TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

SEGUNDA ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

"COMPARACIÓN DE LA REMOCIÓN DEL BARRO DENTINARIO CON EL USO DE OLIGOSACÁRIDO DE QUITOSANO AL 5%, CITRATO DE OLIGOSACÁRIDO DE QUITOSANO AL 5%, ÁCIDO CÍTRICO AL 10% Y EDTA AL 17% EN CONDUCTOS RADICULARES DE PREMOLARES INFERIORES HUMANOS. ESTUDIO AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO"

Tesis para optar el Título de:

SEGUNDA ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

Presentado por:

Jairo Jhoel Molina Quispe (0000-0003-1038-4514)

Asesor:

César Antonio Gallardo Gutiérrez (0000-0001-7122-1802)

Lima – Perú

2023

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

SEGUNDA ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

"COMPARACIÓN DE LA REMOCIÓN DEL BARRO DENTINARIO CON EL USO DE OLIGOSACÁRIDO DE QUITOSANO AL 5%, CITRATO DE OLIGOSACÁRIDO DE QUITOSANO AL 5%, ÁCIDO CÍTRICO AL 10% Y EDTA AL 17% EN CONDUCTOS RADICULARES DE PREMOLARES INFERIORES HUMANOS. ESTUDIO AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO"

Tesis para optar el Título de:

SEGUNDA ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

Presentado por:

Jairo Jhoel Molina Quispe (0000-0003-1038-4514)

Asesor:

César Antonio Gallardo Gutiérrez (0000-0001-7122-1802)

Lima – Perú

2023

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 06 de diciembre de 2023.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Esp. Manuel Andrés Palomino Delgado
Miembro 1: Mg. Esp. Lourdes Rocio Ayarza Flores
Miembro 2: Mg. Esp. Mónica Yizely Llanos Carazas

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:
COMPARACIÓN DE LA REMOCIÓN DEL BARRO DENTINARIO CON EL USO DE OLIGOSACÁRIDO DE QUITOSANO AL 5%, CITRATO DE OLIGOSACÁRIDO DE QUITOSANO AL 5%, ÁCIDO CÍTRICO AL 10% Y EDTA AL 17% EN CONDUCTOS RADICULARES DE PREMOLARES INFERIORES HUMANOS. ESTUDIO AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO.

Presentada por el estudiante/bachiller:

- Jairo Jhoel Molina Quispe

Para optar el Título Profesional de Segunda Especialidad en Endodoncia

Asesorada por: Mg. Esp. César Antonio Gallardo Gutierrez

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante de la Carrera de Estomatología en la sustentación, se concluyen de:
Manera unánime (X)
Por mayoría ( )

Calificar a:

Tesista: Jairo Jhoel Molina Quispe			Nota (en letras): 19 (diecinueve)
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente (X)	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Mg. Esp. Manuel Andrés Palomino Delgado
Presidente(a) del Jurado
DNI. 10477614



Mg. Esp. Mónica Yizely Llanos Carazas
Miembro 2
DNI. 43882958



Mg. Esp. Lourdes Rocio Ayarza Flores
Miembro 1
DNI. 10005434



Mg. Esp. César Antonio Gallardo Gutierrez
Asesor(a)
DNI. 09647518

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

POSGRADO ESTOMATOLOGÍA

INDICAR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD O GRADO ACADÉMICO A OPTAR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS[13]

Lima, 07 de diciembre Del 2023

Señor:
Carlos Zavalaga Reyes
Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente.-

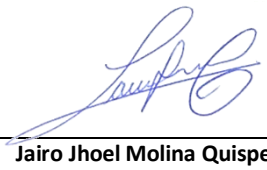
De nuestra consideración,

Yo: Jairo Jhoel Molina Quispe, egresado del Posgrado Estomatología de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor (César Antonio Gallardo Gutierrez), declaramos que este informe final de tesis/ trabajo de investigación titulado: **Comparación de la remoción del barro dentinario con el uso de oligosacárido de quitosano al 5%, citrato de oligosacárido de quitosano al 5%, ácido cítrico al 10% y EDTA al 17% en conductos radiculares de premolares inferiores humanos. Estudio al microscopio electrónico de barrido**, sustentado para obtener el título de Segunda Especialidad en Endodoncia.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi (nuestra) investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos[14], que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado



Jairo Jhoel Molina Quispe(TESISTA)
DNI: 73378407



César Antonio Gallardo Gutierrez (ASESOR)
DNI: 09647518

[13] En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-SUNEDU/CD

[14] Los documentos están en: https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Comparación de la remoción del barro dentinario con el uso de oligosacárido de quitosano al 5%, citrato de oligosacárido de quitosano al 5%, ácido cítrico al 10% y edta al 17% en conductos radiculares de premolares inferiores humanos. Estudio al microscopio electrónico de barrido

Autores. Jairo Jhoel Molina Quispe.

