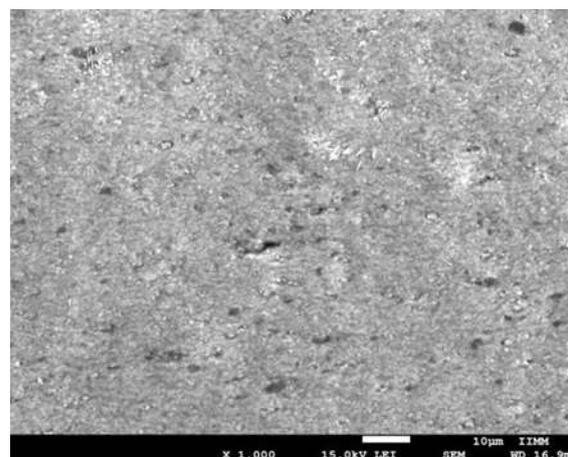


Imagen 6. Parte media del CG a magnitud de 1000X

7.2.5. CG inmerso en NaOCl Clorox® 1:1 (uso doméstico).

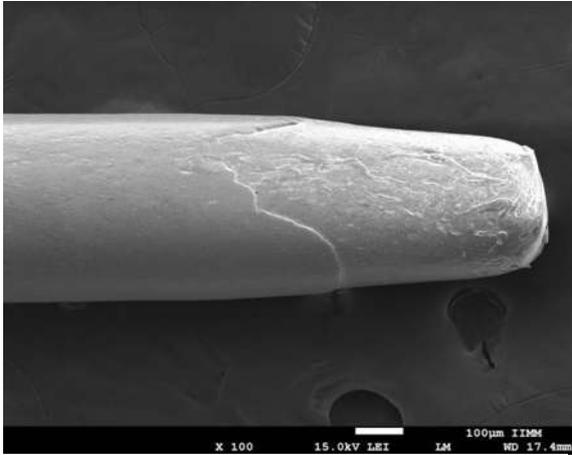


Imagen 1. Punta del CG a magnitud de 100X

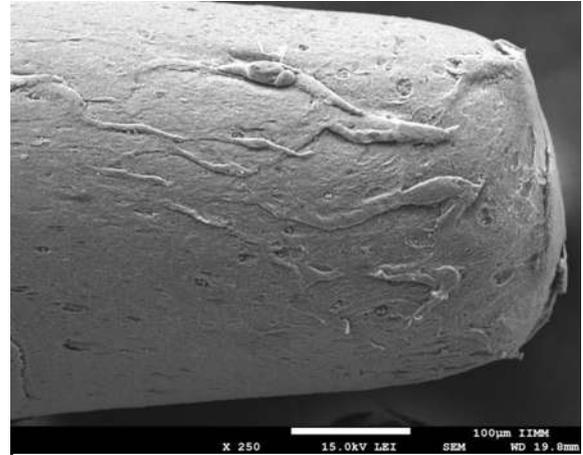


Imagen 2. Punta del CG a magnitud de 250X

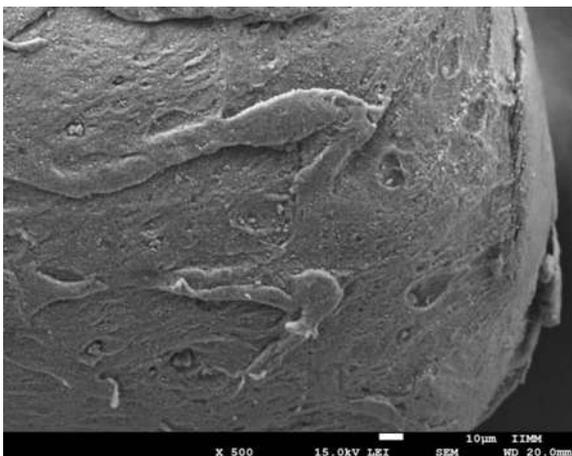


Imagen 3. Punta del CG a magnitud de 500X

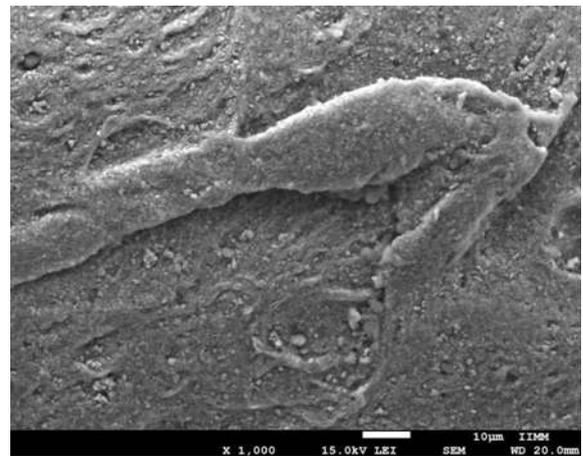


Imagen 4. Punta del CG a magnitud de 1000X

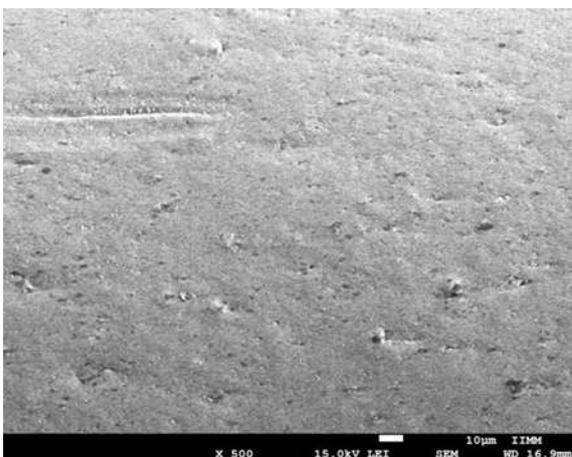


Imagen 5. Parte media del CG a magnitud de 500X

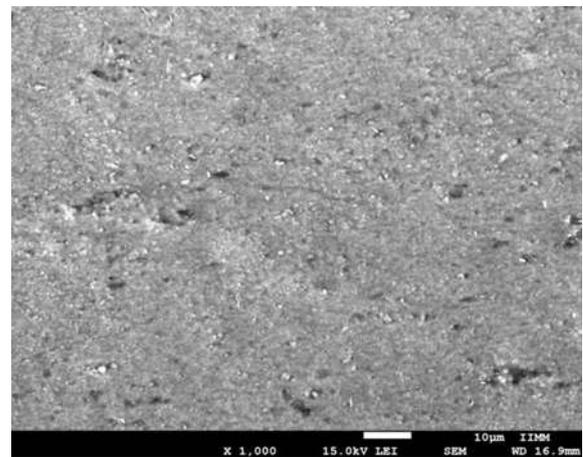


Imagen 6. Parte media del CG a magnitud de 1000X

7.2.6. CG inmerso en CHX 2% Consepsis®

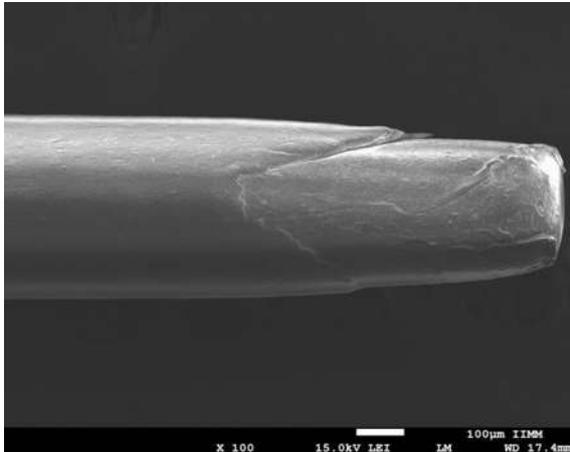


Imagen 1. Punta del CG a magnitud de 100X

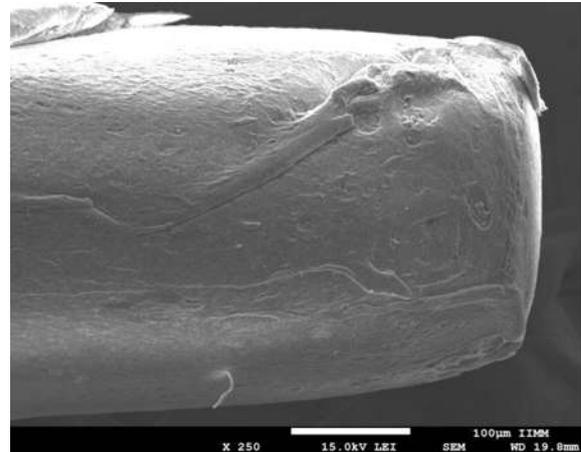


Imagen 2. Punta del CG a magnitud de 250X

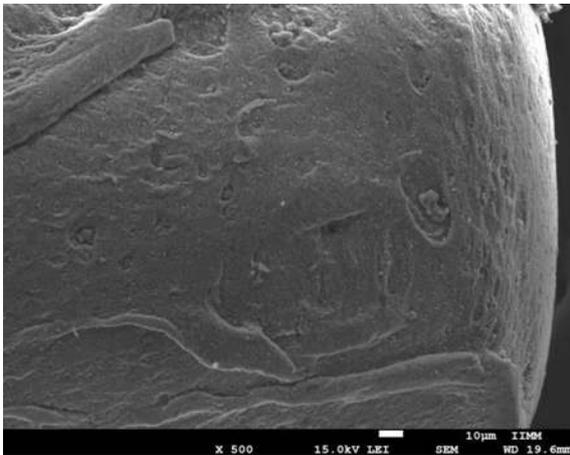


Imagen 3. Punta del CG a magnitud de 500X



Imagen 4. Punta del CG a magnitud de 1000X

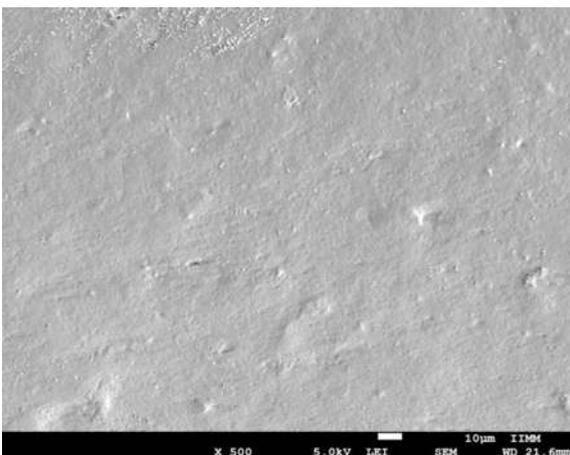


Imagen 5. Parte media del CG a magnitud de 500X

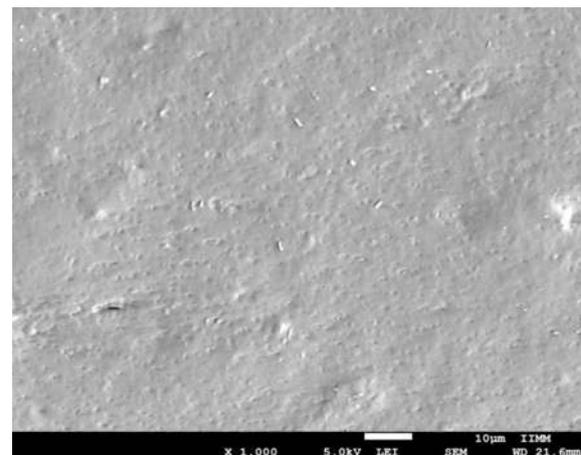
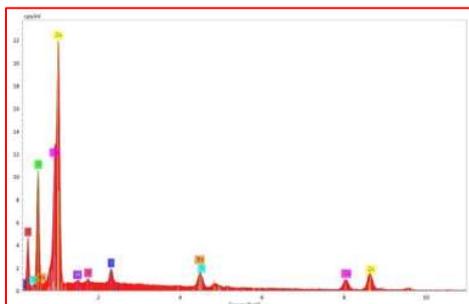


Imagen 6. Parte media del CG a magnitud de 1000X

7.3. Espectros de energía dispersiva (EDS) que expresan los porcentajes en peso de los elementos detectados en la superficie de los CG.