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2277583564).

Resultado de la evaluación. 7%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



Comparación de la remoción del barro

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%	5%	5%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Qian Xia, Jinglu Tan, Shengyang Cheng, Yongnian Jiang, Ya Guo. " Sensing Plant Physiology and Environmental Stress by Automatically Tracking and Features in PSII Chlorophyll Fluorescence Induction ", Photochemistry and Photobiology, 2019 Publicación	3%
2	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	Shantayanan Devarajan, Shaikh I. Hossain. "The combined incidence of taxes and public expenditures in the Philippines", World Development, 1998 Publicación	1%
4	repositorio.cientifica.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	amcath.ccadet.unam.mx Fuente de Internet	<1%

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Dedicado a mis padres, Richard y Rocio, mis pilares, gracias por su infinita comprensión y su amor incondicional.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

AGRADECIMIENTOS

Primero agradecer al Dr. César Gallardo, al Dr. Miguel Cabrera y a la Dra. Carmen García, quienes fueron parte del desarrollo de este trabajo, sin su apoyo, esto no habría sido posible, gracias por sus invaluables consejos y su tiempo. Me gustaría agradecer también al personal del Centro de Microscopia Electrónica de la UNSA, quienes fueron muy amables a la hora de procesar las muestras de este trabajo, por ultimo y no menos importante, agradecer a todos mis docentes de la especialidad de endodoncia de la UCSUR, por esa loable y noble labor de impartir conocimiento en este maravilloso campo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Índice

Título..... 1

ABSTRACT..... 2

I. **Introduction:**..... 3

II. Materials and methods:..... 5

III. Results:..... 8

IV. Discussion:..... 9

V. Conclusions...... 11

VI. References:..... 12

VII. Tables...... 17

VIII. Figures..... 21

RESUMEN (VERSION EN ESPAÑOL)..... 26

I. INTRODUCCIÓN..... 27

II. MATERIALES Y MÉTODOS..... 29

III. RESULTADOS..... 33

IV. DISCUSIÓN..... 34

V. CONCLUSIONES..... 36

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 37

VII. TABLAS...... 43

VIII. FIGURAS..... 47

IX. ANEXOS..... 52

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VERSION ACEPTADA PARA PUBLICAR

Comparison of smear layer removal with the use of chitosan oligosaccharide, citric acid and etilendiaminotetraacetic acid in root canals of human lower premolars: Scanning electron microscope study.

Jairo Jhoel Molina-Quispe[1] ORCID (0000-0003-1038-4514)

César Antonio Gallardo-Gutierrez[1] ORCID (0000-0001-7122-1802)

Carmen Rosa Garcia-Rupaya[1] ORCID (0000-0003-0657-6011)

Miguel Ángel Cabrera Iberico[1] ORCID (0000-0002-8128-6308)

1. Deparment of endodontics, Universidad Cientifica del Sur, Lima, Perú

Correspondencia: Jairo Jhoel Molina Quispe

Teléfono: +51 965662872

Correo: mjairo347@gmail.com

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the efficacy of chitosan-derivative and its binding to citric-acid with chelators traditionally used in clinical practice. **Materials and methods:** 50 lower premolars were decoronated, standardizing a length of 15mm, subsequently were instrumented with telescopic technique up to diameter 40.02, irrigated with 5% sodium hypochlorite. The samples were divided according to the treatment of smear layer (n=10). Group I: 5% chitosan-oligosaccharide, Group II: 5% chitosan-oligosaccharide citrate, Group III: 10% citric-acid, Group IV: 17% ethylenediaminetetraacetic-acid and Group V: distilled water. The samples were sectioned longitudinally, sputtered with gold and observed with scanning electron microscope under 2000X and 5000X magnifications (FIB-SEM Scios 2 LoVac, ThermoScientific, USA). **Results:** The comparison between groups was made with Kruskall-Wallis test ($p < .05$). Intra-group comparison was made with Mann-Whitney U test, significant differences were found between the experimental groups with the negative control group ($p < .05$) In the apical third, chitosan-oligosaccharide citrate demonstrated better smear layer removal compared to the other groups ($p < .05$), but not with ethylenediaminetetraacetic-acid ($p > .05$). In the cervical and middle thirds, no differences were found ($p > .05$). **Conclusion:** Chitosan-oligosaccharide and chitosan-oligosaccharide citrate demonstrated similar chelating effect to citric-acid and ethylenediaminetetraacetic-acid but were not superior.

Key words: Chitosan, citric acid, etilendiaminotetraacetic acid, scanning electron microscopy, smear layer

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

I. Introduction:

Biomaterials are substances designed to act within a biological environment, these can be natural, synthetic or semi-synthetic. Chitosan (CS) is considered a copolymer derived from chitin, which is a natural polymer found in nature (exoskeleton of crustaceans, plants, some fungi) has a high molecular weight (>1000KDa), its use is limited because it is slightly soluble in water, however chitosan oligosaccharide (COS) has low molecular weight, which makes it more hydrophilic, in addition to having other excellent properties (1-3)

CS is considered a strong chelator (4). COS has a great capacity to act as a metal ion chelating agent (5) as well as EDTA, which is usually used together with sodium hypochlorite (NaOCl) in irrigation protocols for the elimination of smear layer (SL) product of root instrumentation (6), its chelating activity would be explained by the fixation of metal ions in dentin (7), current literature reports up to two mechanisms for this effect (8). Another important property that chitosan possesses is the ability to remineralize dentin and act as a stabilizer of the collagen matrix (9). SL consists of a dust resulting from the interaction of the instruments inside the canal, therefore it is composed of an organic part (biofilm, pulp remains, bacteria) and an inorganic (hydroxyapatite of the dentin), the prolonged use of NaOCl alters the mechanical characteristics of the dentin and especially when alternate use is made with EDTA; since its harmful effect has been reported, manifested as considerable erosions in the dentin walls of the root canal system, therefore a final rinse with NaOCl is not recommended (10), in order to assess the effects of NaOCl and EDTA on the dentinal walls, measurement scales were established (11,28), due to the potential harmful effects, the use of chelators is not recommended beyond five minutes to achieve the SL removal (12). Regarding the comparison of chelating activity,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Silva et al (13). demonstrated that 15% EDTA presents a response similar to that of 0.2% CS, both irrigants achieving effective removal of SL.

The indiscriminate use of NaOCl together with EDTA could lead to endodontic failure due to the reduction of the mechanical strength of dentin and later to vertical fracture. CS associated with hydroxyapatite nanoparticles seems to improve the mechanical strength of dentin, restoring surface moisture and reinforcing the collagen structures (14). On the other hand, it is also said that EDTA and citric acid (CA) have an antagonistic effect on NaOCl, negatively modifying some of its properties (15) which seems not to occur when CS and NaOCl interact (16), therefore, CS was recommended as a final irrigant and alternative to EDTA after the use of NaOCl, since it is capable of producing chelation and inhibiting bacterial adhesion to the root surface (17,20). In addition to having excellent antimicrobial properties (18), on the contrary, EDTA has little antimicrobial activity (19). In vivo studies, CS has been associated with a decrease in colony-forming units (8,18) and with improvement in the postoperative symptomatology of pieces diagnosed with pulpal necrosis treated in single session (20), being soluble in acidic environment, it has been shown to have synergy with CA, taking the name of chitosan citrate, it has an excellent ability to remove SL (7).

Unlike chitin and CS, COS is less viscous and more soluble, these characteristics are desirable for a root canal irrigant; There are currently different methods for obtaining COS: physical methods, such as ultraviolet radiation, chemical methods like acid hydrolysis and enzymatic degradation (21). However, these different forms of preparation could influence the properties of COS, which is why discrepancies have been observed regarding the bioactivity of COS, for which Zhou et al. recommend standardizing its preparation (22).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Considering previous literature, the purpose of this study is to compare the effect of 5% COS, 5% chitosan oligosaccharide citrate (COSC), which is a mixture of CA and COS, 10% CA, and 17% EDTA on the SL removal inside root canals of human lower premolars, having proposed the superiority of the experimental chelating substances over CA and EDTA as alternative hypothesis.