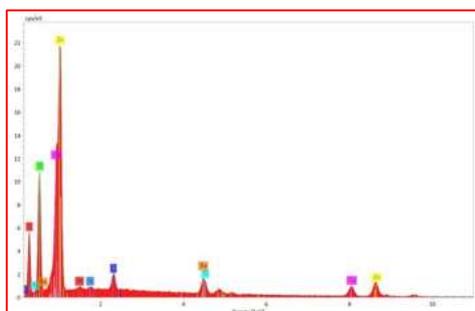
7.3.1. EDS del CG en condiciones de recibido



Espectrograma del área #1

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|-----------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbon | 6 | 8355 | 16,1670564 | 22,211742 | 42,2612177 |
| Oxygen | 8 | 20585 | 20,5327347 | 28,2096997 | 40,2933448 |
| Sulfur | 16 | 3919 | 1,17484889 | 1,61411204 | 1,15034323 |
| Titanium | 22 | 2907 | 1,76009394 | 2,41817382 | 1,1541757 |
| Zinc | 30 | 7826 | 28,3852329 | 38,9981611 | 13,6292308 |
| Barium | 56 | 5285 | 4,30174769 | 5,91012412 | 0,98348952 |
| Aluminium | 13 | 534 | 0,19846126 | 0,27266375 | 0,23094003 |
| Silicon | 14 | 839 | 0,26590464 | 0,36532348 | 0,29725829 |
| Sum | | | 72,7860805 | 100 | 100 |

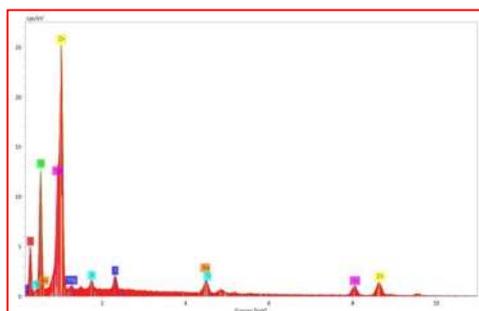
Porcentaje en peso de los elementos del área #1



Espectrograma del área #2

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|-----------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbon | 6 | 10234 | 17,7146878 | 25,6788771 | 45,7727822 |
| Oxygen | 8 | 20796 | 20,3940157 | 29,5627803 | 39,5596125 |
| Sulfur | 16 | 4254 | 1,18503874 | 1,71780979 | 1,14694009 |
| Titanium | 22 | 2849 | 1,70483699 | 2,47129954 | 1,10504941 |
| Zinc | 30 | 6681 | 23,2248143 | 33,6662526 | 11,0228498 |
| Barium | 56 | 5490 | 4,41224168 | 6,39590228 | 0,99711867 |
| Silicon | 14 | 498 | 0,14855307 | 0,21533972 | 0,16415437 |
| Aluminium | 13 | 581 | 0,20125725 | 0,29173872 | 0,23149296 |
| Sum | | | 68,9854455 | 100 | 100 |

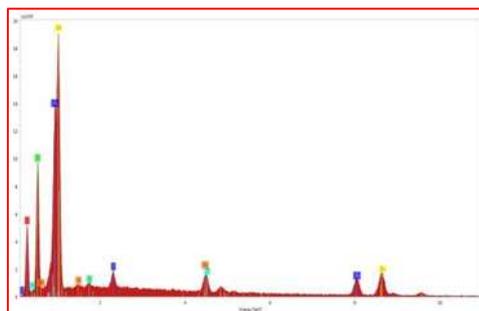
Porcentaje en peso de los elementos del área #2



Espectrograma del área #3

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|-----------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbon | 6 | 9337 | 15,9873217 | 22,5540319 | 40,8530584 |
| Oxygen | 8 | 25147 | 22,5638921 | 31,8318947 | 43,2850921 |
| Magnesium | 12 | 1266 | 0,56637987 | 0,79901749 | 0,71522092 |
| Silicon | 14 | 2405 | 0,73167651 | 1,03220887 | 0,79958562 |
| Sulfur | 16 | 4283 | 1,14321024 | 1,61277797 | 1,09423184 |
| Titanium | 22 | 2739 | 1,68611266 | 2,37867476 | 1,08083768 |
| Zinc | 30 | 7372 | 23,8660368 | 33,6688887 | 11,2020368 |
| Barium | 56 | 5251 | 4,33990998 | 6,12250567 | 0,96993656 |
| Sum | | | 70,8845399 | 100 | 100 |

Porcentaje en peso de los elementos del área #3

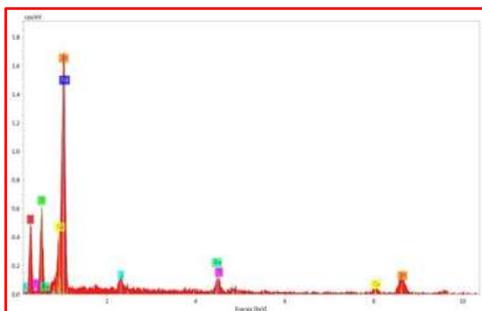


Espectrograma del área #4

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|-----------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbon | 6 | 6241 | 16,7842942 | 24,1067626 | 46,0726756 |
| Oxygen | 8 | 12247 | 17,4562571 | 25,071882 | 35,972196 |
| Sulfur | 16 | 2371 | 1,08299434 | 1,55547128 | 1,11352743 |
| Titanium | 22 | 2036 | 1,76001707 | 2,52785808 | 1,21194317 |
| Zinc | 30 | 5733 | 28,3031985 | 40,6510085 | 14,2706481 |
| Barium | 56 | 3346 | 3,88022617 | 5,57304882 | 0,93156066 |
| Aluminium | 13 | 273 | 0,15329548 | 0,22017356 | 0,18731913 |
| Silicon | 14 | 429 | 0,20455442 | 0,29379518 | 0,24012989 |
| Sum | | | 69,6248372 | 100 | 100 |

Porcentaje en peso de los elementos del área #4

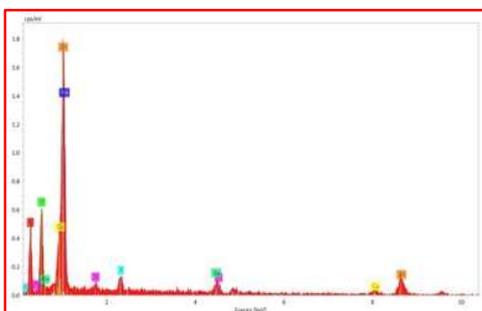
7.3.2. EDS del CG inmerso en NaOCl 2% grado técnico.



Espectrograma del área #1

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|---------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbono | 6 | 904 | 26,5322502 | 29,2402888 | 52,2966642 |
| Oxígeno | 8 | 1152 | 19,8295871 | 21,8535122 | 29,3419549 |
| Sodio | 11 | 455 | 3,35452888 | 3,69691197 | 3,45442668 |
| Azufre | 16 | 236 | 1,27801215 | 1,40845364 | 0,94355944 |
| Titán | 22 | 237 | 2,40637398 | 2,65198277 | 1,18983859 |
| Zinc | 30 | 597 | 33,4118547 | 36,8220665 | 12,0967392 |
| Bario | 56 | 288 | 3,92606649 | 4,3267841 | 0,67681707 |
| | | Sum | 90,7386735 | 100 | 100 |

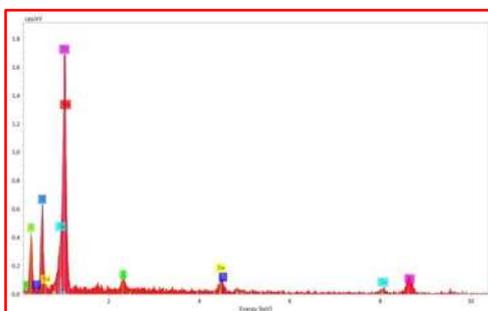
Porcentaje en peso de los elementos del área #1



Espectrograma del área #2

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|---------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbono | 6 | 846 | 25,7006497 | 28,3208454 | 51,4109598 |
| Oxígeno | 8 | 1190 | 20,2302609 | 22,2927474 | 30,3800555 |
| Sodio | 11 | 324 | 2,01961946 | 2,22552079 | 2,11069604 |
| Silicio | 14 | 108 | 0,64474384 | 0,71047583 | 0,55156388 |
| Azufre | 16 | 311 | 1,78294932 | 1,96472201 | 1,33593395 |
| Titán | 22 | 158 | 1,63949366 | 1,80664095 | 0,82270924 |
| Zinc | 30 | 607 | 34,3517659 | 37,8539477 | 12,6220096 |
| Bario | 56 | 316 | 4,37869007 | 4,82509997 | 0,76607195 |
| | | Sum | 90,7481729 | 100 | 100 |

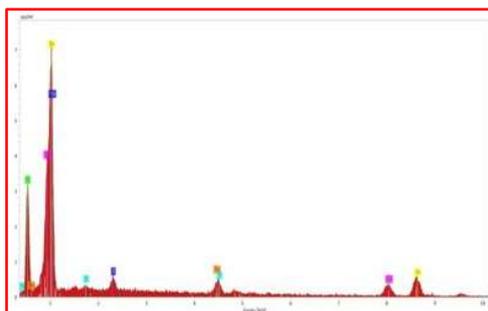
Porcentaje en peso de los elementos del área #2



Espectrograma del área #3

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|---------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbono | 6 | 801 | 25,3264253 | 27,9110363 | 50,4790857 |
| Oxígeno | 8 | 1169 | 21,2507561 | 23,4194371 | 31,7970948 |
| Sodio | 11 | 324 | 2,56807402 | 2,83015097 | 2,674174 |
| Azufre | 16 | 217 | 1,20600027 | 1,32907495 | 0,90036658 |
| Titán | 22 | 186 | 2,15502129 | 2,37494541 | 1,0774923 |
| Zinc | 30 | 556 | 33,4067504 | 36,8159743 | 12,2303714 |
| Bario | 56 | 310 | 4,82679689 | 5,31938091 | 0,8414152 |
| | | Sum | 90,7398243 | 100 | 100 |

Porcentaje en peso de los elementos del área #3

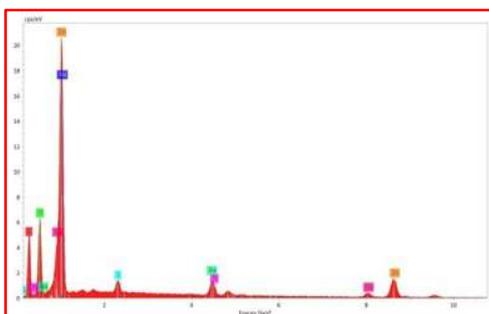


Espectrograma del área #4

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|----------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Oxygen | 8 | 4041 | 19,2438393 | 28,4930372 | 61,8814025 |
| Sulfur | 16 | 753 | 1,41396778 | 2,09356542 | 2,2686466 |
| Titanium | 22 | 605 | 2,26356499 | 3,35150592 | 2,43226533 |
| Zinc | 30 | 1937 | 39,6870109 | 58,7618438 | 31,2254838 |
| Barium | 56 | 934 | 4,69352332 | 6,94937909 | 1,75835145 |
| Sodium | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Silicon | 14 | 144 | 0,2368372 | 0,35066864 | 0,43385027 |
| | | Sum | 67,5387435 | 100 | 100 |

Porcentaje en peso de los elementos del área #4

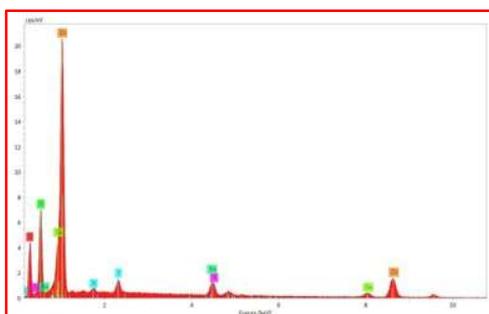
7.3.3. EDS del CG inmerso en NaOCl 2% VicDent® (uso dental).



Espectrograma del área #1

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|---------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbono | 6 | 9538 | 26,7484427 | 27,4109308 | 52,2011172 |
| Oxígeno | 8 | 12419 | 19,0885769 | 19,5613503 | 27,9659977 |
| Sodio | 11 | 3314 | 2,51694145 | 2,57927942 | 2,56624992 |
| Azufre | 16 | 3061 | 1,29070973 | 1,32267719 | 0,94350511 |
| Titán | 22 | 2064 | 1,89466506 | 1,94159089 | 0,92755307 |
| Zinc | 30 | 7887 | 40,1348136 | 41,1288466 | 14,3870043 |
| Bario | 56 | 4785 | 5,90897516 | 6,05532482 | 1,0085727 |
| | | Sum | 97,5831246 | 100 | 100 |

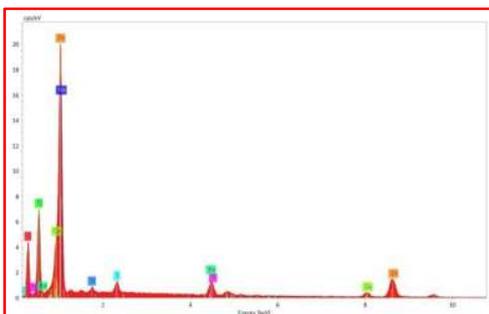
Porcentaje en peso de los elementos del área #1



Espectrograma del área #2

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|---------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbono | 6 | 8297 | 23,861929 | 24,9980749 | 48,8176674 |
| Oxígeno | 8 | 13943 | 20,9517426 | 21,9493248 | 32,1785963 |
| Azufre | 16 | 3124 | 1,42043594 | 1,48806762 | 1,08849767 |
| Titán | 22 | 2175 | 2,04621073 | 2,14363764 | 1,05013917 |
| Zinc | 30 | 8116 | 41,277717 | 43,2430865 | 15,511542 |
| Bario | 56 | 4330 | 5,46829402 | 5,72865769 | 0,97844649 |
| Silicio | 14 | 868 | 0,42873727 | 0,44915088 | 0,37511093 |
| | | Sum | 95,4550666 | 100 | 100 |

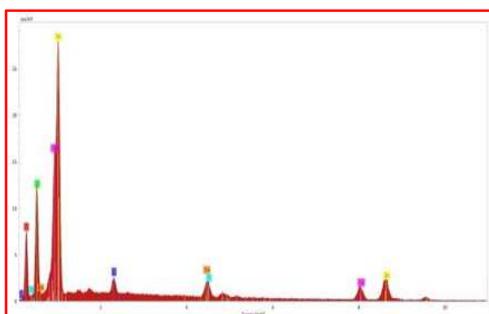
Porcentaje en peso de los elementos del área #2



Espectrograma del área #3

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|---------|---------|-------|-------------|----------------|-------------|
| Carbono | 6 | 8232 | 23,96715728 | 24,63851513 | 48,04042168 |
| Oxígeno | 8 | 13694 | 20,64917537 | 21,22759131 | 31,07194706 |
| Sodio | 11 | 2910 | 2,284223272 | 2,348207966 | 2,392067207 |
| Silicio | 14 | 1078 | 0,552502821 | 0,567979296 | 0,473611012 |
| Azufre | 16 | 2650 | 1,236546951 | 1,27118458 | 0,928400305 |
| Titán | 22 | 2158 | 2,013888768 | 2,070300966 | 1,012630001 |
| Zinc | 30 | 8020 | 41,0458895 | 42,19564956 | 15,11220326 |
| Bario | 56 | 4406 | 5,525785241 | 5,680571196 | 0,968719482 |
| | | Sum | 97,27516919 | 100 | 100 |

Porcentaje en peso de los elementos del área #3

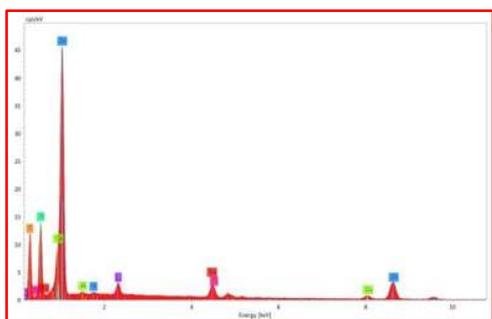


Espectrograma del área #4

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|----------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Oxygen | 8 | 16097 | 17,9895011 | 26,8388841 | 60,2462358 |
| Sulfur | 16 | 3413 | 1,43517829 | 2,14117021 | 2,39814568 |
| Titanium | 22 | 2253 | 2,00462319 | 2,99073605 | 2,24332968 |
| Zinc | 30 | 8153 | 38,9937115 | 58,1754714 | 31,9519768 |
| Barium | 56 | 5196 | 6,22034492 | 9,28025274 | 2,42696516 |
| Silicon | 14 | 778 | 0,38439443 | 0,57348547 | 0,73334683 |
| | | Sum | 67,0277534 | 100 | 100 |

Porcentaje en peso de los elementos del área #4

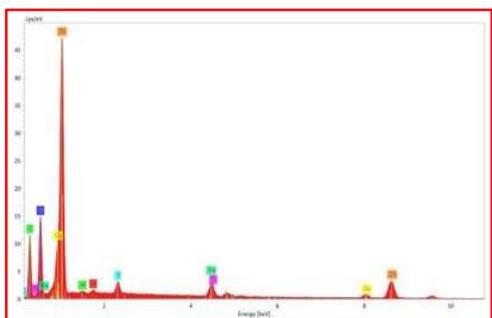
7.3.4. EDS del CG inmerso en NaOCl Cloralex® 1:1 (uso doméstico).