II. Materials and methods:

This study was approved by Institutional Committee for Research Ethics of Universidad Científica del Sur, Lima, Peru (323-CIEI-CIENTIFICA-2022). The present study was carried out based on the PRILE guidelines for laboratory studies in Endodontology (23) (Figure 1). The dental pieces have been donated by a private clinic for research purposes; the authors do not know the patients who donated the teeth. The sample was obtained from the pilot study, which consisted of 15 specimens with a 95% confidence level (1-α) and 90% statistical power, resulting in an adjusted sample size of 10 premolars per group. For the present study, single-rooted mandibular premolars with a single canal and minimal or no curvature (0°-10°) evaluated with ImageJ (NIH, USA) were selected. The exclusion criteria were teeth with more than one canal, calcified canals, fractured, fissured and resorbed roots.

Preparation of 5% COS and 5% COSC:

The COS solution was prepared as follows: 5g of COS powder (Advanced Nutrients, California, USA) previously weighed on a precision balance (PIONEER OHRUS) was diluted in 100ml of distilled water, on the other hand for COSC preparation was employed 5g of COS powder (Advanced Nutrients, California, USA) previously weighed on a precision balance (PIONEER OHRUS) diluted in 100 ml of 10% CA (KMG Chemilab, Lima, Peru) with the help of a beaker, the solutions were taken to a magnetic stirrer

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Cimarec (Thermo scientific, Massachusetts, USA) programmed at 500 revolutions per minute for 2 hours.

Sample preparation:

The samples were left submerged in 10% formalin (KMG Chemilab, Peru) for 1 week for disinfection (24). Subsequently, radiographs of the samples were taken with the help of RVG Eagle equipment (Dabi Atlante, Brasil) in proximal projection to rule out the presence of an extra canal. Later it was decoronated transversely with a carbide disc (Syndent, China) in such a way that a uniform length of 15mm was established in all the pieces with the aim of making the thirds uniform, later the conductometry was carried out with a C – Pilot #10 file (VDW, Germany). and the foramen was debrided, exceeding the anatomical apex by 1 mm. Immediately afterwards, the apex was covered with yellow wax and the sample was stored in an individual container with heavy-body silicone (Speedex, Coltene, Switzerland) simulating a closed system. Manual instrumentation was performed with k files with a telescopic technique up to a k file # 40.02 (D – Perfect, Guangdong, China) so that there is a dynamic exchange of the irrigant within the root canal (25), accompanied with a volume of 2.5 ml of irrigating solution 5% NaOCl (Delta Química, Peru) between each instrument used (26). Once the instrumentation is finished, irrigate with an additional 5 ml of NaOCl.

A 5 ml syringe and a 30G needle (navitip, ultradent, USA) with an open end were used, since closed-end needles are less effective in carrying the irrigant towards the most apical portions of the preparation (27). Subsequently, the study units were divided according to the treatment of the SL:

- Group I: final irrigation with 5 ml of 5% chitosan oligosaccharide (COS)

- Group II: final irrigation with 5 ml of 5% chitosan oligosaccharide citrate (COSC)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

- Group III: final irrigation with 5 ml of 10% citric acid (CA)

- Group IV: final irrigation with 5 ml of 17% EDTA (Maquira, Brasil).

- Group V: final irrigation with 5 ml of distilled water.

The first 3 ml of the chelator were irrigated with back-and-forth movements, at the fourth ml; irrigation was supplemented with manual dynamic activation for 1 minute with a standard 40.02 gutta-percha cone (D – Perfect, China) cut 1 mm before working length with 2 mm amplitude inward and outward movements (28). The last ml was irrigated again. with to-and-fro movements. Finally, the canal was dried with standard number 40 paper cones (D – Perfect, China), until evidence of the absence of moisture in the cones.

Evaluation of SL removal:

The samples were removed from their silicone container and sectioned into two longitudinal halves, the entrance was previously sealed with Teflon, then the cut was started in the buccal-lingual direction with the help of a carbide disc at low speed without invading the root canal lumen, later with the help of fine dentin curette (Dentsply Maillefer, Switzerland) complete division was achieved, preserving the half that best exposed the apical third. The split samples were dehydrated by immersing them in 30%, 50%, 75% ethanol for 10 minutes and 100% for 30 minutes. Once all the samples were dehydrated, they were assembled into coded pieces and sputtered with gold-palladium (80%-20%) in the Q150R plus coater (QUORUM, UK) for further evaluation under the scanning electron microscope (SEM).