Espectrograma del área #1

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|----------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbono | 6 | 22396 | 27,9060928 | 29,2726595 | 54,6379282 |
| Oxígeno | 8 | 26723 | 19,0218537 | 19,9533575 | 27,9591199 |
| Azufre | 16 | 6478 | 1,29187298 | 1,35513624 | 0,94743491 |
| Titán | 22 | 4878 | 2,04783462 | 2,14811747 | 1,00580802 |
| Zinc | 30 | 17127 | 39,4302264 | 41,3611321 | 14,1805243 |
| Bario | 56 | 9208 | 5,19078798 | 5,44498186 | 0,88887814 |
| Aluminio | 13 | 1108 | 0,2754244 | 0,28891199 | 0,2400546 |
| Silicio | 14 | 791 | 0,16750069 | 0,17570323 | 0,14025192 |
| Sum | | | 95,3315936 | 100 | 100 |

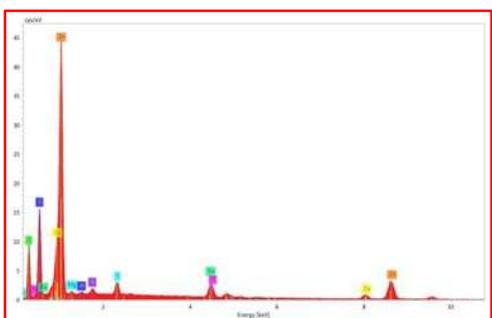
Porcentaje en peso de los elementos del área #1



Espectrograma del área #2

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|----------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbono | 6 | 21885 | 27,7666234 | 28,1777453 | 52,9094013 |
| Oxígeno | 8 | 29145 | 20,6802514 | 20,9864501 | 29,5829215 |
| Azufre | 16 | 6652 | 1,30418712 | 1,32349735 | 0,93085934 |
| Titán | 22 | 4627 | 1,92221983 | 1,95068086 | 0,91883569 |
| Zinc | 30 | 17365 | 40,8135906 | 41,4178902 | 14,2850712 |
| Bario | 56 | 9863 | 5,50620712 | 5,58773385 | 0,91764788 |
| Silicio | 14 | 1347 | 0,28441476 | 0,2886259 | 0,2317709 |
| Aluminio | 13 | 1063 | 0,26347532 | 0,26737643 | 0,22349209 |
| Sum | | | 98,5409696 | 100 | 100 |

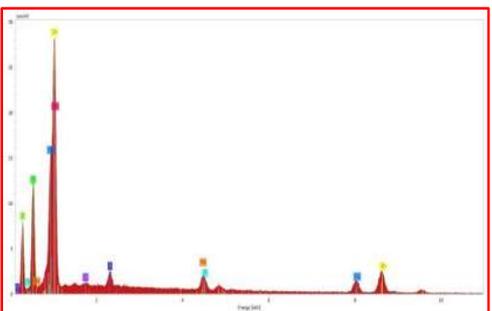
Porcentaje en peso de los elementos del área #2



Espectrograma del área #3

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|----------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbono | 6 | 17574 | 23,4816831 | 24,6242107 | 47,8375591 |
| Oxígeno | 8 | 30892 | 21,3884903 | 22,4291712 | 32,7111182 |
| Azufre | 16 | 6463 | 1,37137184 | 1,43809747 | 1,04647629 |
| Titán | 22 | 4593 | 1,93813712 | 2,03243935 | 0,99048822 |
| Zinc | 30 | 17033 | 40,3396652 | 42,3024367 | 15,095236 |
| Bario | 56 | 9492 | 5,3804959 | 5,64228995 | 0,9586848 |
| Silicio | 14 | 2721 | 0,611309 | 0,64105292 | 0,53259561 |
| Aluminio | 13 | 1018 | 0,26920545 | 0,28230395 | 0,24413839 |
| Magnesio | 12 | 1711 | 0,57978758 | 0,6079978 | 0,58370342 |
| Sum | | | 95,3601455 | 100 | 100 |

Porcentaje en peso de los elementos del área #3

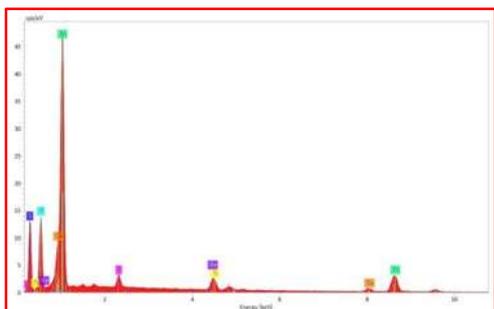


Espectrograma del área #4

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|----------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Oxygen | 8 | 15568 | 17,5486742 | 25,5814906 | 58,9320519 |
| Sulfur | 16 | 3266 | 1,36361765 | 1,9878067 | 2,28485569 |
| Titanium | 22 | 2024 | 1,85523072 | 2,70445316 | 2,08187541 |
| Zinc | 30 | 8542 | 41,0036832 | 59,7729109 | 33,6916655 |
| Barium | 56 | 5355 | 6,60567437 | 9,62938826 | 2,5844176 |
| Silicon | 14 | 460 | 0,22222702 | 0,32395031 | 0,42513382 |
| Sodium | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sum | | | 68,5991071 | 100 | 100 |

Porcentaje en peso de los elementos del área #4

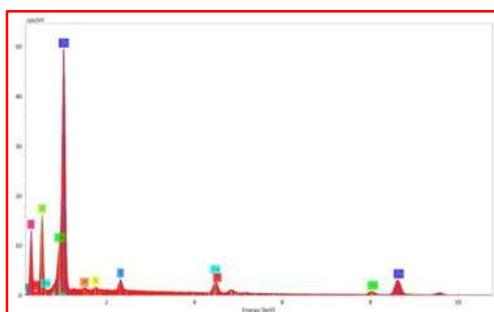
7.3.5. EDS del CG inmerso en NaOCl Clorox® 1:1 (uso doméstico).



Espectrograma del área #1

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|---------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbono | 6 | 23825 | 29,5236861 | 30,3165776 | 55,5915354 |
| Oxígeno | 8 | 27184 | 19,8270813 | 20,3595597 | 28,0267248 |
| Azufre | 16 | 6676 | 1,32212547 | 1,35763262 | 0,93249205 |
| Titán | 22 | 4624 | 1,91097555 | 1,96229693 | 0,90264763 |
| Zinc | 30 | 16720 | 39,5662516 | 40,6288475 | 13,6845597 |
| Bario | 56 | 9426 | 5,23450706 | 5,37508559 | 0,86204041 |
| | | Sum | 97,3846271 | 100 | 100 |

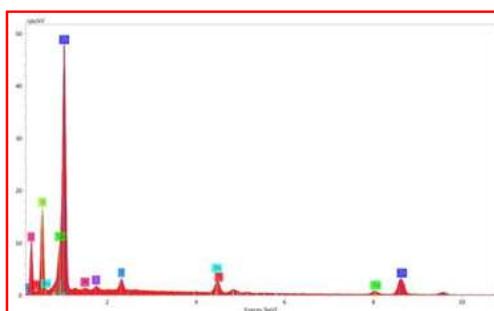
Porcentaje en peso de los elementos del área #1



Espectrograma del área #2

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|----------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbono | 6 | 24429 | 28,3267225 | 29,6674477 | 53,6116368 |
| Oxígeno | 8 | 31937 | 21,501113 | 22,5187769 | 30,5491514 |
| Azufre | 16 | 6700 | 1,29935173 | 1,36085103 | 0,92113619 |
| Titán | 22 | 4340 | 1,81640351 | 1,90237526 | 0,86238282 |
| Zinc | 30 | 16558 | 36,4830212 | 38,2097903 | 12,6829817 |
| Bario | 56 | 9775 | 5,49336234 | 5,75336734 | 0,90931579 |
| Silicio | 14 | 1387 | 0,27548893 | 0,28852803 | 0,22297897 |
| Aluminio | 13 | 1231 | 0,2853573 | 0,29886348 | 0,24041644 |
| | | Sum | 95,4808204 | 100 | 100 |

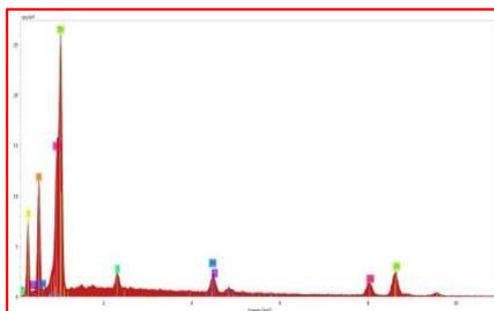
Porcentaje en peso de los elementos del área #2



Espectrograma del área #3

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|----------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbono | 6 | 19112 | 25,0771136 | 25,6064725 | 48,9372627 |
| Oxígeno | 8 | 32287 | 22,5051413 | 22,9802077 | 32,9700298 |
| Azufre | 16 | 6708 | 1,3922909 | 1,4216811 | 1,01771574 |
| Titán | 22 | 4465 | 1,9042366 | 1,94443359 | 0,93219777 |
| Zinc | 30 | 17128 | 40,8340883 | 41,6960649 | 14,6370252 |
| Bario | 56 | 9702 | 5,5638596 | 5,68130845 | 0,94962477 |
| Silicio | 14 | 1954 | 0,40167783 | 0,41015694 | 0,33522546 |
| Aluminio | 13 | 1052 | 0,2543066 | 0,25967481 | 0,22091855 |
| | | Sum | 97,9327147 | 100 | 100 |

Porcentaje en peso de los elementos del área #3

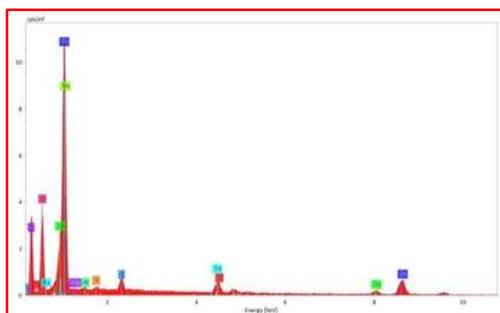


Espectrograma del área #4

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|----------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Oxygen | 8 | 14580 | 17,2437466 | 24,9058086 | 58,0419873 |
| Sulfur | 16 | 3169 | 1,42440825 | 2,0573278 | 2,39223604 |
| Titanium | 22 | 2244 | 2,04726926 | 2,95694998 | 2,30268833 |
| Zinc | 30 | 8450 | 42,2688465 | 61,050526 | 34,8115528 |
| Barium | 56 | 5091 | 6,2515726 | 9,02938753 | 2,45153555 |
| | | Sum | 69,2358433 | 100 | 100 |

Porcentaje en peso de los elementos del área #4

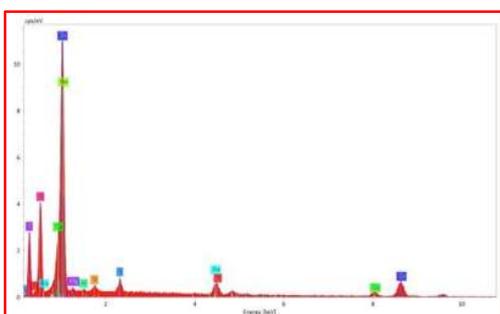
7.3.6. EDS del CG inmerso en CHX 2% Consepsis®.



Espectrograma del área #1

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|----------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbono | 6 | 6148 | 31,2789537 | 32,1791721 | 55,7314498 |
| Oxígeno | 8 | 6711 | 20,9422259 | 21,5449499 | 28,0121494 |
| Sodio | 11 | 1833 | 2,38395385 | 2,45256481 | 2,21916966 |
| Azufre | 16 | 1622 | 1,30822368 | 1,34587478 | 0,87310105 |
| Titán | 22 | 953 | 1,7211415 | 1,7706765 | 0,76928936 |
| Zinc | 30 | 3350 | 33,8649608 | 34,8396053 | 11,0832347 |
| Bario | 56 | 2084 | 5,05810162 | 5,20367542 | 0,78822358 |
| Silicio | 14 | 260 | 0,22207605 | 0,22846747 | 0,16921812 |
| Aluminio | 13 | 209 | 0,20781797 | 0,21379904 | 0,1648328 |
| Magnesio | 12 | 171 | 0,21502616 | 0,22121468 | 0,18933153 |
| Sum | | | 97,2024813 | 100 | 100 |

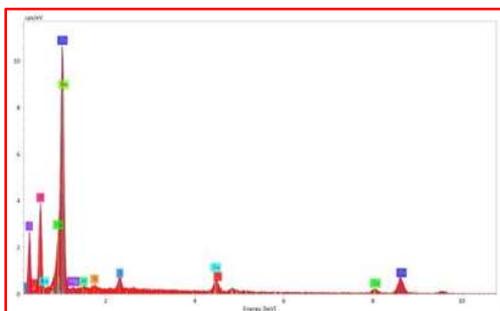
Porcentaje en peso de los elementos del área #1



Espectrograma del área #2

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|----------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbono | 6 | 5267 | 26,4052221 | 28,0675042 | 49,718276 |
| Oxígeno | 8 | 8237 | 23,4253877 | 24,900081 | 33,112235 |
| Sodio | 11 | 1436 | 2,03055011 | 2,15837888 | 1,99748942 |
| Azufre | 16 | 1561 | 1,27524295 | 1,35552304 | 0,89940137 |
| Titán | 22 | 999 | 1,71916581 | 1,82739207 | 0,8120243 |
| Zinc | 30 | 3397 | 32,6239284 | 34,6776953 | 11,283149 |
| Bario | 56 | 2181 | 5,03635747 | 5,35341017 | 0,82938568 |
| Silicio | 14 | 669 | 0,61699973 | 0,65584157 | 0,49683046 |
| Aluminio | 13 | 281 | 0,30143199 | 0,32040797 | 0,25265507 |
| Magnesio | 12 | 475 | 0,64327017 | 0,68376581 | 0,5985538 |
| Sum | | | 94,0775564 | 100 | 100 |

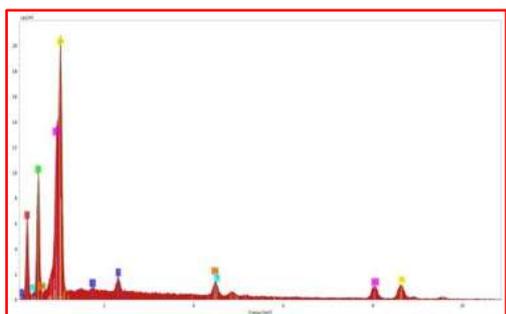
Porcentaje en peso de los elementos del área #2



Espectrograma del área #3

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|----------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbono | 6 | 4903 | 26,2091767 | 27,5533342 | 49,5957511 |
| Oxígeno | 8 | 7648 | 22,8823106 | 24,0558472 | 32,5062177 |
| Sodio | 11 | 1515 | 2,47945695 | 2,60661778 | 2,45127596 |
| Azufre | 16 | 1466 | 1,16168259 | 1,22126036 | 0,82340396 |
| Titán | 22 | 1021 | 1,81634244 | 1,90949494 | 0,86221157 |
| Zinc | 30 | 3439 | 34,647598 | 36,4245263 | 12,042927 |
| Bario | 56 | 2040 | 4,87742059 | 5,1275628 | 0,80722582 |
| Silicio | 14 | 407 | 0,43601113 | 0,45837229 | 0,35284639 |
| Aluminio | 13 | 119 | 0,1488095 | 0,15644131 | 0,12535284 |
| Magnesio | 12 | 291 | 0,46280737 | 0,48654279 | 0,43278769 |
| Sum | | | 95,1216159 | 100 | 100 |

Porcentaje en peso de los elementos del área #3



Espectrograma del área #4

| Element | At. No. | Netto | Mass [%] | Mass Norm. [%] | Atom [%] |
|----------|---------|-------|------------|----------------|------------|
| Carbon | 6 | 7687 | 21,3989122 | 25,6390782 | 48,3424209 |
| Oxygen | 8 | 12971 | 20,0632898 | 24,0388039 | 34,0262678 |
| Sulfur | 16 | 2225 | 1,00199493 | 1,20053889 | 0,84788431 |
| Titanium | 22 | 1731 | 1,63236902 | 1,95582076 | 0,92508165 |
| Copper | 29 | 3408 | 13,5580962 | 16,2446149 | 5,78930404 |
| Zinc | 30 | 4029 | 22,2756837 | 26,6895807 | 9,24348136 |
| Barium | 56 | 2659 | 3,36553423 | 4,03241036 | 0,66497368 |
| Silicon | 14 | 395 | 0,16621669 | 0,19915231 | 0,16058624 |
| Sum | | | 83,4620968 | 100 | 100 |

Porcentaje en peso de los elementos del área #4

7.4. Estadística descriptiva

Media y desviación estándar de cada elemento.

7.4.1. Elementos químicos en CG en condiciones de recibido.

| Elemento | Dato mínimo | Rango | Dato máximo | Media | Desvest |
|----------|-------------|------------|-------------|------------|------------|
| Carbono | 16,78429419 | 8,89458291 | 25,6788771 | 21,8072363 | 3,69417913 |
| Oxígeno | 17,45625707 | 14,3756376 | 31,83189471 | 24,4729668 | 6,6830395 |
| Zinc | 33,6662526 | 6,98475589 | 40,65100849 | 36,7460777 | 3,61823065 |
| Bario | 5,57304882 | 0,82285346 | 6,395902285 | 6,00039522 | 0,34742415 |

7.4.2. Elementos químicos en CG inmerso en NaOCl 2% grado técnico.

| Elemento | Dato mínimo | Rango | Dato máximo | Media | Desvest |
|----------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| Carbono | 27,91103634 | 1,329252496 | 29,24028884 | 28,4907235 | 0,68071432 |
| Oxígeno | 21,85351222 | 6,639524947 | 28,49303717 | 24,0146835 | 3,057542326 |
| Zinc | 36,81597431 | 21,94586944 | 58,76184375 | 42,5634581 | 10,80993885 |
| Bario | 4,326784097 | 2,622594994 | 6,949379091 | 5,35516102 | 1,137443813 |

7.4.3. Elementos químicos en CG inmerso en NaOCl 2% VicDent® (uso dental).

| Elemento | Dato mínimo | Rango | Dato máximo | Media | Desvest |
|----------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| Carbono | 24,63851513 | 2,772415645 | 27,41093077 | 25,6825069 | 1,507616508 |
| Oxígeno | 19,56135034 | 7,277533792 | 26,83888413 | 22,3942876 | 3,127253531 |
| Zinc | 41,12884657 | 17,04662484 | 58,17547141 | 46,1857635 | 8,039607411 |
| Bario | 5,680571196 | 3,59968154 | 9,280252735 | 6,68620161 | 1,73736291 |

7.4.4. Elementos químicos en CG inmerso en NaOCl Clorallex® 1:1 (uso doméstico).

| Elemento | Dato mínimo | Rango | Dato máximo | Media | Desvest |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Carbono | 24,62421065 | 4,64844888 | 29,27265953 | 27,35820516 | 2,430175666 |
| Oxígeno | 19,95335752 | 5,62813312 | 25,58149064 | 22,23761737 | 2,449587989 |
| Zinc | 41,36113215 | 18,41177876 | 59,77291091 | 46,2135925 | 9,049813756 |
| Bario | 5,444981861 | 4,184406401 | 9,629388262 | 6,57609848 | 2,037225754 |

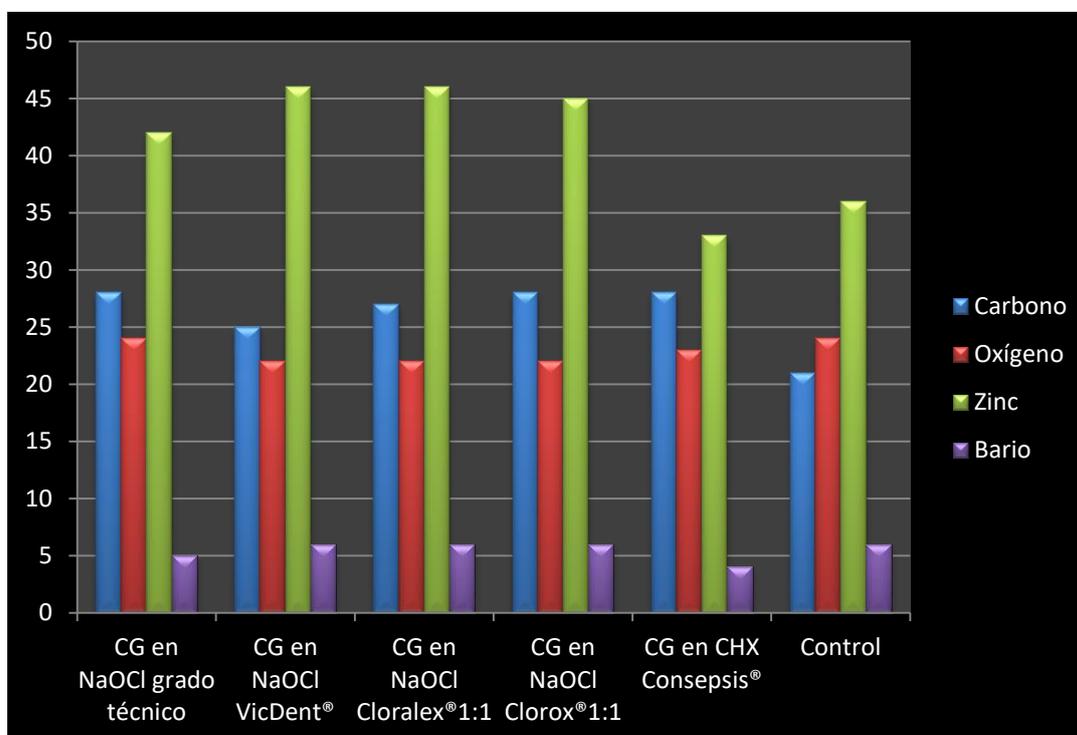
7.4.5. Elementos químicos en CG inmerso en NaOCl Clorox® 1:1 (uso doméstico)

| Elemento | Dato mínimo | Rango | Dato máximo | Media | Desvest |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Carbono | 25,60647245 | 4,710105184 | 30,31657764 | 28,53016592 | 2,552710337 |
| Oxígeno | 20,35955974 | 2,620647984 | 22,98020773 | 22,69108826 | 1,866752338 |
| Zinc | 38,20979025 | 22,84073579 | 61,05052604 | 45,39630717 | 10,53756864 |
| Bario | 5,375085594 | 3,654301939 | 9,029387532 | 6,45978723 | 1,720899146 |

7.4.6. Elementos químicos en CG inmerso en CHX 2% Consepsis®.

| Elemento | Dato mínimo | Rango | Dato máximo | Media | Desvest |
|----------|-------------|------------|-------------|------------|------------|
| Carbono | 25,63907816 | 6,54009393 | 32,1791721 | 28,3597722 | 2,75231748 |
| Oxígeno | 21,5449499 | 3,35513108 | 24,90008098 | 23,6349205 | 1,45016198 |
| Zinc | 26,68958069 | 9,73494561 | 36,4245263 | 33,1578519 | 4,3836025 |
| Bario | 4,032410355 | 1,32099981 | 5,353410167 | 4,92926468 | 0,6052191 |

7.4.7. Representación gráfica del porcentaje de los elementos de los CG inmersos en las soluciones desinfectantes.



7.5 Resultados de la encuesta.

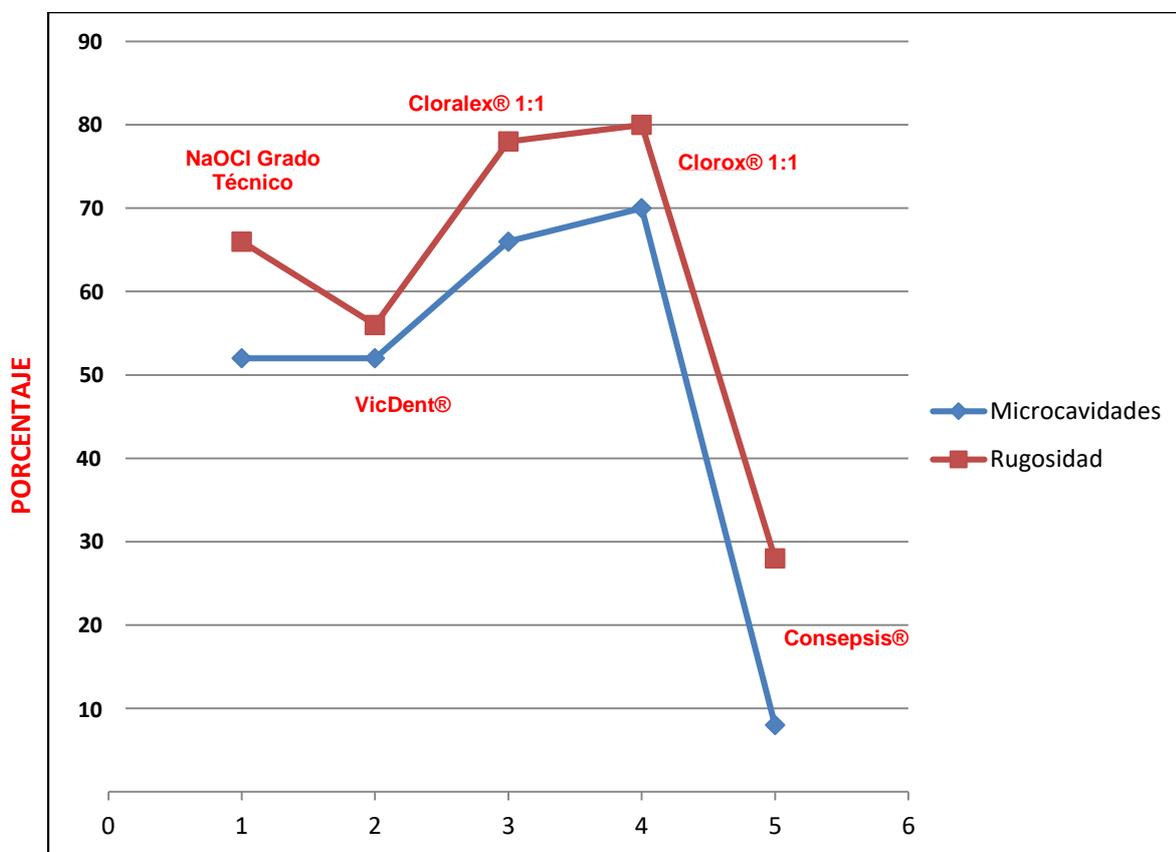
Resultados de Microcavidades

| Soluciones | Dato Máximo | Dato Mínimo | Rango | Media | Desvest |
|---------------------|-------------|-------------|-------|-------|---------|
| NaOCl Grado Técnico | 70% | 30% | 40% | 52% | 0.20 |
| VicDent® | 90% | 30% | 60% | 52% | 0.24 |
| Cloralex® 1:1 | 100% | 40% | 60% | 66% | 0.27 |
| Clorox® 1:1 | 100% | 40% | 60% | 70% | 0.28 |
| Consepsis® | 10% | 0% | 10% | 8% | 0.04 |