SEM evaluation:

Coded samples were observed using FIB-SEM Scios 2 LoVac (ThermoScientific, USA) where the samples were analyzed at 2.5mm, 6mm and 12mm of the apex (apical, middle

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

and cervical third) obtaining six photomicrographs (two for each third), under magnifications 2000X and 5000X (29), giving 300 images were examined and scored according to the criteria mentioned by Widbiller et al. (11): (Figure 2)

- Score 0: No SL

- Score 1: Presence of SL ≤ 25% of the surface.

- Score 2: Presence of SL > 25% and ≤ 50% of the surface.

- Score 3: Presence of SL > 50% and ≤ 75% of the surface.

- Score 4: Presence of SL > 75% of the surface.

Statistical analysis

The significance level for statistical analysis was set at .05 with the SPSS for windows version 22 (SPSS Inc, USA), the mean and standard error of the mean was obtained, the non-parametric Kruskall-Wallis test was used to compare data on the effectiveness of smear layer removal. Subsequently, the non-parametric Mann-Whitney U test was used to make the pair-wise comparison.

III. Results:

Two blind observers performed evaluation independently after examining 20 specimens (magnifications 2000X and 5000X) for calibration purposes. Intra- and interexaminer reliability for SEM assessment was verified by the Cohen´s kappa test showing values above .95 indicating a strong agreement.

The removal of SL was evaluated in the cervical, middle and apical thirds under magnification 2000X and 5000X (Figure 3 and Figure 4 respectively), it was observed that the greatest amount of SL was found in the apical third, at this level group II proved

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

to be slightly more effective in removal than the other experimental substances under magnifications 2000X and 5000X when applying the Kruskall-Wallis test (Table 1 and Table 2 respectively) statistically significant differences were found ($p < .05$).

The experimental groups (I-II) showed significant differences when applying the Mann-Whitney U test in all thirds when compared with the negative control ($p = .000$) (Table 1 and Table 2). In the apical third, differences were found for magnification 2000X and 5000X between groups II-III ($p = .027$ and $p = .049$ respectively) and between groups II-I ($p = .040$ for both magnifications) (Table 3 and Table 4). In cervical and middle third, no statistically significant differences were found between groups I-II-III-IV ($p > .05$ for both magnifications).

IV. Discussion:

Chitin is the second most abundant polymer on earth, as the main precursor of CS and COS it can be of animal (crustacean) or vegetable (algae and fungi) origin (1). Chemically, CS is similar to COS, since they have more N-Glucosamine units than N-Acetylglucosamine, which is more abundant in chitin. This structure explains chelation when amino groups interact with calcium. The low molecular weight of COS gives it an advantage over CS, since this characteristic makes it highly soluble in any medium (5). CS is capable of being solubilized in acidic environment (30), for which reason in the present study it has been proposed solubilize the COS in distilled water and CA, since within endodontics it can be used, in addition to its chelating capacity, its broad antibacterial spectrum and dentin remineralizing effect (31).

Regarding the preparation of the experimental irrigating substances of group I and II, it was observed that magnetic stirring for a period of 2 hours at 500 RPM and room temperature was sufficient to observe the complete dissolution of the COS powder in

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

distilled water (neutral pH) and CA (acid pH), the rheological behavior of the experimental substances COS and COSC at 5% showed fluidity, corroborating the excellent solubility and low viscosity.

Some studies reported the superiority of chitosan derivatives over EDTA in the removal of SL, using agents such as CS derived from fungi (2), COS together with calcium hypochlorite (8) and CS nanoparticles at 0.2% (32), these results could not be confirmed in the present study, probably because CS was associated with acetic acid and it was accompanied with calcium hypochlorite, which could perform better SL removal.

The experimental union of chelators has been shown to have a synergistic effect in the removal of SL, as demonstrated by 4% chitosan citrate (CA plus CS) which was as effective as 2% CS and 10% CA (7), other authors report that the application of chitosan citrate for 5 minutes was sufficient to remove the SL, with minimal erosion (33). It was also reported that the 0.2% CS achieved better SL removal at the apical level than the MTAD (CA-containing substance), however, this could not be replicated at the coronal and middle levels (34). The present study agrees with all these findings, demonstrating better COSC activity at the apical level, confirming the synergy of CA and COS. This finding is unprecedented, since there are no studies that evaluate the binding of these agents.