Resultados de Rugosidad

| Soluciones | Dato Máximo | Dato Mínimo | Rango | Media | Desvest |
|---------------------|-------------|-------------|-------|-------|---------|
| NaOCl Grado Técnico | 80% | 40% | 40% | 66% | 0.15 |
| VicDent® | 80% | 30% | 50% | 56% | 0.20 |
| Cloralex® 1:1 | 100% | 50% | 50% | 78% | 0.21 |
| Clorox® 1:1 | 100% | 60% | 40% | 80% | 0.18 |
| Consepsis® | 90% | 10% | 80% | 28% | 0.34 |

7.5.1. Representación gráfica del porcentaje de microcavidades y rugosidad.



7.5.2 Resultados de análisis Bioestadístico.

Microcavidades

| Confrontación por pares | Valor P significancia |
|------------------------------|-----------------------|
| Clorox 1:1 - Consepsis | P<0.05 * |
| Cloralex 1:1 - Consepsis | P<0.05 * |
| VicDent - Consepsis | P<0.05 * |
| Grado técnico - Consepsis | P<0.05 * |
| Clorox 1:1 - Cloralex 1:1 | P<0.05 * |
| Clorox 1:1 - VicDent | P<0.05 * |
| Clorox 1:1 - Grado técnico | P<0.05 * |
| Cloralex 1:1 - VicDent | P<0.05 * |
| Cloralex 1:1 - Grado técnico | P<0.05 * |
| VicDent - Grado técnico | P>0.05 |

Valores de P<0.05 son datos significativos (*).

Valores de P>0.05 son datos no significativos.

Rugosidad

| Confrontación por pares | Valor P significancia |
|------------------------------|-----------------------|
| Clorox 1:1 - Consepsis | P<0.05 * |
| Cloralex 1:1 - Consepsis | P<0.05 * |
| VicDent - Consepsis | P<0.05 * |
| Grado técnico - Consepsis | P<0.05 * |
| Clorox 1:1 - Cloralex 1:1 | P<0.05 * |
| Clorox 1:1 - VicDent | P<0.05 * |
| Clorox 1:1 - Grado técnico | P<0.05 * |
| Cloralex 1:1 - VicDent | P<0.05 * |
| Cloralex 1:1 - Grado técnico | P<0.05 * |
| VicDent - Grado técnico | P<0.05* |

Valores de P<0.05 son datos significativos (*).

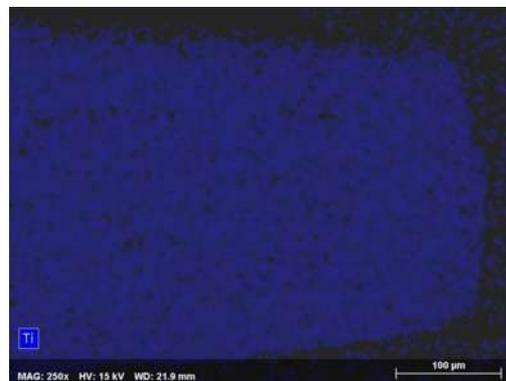
Valores de P>0.05 son datos no significativos.

7.6. Mapeos electrónicos de la punta de CG.

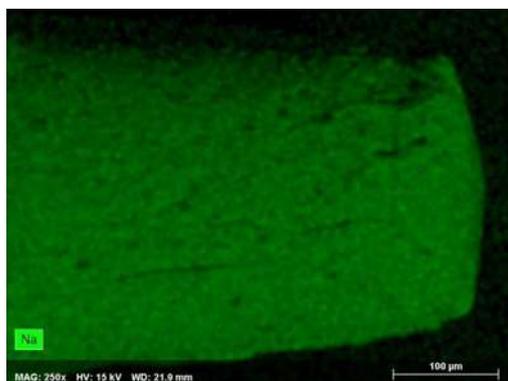
7.6.1. CG en condiciones de recibido.



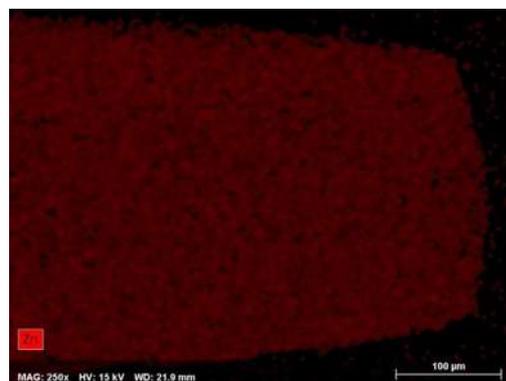
Mapeo general de los elementos



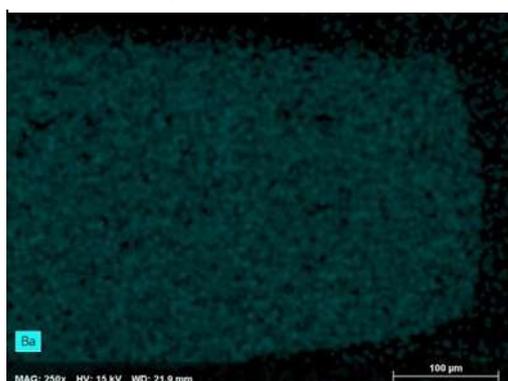
Mapeo del elemento Titanio



Mapeo del elemento Sodio



Mapeo del elemento Zinc

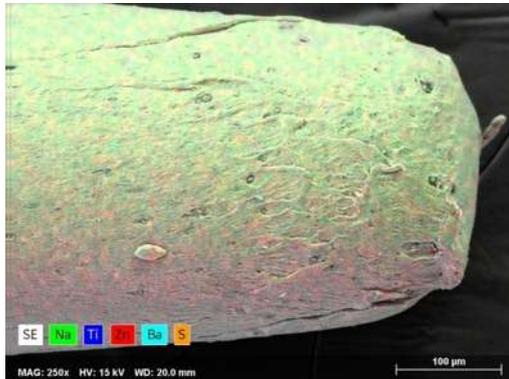


Mapeo del elemento Bario

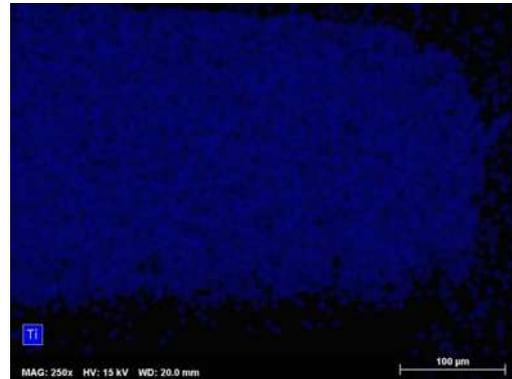


Mapeo del elemento Azufre

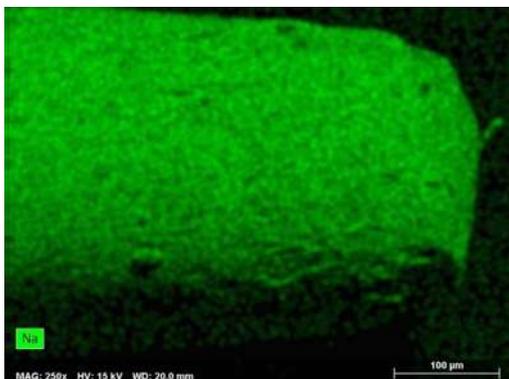
7.6.2. CG inmerso en NaOCl 2% grado técnico.



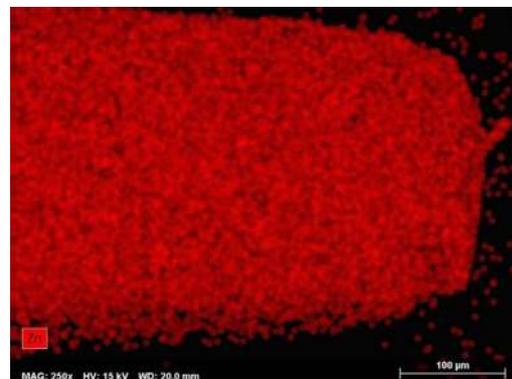
Mapeo general de los elementos



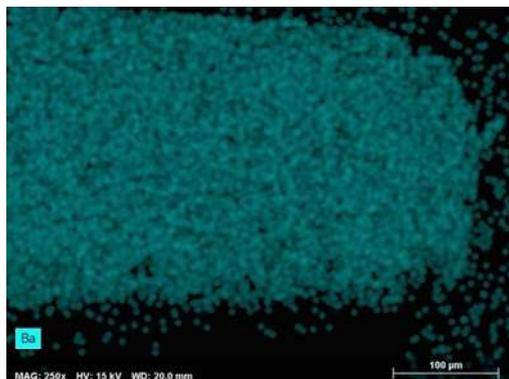
Mapeo del elemento Titanio



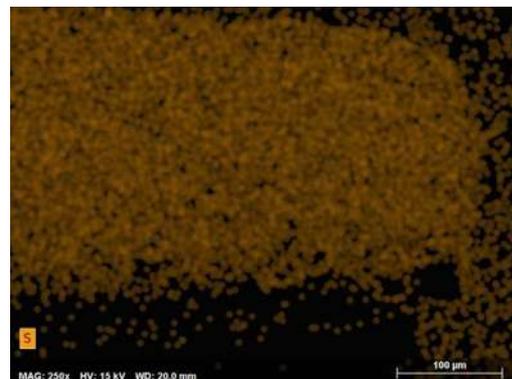
Mapeo del elemento Sodio



Mapeo del elemento Zinc



Mapeo del elemento Bario

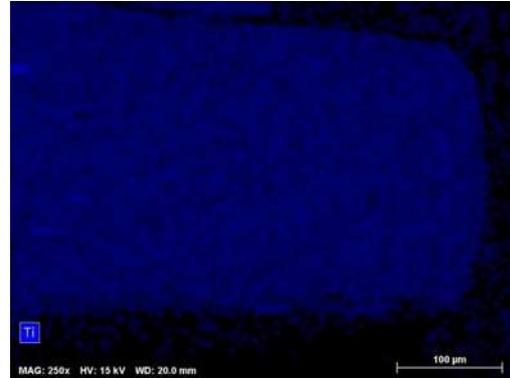


Mapeo del elemento Azufre

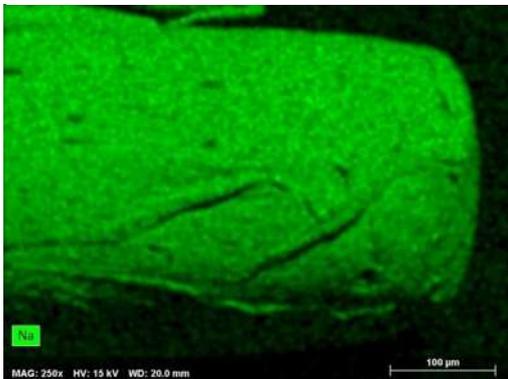
7.6.3. CG inmerso en NaOCl 2% VicDent® (uso dental).



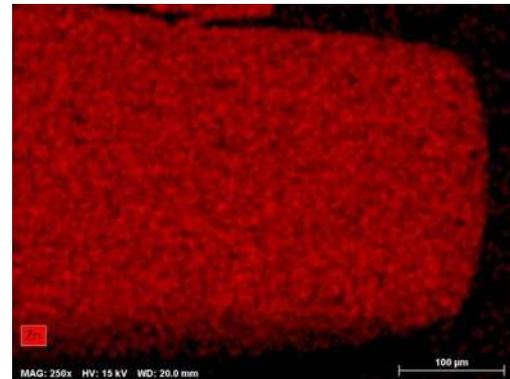
Mapeo general de los elementos



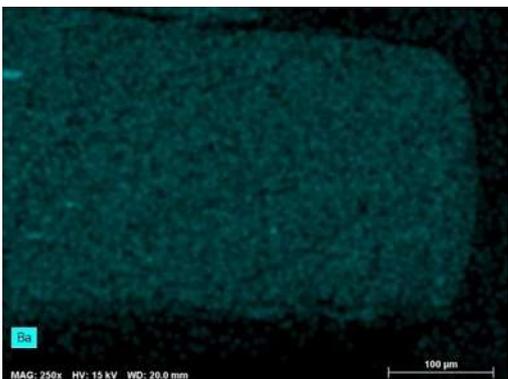
Mapeo del elemento Titanio



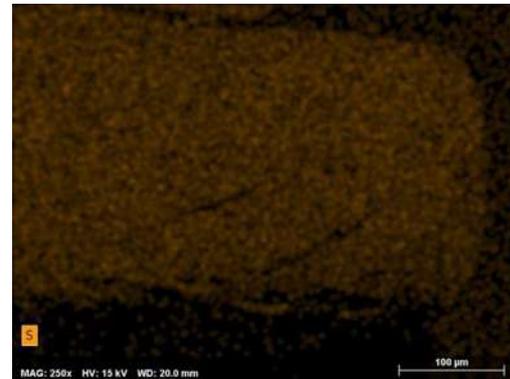
Mapeo del elemento Sodio



Mapeo del elemento Zinc



Mapeo del elemento Bario

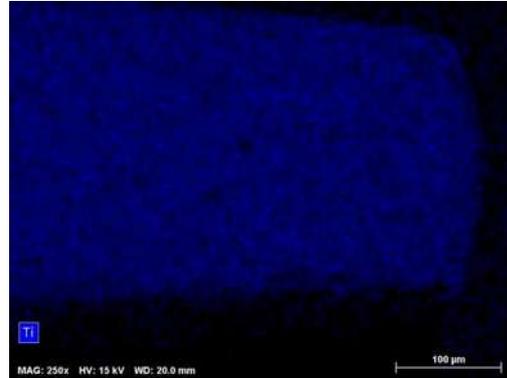


Mapeo del elemento Azufre

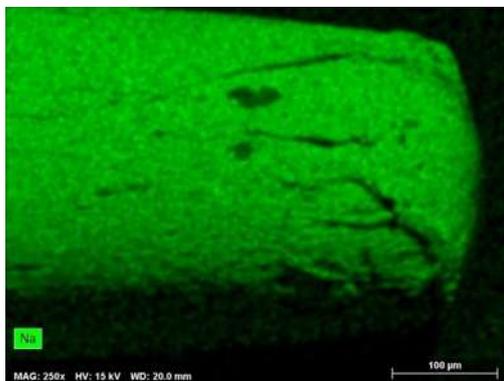
7.6.4. CG inmerso en NaOCl Cloralex® 1:1 (uso doméstico).