On the other hand, other studies have shown that 0.2% CS and 17% EDTA achieved similar SL removal, not showing significant differences (12,13,35,36) even using devices such as the endovac (37), concluding that CS is an alternative to EDTA, this study agrees with these results, since both COS, COSC and EDTA achieved equally effective SL removal.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Evaluating the apical third, considered the most critical, some authors have shown that 0.2% CS was superior to 17% EDTA in SL removal (38), using ultrasonic devices for irrigant activation (39) or using the endovac (9). In contrast to the findings of the present study, it was not possible to demonstrate the superiority of COS and COSC over EDTA in the apical third, considering that conventional manual irrigation was used in the present study.

NaOCl is the irrigant most used by endodontists (4), however its interaction with traditional chelants such as EDTA and CA alter some of its properties (15). On the contrary, it has been shown by iodometric titration that CS does not affect the properties of NaOCl (16).

The limitation of this study covers the use of SEM for the evaluation of SL removal, since only a portion of the entire root canal system is evaluated. The ideal evaluation would be with microcomputed tomography (micro-CT).

For future research on chelating activity, it is suggested to deepen the effects of sonic, ultrasonic and laser devices on COS and COSC, as well as on the erosive activity of these substances.

With a p value > .05 the alternative hypothesis was rejected. The experimental substances were not superior to 17% EDTA and 10% CA in terms of SL removal.

V. Conclusions.

This study demonstrated that under laboratory conditions, COS and COSC were as effective in removing smear layer as the traditional chelators EDTA and CA. At the apical level, it was demonstrated that the experimental union of COS and CA (COSC) achieved better results. Both experimental irrigants could be an alternative to traditional chelators.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VI. References:

1. Fakhri E, Eslami H, Maroufi P et al. Chitosan biomaterials application in dentistry. Int J Biol Macromol. 2020;162: 956–74.

2. Huang ST, Teng NC, Wang HH, Hsieh SC, Yang JC. Wasted Ganoderma tsugae derived chitosans for smear layer removal in endodontic treatment. Polymers (Basel) 2019; 11:1–9.

3. Qin Z, Zhao L. Oligosaccharides of Chitin and Chitosan: Bio-Manufacture and Applications. 1st edition. Singapore: Springer; 2019.

4. Basrani B, Malkhassian G. Update of Endodontic Irrigant Solutions. In: Basrani B, editor. Endodontic Irrigation Chemical Desinfection of the Root Canal System. 1st ed. Toronto: Springer; 2015. p. 99-112.

5. Naveed M, Phil L, Sohail M et al. Chitosan oligosaccharide (COS): An overview. Int J biol Macromol. 2019;129: 827-843.

6. Penumaka R, Konagala RK, Shaik J, Ram Sunil CH, Reddy PL, Kiran Naik MK. Scanning electron microscopy evaluation of chitosan and carboxymethyl chitosan as retrograde smear layer removing agents. J Conserv Dent. 2019; 22: 573-577.

7. Praveen M, Aarthi G, Meenapriya PK, Kumar SS, Kumar NSM, Karunakaran JV. A Comparative Evaluation of Intraradicular Smear Removal Efficacy of 2% Chitosan (Low Molecular Weight), 4% Chitosan Citrate, and 10% Citric Acid when Used as Final Rinse in Irrigation Protocols: A Field Emission Scanning Electron Microscopic Study. J Pharm Bioallied Sci 2017; 9: S73-S78.

8. Kaur G, Reddy T, Venkatesh K, Mahalakshmi K. Effects of chitosan oligosaccharide and calcium hypochlorite on E. Faecali dentinal biofilm and smear layer removal-SEM analysis. Indian J Dent Res 2020;31: 550 – 556.

9. Karuppiah G, Ahamed A, Sreekrishnapillai B et al. Comparison of efficacy of 17% ethylenediaminetetraacetic acid, 0.2% chitosan nanoparticles, and QMIX2in1 in smear layer removal at apical third of root canal, using endovac system irrigation system - An in vitro scanning electron microscope study. Endodontology 2021;33: 206–11.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

10. Haapasalo M, Qian W, Shen YA. Irrigation Beyond the Smear Layer. Endod Top 2012;27: 35–53.

11. Widbiller M, Rosendahl A, Schlichting R et al. Impact of Endodontic Irrigant Activation on Smear Layer Removal and Surface Disintegration of Root Canal Dentine In Vitro. Healthcare 2023, 11: 376.