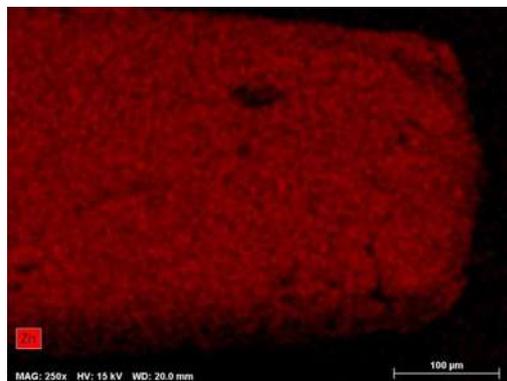
Mapeo general de los elementos



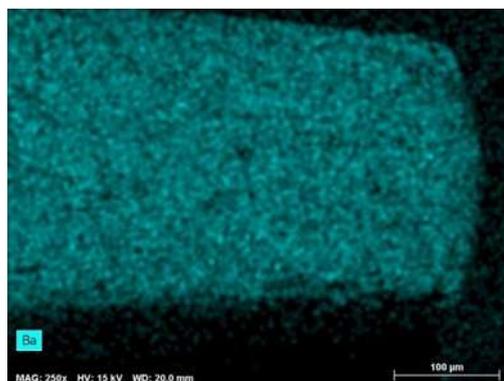
Mapeo del elemento Titanio



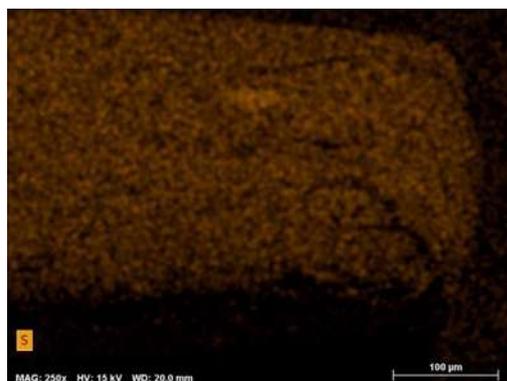
Mapeo del elemento Sodio



Mapeo del elemento Zinc



Mapeo del elemento Bario

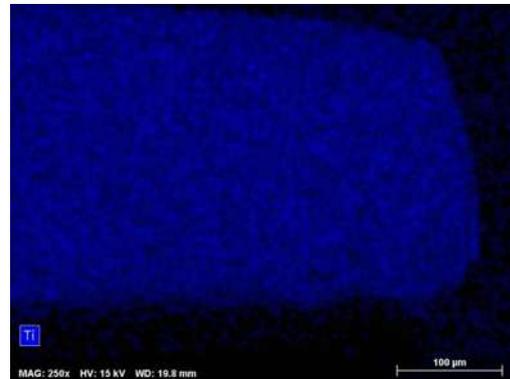


Mapeo del elemento Azufre

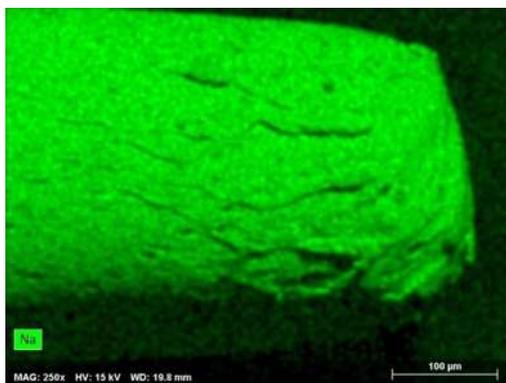
7.6.5. CG inmerso en NaOCl Clorox® 1:1 (uso doméstico)



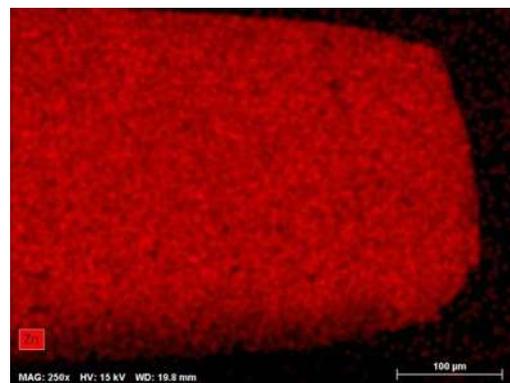
Mapeo general de los elementos



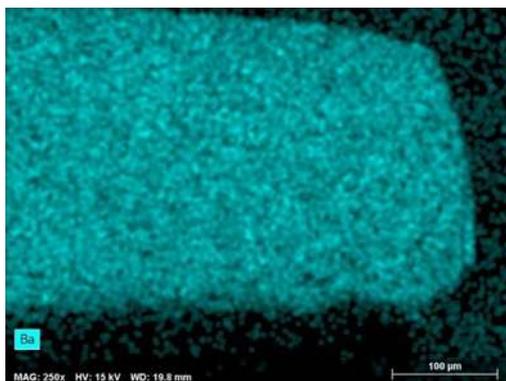
Mapeo del elemento Titanio



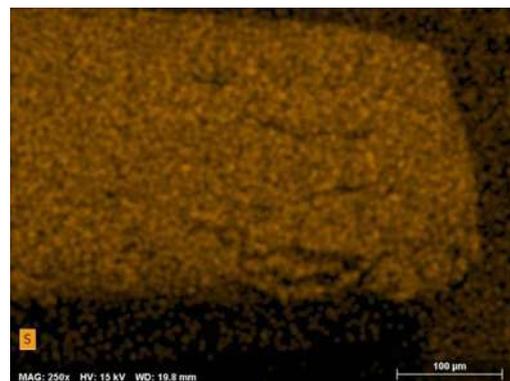
Mapeo del elemento Sodio



Mapeo del elemento Zinc



Mapeo del elemento Bario

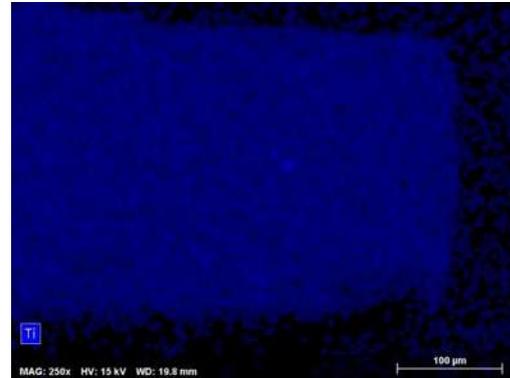


Mapeo del elemento Azufre

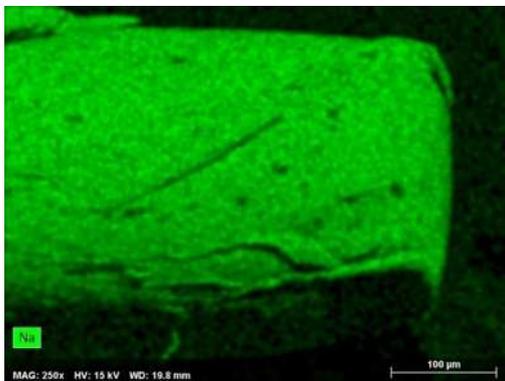
7.6.6. CG inmerso en CHX 2% Consepsis®.



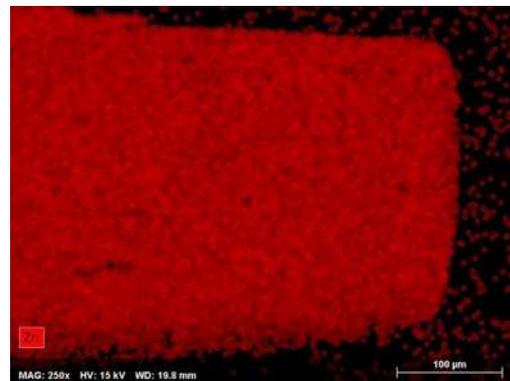
Mapeo general de los elementos



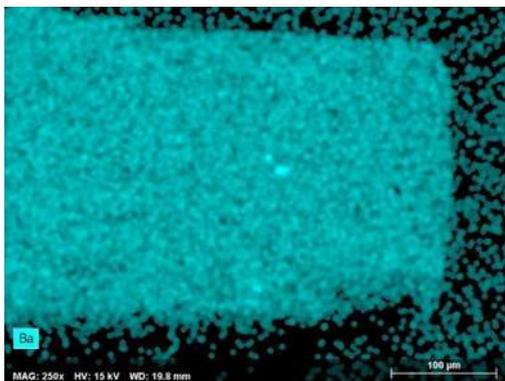
Mapeo del elemento Titanio



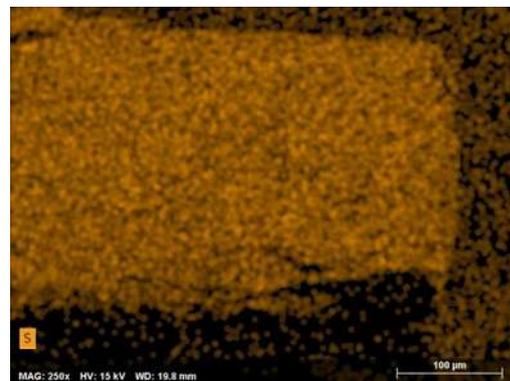
Mapeo del elemento Sodio



Mapeo del elemento Zinc



Mapeo del elemento Bario



Mapeo del elemento Azufre

8. Discusión.

Potencial de Hidrógeno.

Bajo las condiciones del presente estudio, se puede señalar que las soluciones empleadas para la desinfección de CG a base de NaOCl presentaron potenciales de Hidrógeno alcalinos entre 12.35 ± 0.83 . La solución a base de Gluconato de Clorhexidina 2% Consepsis® presentó un pH ligeramente ácido de 6.3, valor que se encuentra dentro del rango reportado por Gomes et al³⁵, quienes mencionan que las soluciones de CHX 2% presentan un pH entre 5.5 a 7. La efectividad antimicrobiana de esta solución está basada en la interacción de cargas eléctricas entre la molécula y pared celular bacteriana y no depende de su pH³⁵.

La solución de NaOCl de uso dental VicDent® 2% presentó un pH=13, por otra parte, el pH de la solución de NaOCl grado técnico 2% fue de 12.5 y las soluciones de NaOCl diluidas 1:1 de uso doméstico presentaron pH=12.75 para Cloralex® y 11.15 Clorox®, estos resultados concuerdan con lo descrito por Basrani y Haapasalo³³ donde mencionan que las soluciones NaOCl de uso doméstico presentan un pH>11.

Análisis topográfico.

El análisis de las imágenes de los CG obtenidas mediante el microscopio electrónico de barrido de alta resolución (*JEOL JSM-7600F*) estuvo a cargo de un comité evaluador integrado por expertos en el área de metalurgia, mediante una encuesta diseñada para comparar la imagen del CG en condiciones de recibido y las imágenes seleccionadas aleatoriamente de los CG que fueron sometidos a las soluciones desinfectantes, evaluando la presencia de microcavidades y rugosidad, asignando un porcentaje de cero a cien en múltiplos de diez.

Microcavidades.

Los resultados mostraron que los CG expuestos a soluciones desinfectantes a base de NaOCl de uso doméstico diluidas 1:1 con agua destilada estéril presentaron una superficie con mayor presencia de microcavidades, Clorox® 1:1 presentó $70 \pm 0.28\%$, en comparación a Cloralex® 1:1 $66 \pm 0.27\%$ en donde se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) mediante la prueba t student por comparación de medias pareadas. Estos resultados coinciden con lo reportado por Rosa et al¹¹ donde se menciona que el uso de NaOCl en concentraciones mayores al 2.5% provoca alteraciones en la superficie de los CG. Britto et al⁵⁰ observaron la formación de microcavidades en los CG después de 5 minutos de inmersión. Sin embargo, estos resultados no concuerdan con Aktemur et al¹, Gomes et al⁷ y Sahinkensen et al¹² quienes reportan alteraciones estructurales de los CG expuestos a NaOCl 5.25% en un periodo de 5 minutos.

Por otra parte, las soluciones estandarizadas de NaOCl al 2% grado técnico y VicDent® presentaron un porcentaje de microcavidades de $52 \pm 0.20\%$ y $52 \pm 0.24\%$ respectivamente, en las cuales no existe diferencia significativa ($P > 0.05$). Consepsis® 2% presentó un porcentaje de microcavidades de $8 \pm 0.04\%$ y comparado con las soluciones a base de NaOCl para uso doméstico, Clorox® $70 \pm 0.28\%$, Cloralex® 1:1 $66 \pm 0.27\%$, y las soluciones de NaOCl estandarizadas grado técnico 2% $52 \pm 0.20\%$ y VicDent® $52 \pm 0.24\%$ las cuales presentan diferencia significativa ($P < 0.05$), resultado que es similar al obtenido por Gomes et al⁷, Sabah et al¹⁰ y Sahinkensen et al¹².