12. Sarkees M & Al-Maarrawi K. Chitosan: A natural substitute of EDTA solution for final irrigation in endodontics treatment. Niger J Clin Pract 2020; 23: 697-703.

13. Silva P, Guedes D, Nakadi F, Pécora J, Cruz-Filho A. Chitosan: a new solution for removal of smear layer after root canal instrumentation. Int Endod J. 2012; 46: 322- 328.

14. Hashmi A, Zhang X, Kishen A. Impact of Dentin Substrate Modification with Chitosan-Hydroxyapatite Precursor Nanocomplexes on Sealer Penetration and Tensile Strength. J Endod 2019; 45:935–42.

15. Rossi-Fedele G, Doğramacı EJ, Guastalli AR, Steier L, Poli de Figuereido JA. Antagonist Interactions between Sodium Hypochlorite, Chlorhexidine, EDTA, and Citric Acid. J Endod 2012; 38:426-431.

16. Rajachar PB, Vidhya MS, Karale R, Govindaraju VK, Shetty NK. Evaluation of Free Available Chlorine of Sodium Hypochlorite When Admixed with 0.2% Chitosan: A Preliminary Study. J Contemp Dent Pract 2021; 22: 1171-1174.

17. Del Carpio-Perochena A, Bramante CM, Duarte MAH, de Moura MR, Aouada FA, Kishen A. Chelating and antibacterial properties of chitosan nanoparticles on dentin. Restor Dent Endod 2015; 40: 195-201.

18. Loyola-Rodríguez JP, Torres-Méndez F, Espinosa-Cristobal LF et al. Antimicrobial activity of endodontic sealers and medications containing chitosan and silver nanoparticles against Enterococcus faecalis. J Appl Biomater Funct Mater 2019;17: 228-243.7

19. Zendher M. Root Canal Irrigants. J Endod 2006; 32: 389 – 398.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

20. Nasr M, Diab A, Roshdy NN, Farouk A. Assessment of antimicrobial efficacy of nano chitosan, chlorhexidine, chlorhexidine/nano chitosan combination versus sodium hypochlorite irrigation in patients with necrotic mandibular premolars: A randomized clinical trial. Open Access Maced J Med Sci 2021;9: 235–42.

21. Benchamas G, Huang G, Huang S, Huang H. Preparation and biological activities of chitosan oligosaccharides. Trends Food Sci Technol 2021;107: 38–44.

22. Zhou J, Wen B, Xie H et al. Advances in the preparation and assessment of the biological activities of chitosan oligosaccharides with different structural characteristics. Food Funct 2021;12: 926–951.

23. Nagendrababu V, Murray PE, Ordinola-Zapata R et al. PRILE 2021 guidelines for reporting laboratory studies in Endodontology: A consensus-based development. Int Endod J 2021;54: 1482-1490.

24. Chandki R, Maru R, Gunwal M, Garg A, Mishra A. A comparison of different methods for disinfection or sterilization of extracted human teeth to be used for dental education purposes. World J Dent 2013;4: 29-31.

25. Boutsioukis C, Van der Sluis L. Syringe Irrigation: Blending Endodontics and Fluid Dynamics. In: Basrani B, editor. Endodontic Irrigation Chemical Desinfection of the Root Canal System. 1st edition. Toronto: Springer; 2015. p. 45-60.

26. MR Leonardo. Endodontics: Root Canal Treatment. Technical and Biological Principles. 1st edition. Sao Paulo, Brazil. Artes Médicas Latinoamerica; 2005 (Spanish).

27. Boutsioukis C, Arias-Moliz MT. Irrigations Solutions, Devices and Techniques. In: Camilleri J, editor. Endodontic Materials in Clinical Practice. 1st edition. Birmingham, UK: Jhon Willey and Sons Ltd; 2021. p. 133-180.

28. Matchtou, P. Manual dynamic activation technique. Clin Dent Rev 2018; 2: 1-5.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

29. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J et al. A new solution for the removal of the smear layer. J Endod 2003;29: 170–5.

30. Abourehab MA, Pramanik S, Abdelgawad MA et al. Recent advances of chitosan formulations in biomedical applications. Int. J. Mol. Sci. 2022;23: 10975.

31. Krishna N, Lolayekar N. Application of Chitosan Biomaterials in Dentistry—A Narrative Review. J. Allied Health Sci. NU 2023; 2.