Rugosidad.

Respecto a la rugosidad ocasionada en los CG es posible señalar que las soluciones de NaOCl para uso doméstico presentaron los mayores porcentajes, Clorox® 1:1 $80 \pm 0.18\%$, Cloralex® 1:1 $78 \pm 0.21\%$. Entre las dos soluciones antes mencionadas existe diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$). Estos resultados son similares a lo reportado en estudios de Topuz et al² y

Britto et al⁴⁹ donde se menciona que el NaOCl para uso doméstico provocó rugosidad y daño estructural a los 5 minutos de inmersión. En cambio Gomes et al⁷ no reportaron alteraciones estructurales de los CG al exponerlos 5 minutos en NaOCl para uso doméstico. Las soluciones estandarizadas de NaOCl 2% presentaron $66 \pm 0.15\%$ para grado técnico y para VicDent[®] 2% $56 \pm 0.20\%$ presentando entre ellas diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$). En comparación a la presencia de microcavidades estas soluciones de NaOCl 2% no presentaron diferencia significativa. El Gluconato de Clorhexidina obtuvo el menor porcentaje de rugosidad $28 \pm 0.34\%$, esto coincide con autores como Pang et al³ quienes reportan la presencia de una ligera rugosidad y un patrón de contracción a lo largo del eje longitudinal del CG cuando es sumergido en CHX. Las soluciones a base de NaOCl Clorox[®] 1:1 $80 \pm 0.18\%$, Cloralex[®] 1:1 $78 \pm 0.21\%$, grado técnico 2% $66 \pm 0.15\%$ y VicDent[®] 2% $56 \pm 0.20\%$ presentan diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$). Estos resultados coinciden con lo reportado por Sabah et al¹⁰.

Microanálisis puntual

En los EDS se obtuvieron los porcentajes en peso de los elementos que conforman los CG, algunos de los elementos detectados y seleccionados para este estudio fueron Carbono (C), Zinc (Zn), Oxígeno (O) y Bario (Ba). Se realizaron cuatro EDS en diferentes zonas de la punta del CG. Los resultados mostraron que las soluciones a base de NaOCl inducen cambios en la composición química de los CG, aumentando el porcentaje en peso del Zinc ($46.21 \pm 9.04\% / w$), en comparación con el CG expuesto a CHX que presentó $33.15 \pm 4.38\% / w$ de Zinc y en relación al CG en condiciones de recibido que presenta $36.74 \pm 3.61\% / w$. Por lo tanto, los resultados de este estudio químico demuestran la destrucción parcial del recubrimiento y pérdida de eritrosina (colorante) de los CG, causando la exposición de las partículas y granos de los elementos que conforman los CG. En cambio, existen reportes de otros autores que al utilizar NaOCl para uso doméstico no provocaron cambios en la composición química de los CG^{1,2,11}.

9. Conclusión.

- La solución de NaOCl marca Clorox® de uso doméstico en dilución 1:1 presentó el mayor porcentaje de microcavidades en la superficie de los CG con un $70 \pm 0.28\%$, mientras que la solución de NaOCl 2% de uso dental VicDent® solamente presentó un $52 \pm 0.24\%$.
- La solución de NaOCl marca Clorox® de uso doméstico en dilución 1:1 presentó el mayor porcentaje de rugosidad en la superficie de los CG con un $80 \pm 0.18\%$, mientras que la solución de NaOCl 2% de uso dental VicDent® solamente presentó un $56 \pm 0.20\%$.
- El NaOCl 2% de uso dental VicDent® provocó el menor daño topográfico en los CG en comparación a las soluciones de NaOCl de uso doméstico.
- El Gluconato de Clorhexidina 2% (Consepsis®) presentó valores bajos de microcavidades $8 \pm 0.04\%$ y rugosidad $28 \pm 0.34\%$ por lo tanto este agente químico no altera la topografía y composición química de los CG en comparación a las soluciones a base de NaOCl.

10. Recomendaciones.

Es necesario utilizar soluciones desinfectantes estandarizadas que estén elaboradas exclusivamente para el uso odontológico que presenten control de calidad y que reúna la información necesaria para establecer protocolos de desinfección de CG independientemente del agente químico.

11. Referencias bibliográficas.

1. Aktemur Türker S, Aslan H, Uzunoğlu E, Özçelik B. Antimicrobial and structural effects of different irrigation solutions on gutta-percha cones. *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2015;49(1):27.
2. Topuz Ö, Sağlam B, Şen F, Şen S, Gökağaç G, Görgül G. Effects of sodium hypochlorite on gutta-percha and resilon cones: an atomic force microscopy and scanning electron microscopy study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011;112(4):21-26.
3. Pang N, Jung I, Bae K, Baek S, Lee W, Kum K. Effects of short-term chemical disinfection of gutta-percha cones: Identification of affected microbes and alterations in surface texture and physical properties. *J Endod*. 2007;33(5):594-598.
4. Li G, Niu L, Zhang W, Olsen M, De-Deus G, Eid A et al. Ability of new obturation materials to improve the seal of the root canal system: A review. *Acta Biomaterialia*. 2014;10(3):1050-1063.
5. Canalda CS, & Brau EA. *Endodoncia técnicas y bases científicas*. Barcelona, España: MASSON. (2001)
6. Carvalho A, Leal F, Vasconcelos R, Junqueira R, Gonçalves S. EDS analysis of gutta-percha cones disinfected by 1% and 2.5% sodium hypochlorite solutions. *Braz Dent Sci*. 2015;18(4):84.
7. Gomes B, Vianna M, Matsumoto C, de Paula e Silva Rossi V, Zaia A, Ferraz C et al. Disinfection of gutta-percha cones with chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005;100(4):512-517.
8. Dutner J, Mines P, Anderson A. Irrigation trends among american association of endodontists members: A web-based survey. *J Endod*. 2012;38(1):37-40.
9. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am*. 2010;54(2):291-312.
10. Sabah A, Nawal A, & Raghad A. Effect of different disinfectant solutions on the properties of gutta-percha cones. *Tikrit Journal for Dental Sciences*, 2012; (2):169-174.

11. Rosa P, Oliveira S, Vasconcelos R. Morphological analysis of gutta-percha points subjected to different treatments and influence on sealing the filling. *Braz Dent Sci.* 2012;15(3).
12. Sahinkensen G, Oktay EA, Er Ö, Kocak M M & Kilic A. Evaluation of residual antimicrobial effects and surface changes of gutta-percha disinfected with different solutions. *J Contemp Dent Pract.* 2011;12(1):47-51.
13. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *J Endod.* 2006;32(4):281-290.
14. Tomson R, Polycarpou N, Tomson P. Contemporary obturation of the root canal system. *Br Dent J.* 2014;216(6):315-322.
15. Carrotte P. Endodontics: Part 8 filling the root canal system. *Br Den J.* 2004; 197(11):667-672.
16. Maniglia-Ferreira C, Silva Jr J, Paula R, Feitosa J, Cortez D, Zaia A et al. Brazilian gutta-percha points: Part I: chemical composition and X-ray diffraction analysis. *Braz Oral Res.* 2005;19(3):193-197.
17. Mondragón EJD, Varela OR, Ramirez SHU, Cueto AG, Meléndez RJL, Guerrero BC, & Cruz MJM. Estudio descriptivo de la gutapercha PRODENT por medio de MEB y EDX in vitro. *Revista ADM.* 2002;59(6):211-215.
18. Castellucci A. Endodontics. Edizioni odontoiatriche il tridente 2nd ed. 2005.
19. Prakash R, Gopikrishna V, & Kandaswamy D. Gutta-percha - an untold story. *Endodontology.* 2005;17(2):32-36.
20. Giudice García A, & Torres Navarro J. Obturación en endodoncia-nuevos sistemas de obturación: revisión de literatura. *Rev Estomatol Herediana.* 2011;21(3):166-174.
21. Marciano J, Michalesco P, & Abadie MJ. Stereochemical structure characterization of dental gutta-percha. *J Endod.* 1993;19(1):31-34.
22. Ozalp N, Okte Z, Ozcelik B. The rapid sterilization of gutta-percha cones with sodium hypochlorite and glutaraldehyde. *J Endod.* 2006;32(12):1202-1204.

23. Cohen S, Hargreaves KM. Pathways of pulp. Barcelona, España: Elsevier España, S.L; 2011.
24. Montgomery S. Chemical decontamination of gutta-percha cones with polyvinylpyrrolidone-iodine. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1971;31(2):258-266.
25. Da Silva EM, Sponchiado EC, Marques AAF. Microbial assessment of contamination of gutta-percha cones used by post-graduation students. J Health Sci Inst. 2010;28(3):235-6.
26. Vivek V, Panuganti V, Jayashankara C, Anilkumar S, Girish S, Nanjundasetty J. Gutta-percha disinfection: A knowledge, attitude, and practice study among endodontic postgraduate students in India. Saudi Endod J. 2016;6(3):127.
27. Ravi Chandra P, Kumar V, Reddy S, Kiran D, Krishna M, Kumar G. Biofilm forming capacity of Enterococcus faecalis on gutta-percha points treated with four disinfectants using confocal scanning laser microscope: An in vitro study. Den Res J. 2015;12(4):331.
28. Özsezer Demiryürek E. Evaluation of microbial contamination of resilon and gutta-percha cones and their antimicrobial activities. Afr. J. Microbiol. Res. 2012;6(33). 6275-6280
29. Cárdenas-Bahena A, Sánchez-García S, Tinajero-Morales C, González-Rodríguez VM, & Baires-Várguez L. Hipoclorito de sodio en irrigación de conductos radiculares: Sondeo de opinión y concentración en productos comerciales. Revista Odontologica Mexicana. 2012;16(4):252-258
30. Estrela C, Estrela C, Barbin E, Spanó J, Marchesan M, Pécora J. Mechanism of action of sodium hypochlorite. Br Den J. 2002;13(2):113-117.
31. Nabeshima C, de Lima Machado M, Borges Britto M, Pallotta R. Effectiveness of different chemical agents for disinfection of gutta-percha cones. Aust Endod J. 2010;37(3):118-121.
32. Uzun I, Guler B, Ozyurek T, Keskin C, Yanik K, Vural D. Antimicrobial efficacy of MTAD, sodium hypochlorite and chlorhexidine on rapid disinfection of gutta-percha cones. J. exp. integr. med. 2014;4(4):278.

33. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. *Endod Topics*. 2012;27(1):74-102.
34. Basrani B, Santos J, Tjäderhane L, Grad H, Gorduysus O, Huang J et al. Substantive antimicrobial activity in chlorhexidine-treated human root dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002;94(2):240-245.
35. Gomes B, Vianna M, Zaia A, Almeida J, Souza-Filho F, & Ferraz C. Chlorhexidine in endodontics. *Braz Den J*. 2013;24(2):89-102.
36. Subha N, Prabhakar V, Koshy M, Abinaya K, Prabu M, Thangavelu L. Efficacy of peracetic acid in rapid disinfection of resilon and gutta-percha cones compared with sodium hypochlorite, chlorhexidine, and povidone-iodine. *J Endod*. 2013;39(10):1261-1264.
37. Redmerski R, Bulla J, Moreno T, Garcia L, Cardoso C. Disinfection of gutta-percha cones with chlorhexidine. *Braz J Microbiol*. 2007;38(4):649-655.
38. Goldstein J, Lyman CE, Newbury DE, Lifshin E, Echlin P, Sawyer L, Joy DC, Michael JR. *Scanning electron Microscopy and X-Ray microanalysis* third edition. Kluwer Academic/Plenum Publishers;2003.
39. Sorrivas de Lozano V, Morales A. Yañez MJ. *Principios y práctica de la Microscopía Electrónica*. 1ra. Edición. UAT-CONICET-BAHIABLANCA E-book; 2014.
40. Hernández-Chavarría F, Sáenz A, Freer E. Aplicaciones biomédicas de la microscopía electrónica y el análisis elemental con espectrómetro de Rayos X. *Rev. costarric. cienc. Méd*. 2002;23:3-4.
41. Shen Y, Coil J, Mclean A, Hemerling D, Haapasalo M. Defects in Nickel-Titanium Instruments after Clinical Use. Part 5: Single Use From Endodontic Specialty Practices. *J Endod*. 2009;35(10):1363-1367.
42. Hernandez-Gordillo M, Arenas-Pérez A, Leon-Patiño C, Sanchez-Mariano B, & Ruiz-Reyes H. Caracterización metalográfica de seis sistemas rotatorios de Niquel-Titanio. *Endo Act*. 2013;8(3):14-25.
43. Zia A, Andrabi S, Bey A, Kumar A, Fatima Z. Endodontic irrigant as a root conditioning agent: An in vitro scanning electron microscopic study evaluating the ability of MTAD to remove smear layer from periodontally affected root surfaces. *SDJ*. 2014;35:47-52.

44. Taschieri S, Del Fabbro M, Samaranayake L, Chang J, Corbella S. Microbial invasion of dentinal tubules: a literature review and a new perspective. *J Investig Clin Dent*. 2014;5(3):163-170.
45. Rosa R, Santini M, Heiden K, Só B, Kuga M, Pereira J et al. SEM Evaluation of the Interface Between Filling and Root-End Filling Materials. *Scanning*. 2013;36:252-257.
46. Da Silva J, Andrade Junior C, Zaia A, Pessoa O. Microscopic cleanliness evaluation of the apical root canal after using calcium hydroxide mixed with chlorhexidine, propylene glycol, or antibiotic paste. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011;111(2):260-264.
47. Arrollo-Cervantes R, Cuin-Macedo SI, Calderon-Rojas BM, Rodríguez-Zaragoza DE, & Ruíz-Reyes H. Propuesta de un modelo experimental in vitro para evaluar alteraciones morfológicas de eritrocitos expuestos a NaOCl 5.25%. *Revista Odontológica Mexicana*. 2016;20(4):248-252.
48. Da Silva L, Fernandes P, da Silva R, Nelson-Filho P, Rocha L, Rossi M. SEM Study of Apical Morphological Alterations in Primary Teeth with Vital and Necrotic Pulp. *Ultrastructural Pathology*. 2009;33(5):183-188.
49. Grecca FS, Porto M, Fontanella VRC. & Scarparo RK. SEM evaluation of thermoplastic endodontic materials alterations after disinfection: A new experimental model. *Microsc. Res. Tech*. 2011;74(1):109–112.
50. Brito S, Vasconcelos R, Oliveira S. Gutta-percha points surface alterations after sodium hypochlorite disinfection. *Braz Dent Sci*. 2013;16(3):47-55.
51. Gahyva SM, Siqueira JFJ. Avaliação da contaminação de cones de gutta-percha disponíveis comercialmente. *J Bras Endod*. 2001;4:193–195.
52. Osvaldo L, Pereira S, Siqueira JFJ. Contamination of gutta-percha and resilon cones taken directly from the manufacturer. *Clin Oral Invest*. 2010;14: 327–330.
53. Goldberg F, Massone EJ, Pruskin E, Zmener O. SEM study of surface architecture of gutta-percha cones. *Endod Dent Traumatol*. 1991;7:15-18.
54. Schmidt M, Sallenave R, Demarchi A, Farina A, Cecchin D, Souza M. Effectiveness of different auxiliary chemical substances in the rapid disinfection of gutta-percha points - an in vitro study. *RFO-UPF*. 2015;20(1):64-68

12. ANEXOS.

11.1 Ficha técnica del NaOCl grado técnico.

|  | | HIPOCLORITO DE SODIO 6% | HDS: 54455 |
|--|---|--|-----------------------------|
| 1. DATOS DE LA EMPRESA | | | |
| Av. Atemajac No. 1360 Col. Colinas de Atemajac C.P. 45170 Zapopan, Jal. Tel. (33) 36-72-72-53 (33) 36-60-67-58 | | | |
| Cuenca No. 63 Col. Alamos C.P. 03400 México, D.F. Tel. (55) 55-90-72-64 (55) 55-90-73-40 | | | |
| 2. COMPOSICION DE INGREDIENTES PELIGROSOS | | 8. CONTROL DE EXPOSICION | |
| NOMBRE | % EN PESO | No. CAS | LIMITES DE EXPOSICIÓN |
| HIPOCLORITO DE SODIO | 6 | 7681-11-0 | STEL: 2 mg/m |
| 3. IDENTIFICACION DE RIESGO | | 9. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS. | |
| EFFECTOS A LA SALUD | | ESTADO FISICO: | Líquido |
| PIEL | Muy peligroso. Irritante | OLOR: | N.D. |
| OJOS | Extremadamente peligroso. Irritante | PH (1% EN AGUA): | Neutro |
| INGESTION | Extremadamente peligroso. Irritante | PUNTO DE EBULLICIÓN: | N.D. |
| INHALACION | Extremadamente peligroso. Irritante | PUNTO DE FUSION: | N.D. |
| EFFECTOS A LA SALUD CRONICOS | | GRAVEDAD ESPECIFICA: | 1 |
| CANCERIGENOS: No determinado. | | PRESION VAPOR: | 17.535 |
| MUTAGENICOS: No determinado. | | DENSIDAD DE VAPOR: | 0.62 |
| TERATOGENICOS: No determinado. | | SOLUBILIDAD: | Fácilmente soluble en agua. |
| 4. PRIMEROS AUXILIOS | | 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD | |
| OJOS | Lave con agua durante 15 minutos. | ESTABILIDAD: | Estable |
| PIEL | Lave con agua y jabón la parte afectada. | TEMPERATURA DE INESTABILIDAD: | N/A |
| INHALACION | Coloque a la víctima en una área ventilada. | CONDICIONES: | N/A |
| INGESTION | Induzca el vómito | INCOMPATIBILIDAD: | Material combustible. |
| SOLICITE ATENCION MEDICA DE INMEDIATO | | 11. INFORMACION ECOLOGICA | |
| 5. RIESGO DE FUEGO Y EXPLOSION | | ECOTOXICIDAD N/A | |
| FLAMABILIDAD | No flamable | PRODUCTOS DE BIODEGRADACION: Oxidos metálicos. | |
| AUTO-IGNICIÓN | N.A. | 12. N.F.P.A. | |
| PUNTO FLASH | N.A. |  | |
| LIMITES DE FLAMABILIDAD: | N.A. | | |
| PRODUCTOS DE COMBUSTION: | N.A. | | |
| MEDIO DE EXTINCION: | N.A. | | |
| 8. MANEJO DE DERRAMES | | 13. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL | |
| MENOR: | Diluya con agua y recoja con un material absorbente e inerte, coloque en un contenedor adecuado. | Bata Goggles Guantes | |
| MAYOR | Material oxidante. Detenga el derrame sin riesgo. Evite contacto con material combustible. Recoja con material absorbente e inerte, coloque en un contenedor adecuado. | | |
| 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO. | | 14. OBSERVACIONES | |
| MANEJO: | No lo use en forma de vapor o spray. No adicione agua a este producto. Use en lugares con amplia ventilación o use equipo de respiración. Evite contacto con piel y ojos. No se inflera. Manténgase alejado de fuentes de ignición. | A) En caso de derrame no tire el material a la alcantarilla, aguas superficiales o suelos. B) Consulte con las autoridades de su localidad el manejo y disposición de desperdicios. C) La información aquí presentada es la mas general para afrontar una emergencia, por lo que no se garantiza su exactitud y NO se acepta ninguna responsabilidad por pérdida o daño - ocurridos debido a esta información. | |
| ALMACENAMIENTO: | Almacene en lugares secos y frescos. | | |

ESTUDIO QUÍMICO PUNTUAL Y TOPOGRÁFICO DE CONOS DE GUTAPERCHA EXPUESTOS A DIFERENTES SOLUCIONES DESINFECTANTES

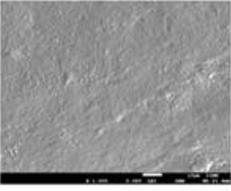
12.2. Encuesta.

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION - POSGRADO EN ENDOODONCIA

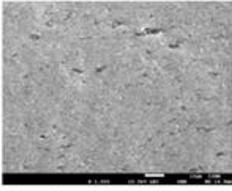
Los datos obtenidos en esta encuesta serán utilizados para fines del desarrollo del trabajo de tesis "Estudio químico puntual y topográfico de conos de gutapercha expuestos a diferentes soluciones desinfectantes" del C.D. Juan Cortés Rodríguez de la Especialidad en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Instrucción: Evalúa la rugosidad y las microcavidades presentes en las imágenes de 1000X obtenidas por MEB de los conos de gutapercha (CG) que fueron sometidos a pruebas de inmersión con diferentes soluciones desinfectantes, asignando un porcentaje (0% - 100%) tomando en cuenta como referencia la imagen del CG en condiciones de recibido.

CONDICIONES DE RECIBIDO



MUESTRA D 4



Vs.

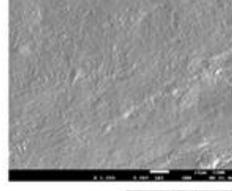
| | | | | | | | | | | | |
|----------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Rugosidad | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| Microcavidades | | | | | | | | | | | |

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION - POSGRADO EN ENDOODONCIA

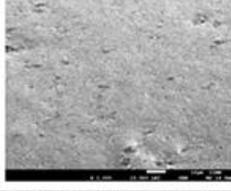
Los datos obtenidos en esta encuesta serán utilizados para fines del desarrollo del trabajo de tesis "Estudio químico puntual y topográfico de conos de gutapercha expuestos a diferentes soluciones desinfectantes" del C.D. Juan Cortés Rodríguez de la Especialidad en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Instrucción: Evalúa la rugosidad y las microcavidades presentes en las imágenes de 1000X obtenidas por MEB de los conos de gutapercha (CG) que fueron sometidos a pruebas de inmersión con diferentes soluciones desinfectantes, asignando un porcentaje (0% - 100%) tomando en cuenta como referencia la imagen del CG en condiciones de recibido.

CONDICIONES DE RECIBIDO



MUESTRA E 5



Vs.

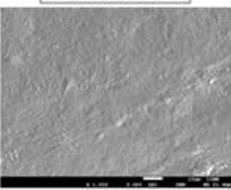
| | | | | | | | | | | | |
|----------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Rugosidad | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| Microcavidades | | | | | | | | | | | |

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION - POSGRADO EN ENDOODONCIA

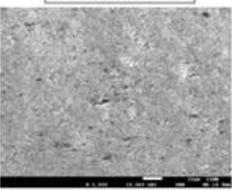
Los datos obtenidos en esta encuesta serán utilizados para fines del desarrollo del trabajo de tesis "Estudio químico puntual y topográfico de conos de gutapercha expuestos a diferentes soluciones desinfectantes" del C.D. Juan Cortés Rodríguez de la Especialidad en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Instrucción: Evalúa la rugosidad y las microcavidades presentes en las imágenes de 1000X obtenidas por MEB de los conos de gutapercha (CG) que fueron sometidos a pruebas de inmersión con diferentes soluciones desinfectantes, asignando un porcentaje (0% - 100%) tomando en cuenta como referencia la imagen del CG en condiciones de recibido.

CONDICIONES DE RECIBIDO



MUESTRA F 6



Vs.

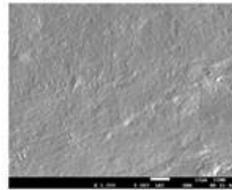
| | | | | | | | | | | | |
|----------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Rugosidad | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| Microcavidades | | | | | | | | | | | |

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION - POSGRADO EN ENDOODONCIA

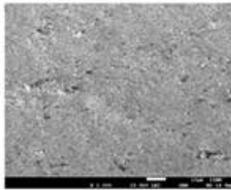
Los datos obtenidos en esta encuesta serán utilizados para fines del desarrollo del trabajo de tesis "Estudio químico puntual y topográfico de conos de gutapercha expuestos a diferentes soluciones desinfectantes" del C.D. Juan Cortés Rodríguez de la Especialidad en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Instrucción: Evalúa la rugosidad y las microcavidades presentes en las imágenes de 1000X obtenidas por MEB de los conos de gutapercha (CG) que fueron sometidos a pruebas de inmersión con diferentes soluciones desinfectantes, asignando un porcentaje (0% - 100%) tomando en cuenta como referencia la imagen del CG en condiciones de recibido.

CONDICIONES DE RECIBIDO



MUESTRA G 7



Vs.

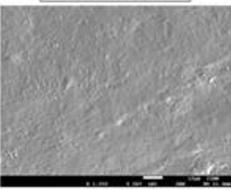
| | | | | | | | | | | | |
|----------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Rugosidad | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| Microcavidades | | | | | | | | | | | |

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION - POSGRADO EN ENDOODONCIA

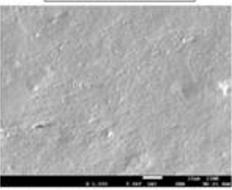
Los datos obtenidos en esta encuesta serán utilizados para fines del desarrollo del trabajo de tesis "Estudio químico puntual y topográfico de conos de gutapercha expuestos a diferentes soluciones desinfectantes" del C.D. Juan Cortés Rodríguez de la Especialidad en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Instrucción: Evalúa la rugosidad y las microcavidades presentes en las imágenes de 1000X obtenidas por MEB de los conos de gutapercha (CG) que fueron sometidos a pruebas de inmersión con diferentes soluciones desinfectantes, asignando un porcentaje (0% - 100%) tomando en cuenta como referencia la imagen del CG en condiciones de recibido.

CONDICIONES DE RECIBIDO



MUESTRA H 8



Vs.

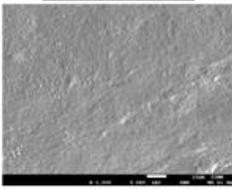
| | | | | | | | | | | | |
|----------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Rugosidad | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| Microcavidades | | | | | | | | | | | |

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION - POSGRADO EN ENDOODONCIA

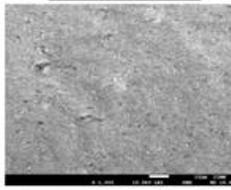
Los datos obtenidos en esta encuesta serán utilizados para fines del desarrollo del trabajo de tesis "Estudio químico puntual y topográfico de conos de gutapercha expuestos a diferentes soluciones desinfectantes" del C.D. Juan Cortés Rodríguez de la Especialidad en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Instrucción: Evalúa la rugosidad y las microcavidades presentes en las imágenes de 1000X obtenidas por MEB de los conos de gutapercha (CG) que fueron sometidos a pruebas de inmersión con diferentes soluciones desinfectantes, asignando un porcentaje (0% - 100%) tomando en cuenta como referencia la imagen del CG en condiciones de recibido.

CONDICIONES DE RECIBIDO



MUESTRA I 9



Vs.

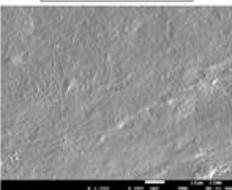
| | | | | | | | | | | | |
|----------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Rugosidad | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| Microcavidades | | | | | | | | | | | |

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION - POSGRADO EN ENDOODONCIA

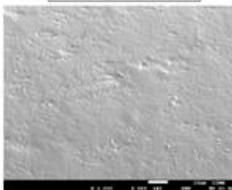
Los datos obtenidos en esta encuesta serán utilizados para fines del desarrollo del trabajo de tesis "Estudio químico puntual y topográfico de conos de gutapercha expuestos a diferentes soluciones desinfectantes" del C.D. Juan Cortés Rodríguez de la Especialidad en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Instrucción: Evalúa la rugosidad y las microcavidades presentes en las imágenes de 1000X obtenidas por MEB de los conos de gutapercha (CG) que fueron sometidos a pruebas de inmersión con diferentes soluciones desinfectantes, asignando un porcentaje (0% - 100%) tomando en cuenta como referencia la imagen del CG en condiciones de recibido.

CONDICIONES DE RECIBIDO



MUESTRA J 10



Vs.

| | | | | | | | | | | | |
|----------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Rugosidad | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| Microcavidades | | | | | | | | | | | |