32. Bajpe S, Shetty C, Shetty A, Kaur G, Saji SA, Prabha C. Scanning electron microscopy evaluation of smear layer removal using ethylenediaminetetraacetic acid, etidronic acid, and chitosan nanoparticle solution as root canal irrigants. Endodontology 2023; 35: 48-53.

33. Suzuki S, Masuda Y, Morisaki H, Yamada Y, Kuwata H, Takashi M. The Study of Chitosan-Citrate Solution as a Root Canal Irrigant: A Preliminary Report. Oral Hyg Health. 2014; 2: 142.

34. Zhou H, Li Q, Wei L, Huang S, Zhao S. A comparative scanning electron microscopy evaluation of smear layer removal with chitosan and MTAD. Niger J Clin Pract 2018; 21: 76-80.

35. Mathew SP, Pai VS, Usha G, Nadig RR. Comparative evaluation of smear layer removal by chitosan and ethylenediaminetetraacetic acid when used as irrigant and its effect on root dentine: An in vitro atomic force microscopic and energy-dispersive X-ray analysis. J Conserv Dent 2017; 20:245-250.

36. Ratih DN, Enggardipta RA, Kartikaningtyas AT. The effect of chitosan nanoparticle as a final irrigation solution on the smear layer removal, micro-hardness and surface roughness of root canal dentin. Open Dent J 2020;14: 19-26.

37. El Zayat S, Fawzy M, Bastawy H. Efficacy of Chitosan as Root Canal Irrigant in Removing Smear Layer in Curved Root Canals Using Endovac Irrigation System (SEM Study). *Al-Azhar dent. j. girls* 2018; 5(Suppl): 485-494.

38. Hussein ER, Shukri BM, Ibrahim RH. The effect of chitosan nanoparticle, citric acid, and ethylenediaminetetraacetic acid on dentin smear layer using two

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

different irrigation needles: A scanning electron microscope study. J Conserv Dent 2022; 25:431-435.

39. Kamble AB, Abraham S, Kakde DD, Shashidhar C, Mehta DL. Scanning Electron Microscopic Evaluation of Efficacy of 17% Ethylenediaminetetraacetic Acid and Chitosan for Smear Layer Removal with Ultrasonics: An In vitro Study. Contemp Clin Dent 2017;8: 621-626.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VII. Tables.

Table 1. Presence of SL by thirds at 2000X

Radicular third	Group	Mean	Standard error of the mean	P valor (Kruskal-Wallis test)
Cervical third	I	0.80	0.249	**0.000**
	II	0.50	0.269	
	III	0.40	0.267	
	IV	0.50	0.224	
	V	4.00	0.000	
Middle third	I	0.90	0.407	**0.000**
	II	0.80	0.416	
	III	0.40	0.221	
	IV	0.40	0.221	
	V	4.00	0.000	
Apical third	I	1.70	0.559	**0.000**
	II	0.60	0.221	
	III	1.40	0.427	
	IV	0.90	0.433	
	V	4.00	0.000	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Table 2. Presence of SL by thirds at 5000X

Radicular third	Group	Mean	Standard error of the mean	P valor (Kruskal-Wallis test)
Cervical third	I	0.70	0.300	**0.000**
	II	0.50	0.269	
	III	0.40	0.221	
	IV	0.50	0.224	
	V	4.00	0.000	
Middle third	I	0.80	0.416	**0.000**
	II	0.70	0.396	
	III	0.30	0.213	
	IV	0.30	0.153	
	V	4.00	0.000	
Apical third	I	1.80	0.573	**0.000**
	II	0.30	0.213	
	III	1.10	0.433	
	IV	1.00	0.422	
	V	4.00	0.000	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Table 3. Intra-group comparison at 2000X

Radicular third	Irrigant (Intra-group comparison)	P valor (Mann-Whitney U test)
Cervical third	IV-III	0.512
	IV-II	0.823
	IV-I	0.362
	IV-V	**0.000**
	III-II	0.689
	III-I	0.168
	III-V	**0.000**
	II-I	0.314
	II-V	**0.000**
	I-V	**0.000**
Middle third	IV-III	1.000
	IV-II	0.155
	IV-I	0.343
	IV-V	**0.000**
	III-II	0.155
	III-I	0.343
	III-V	**0.000**
	II-I	0.629
	II-V	**0.000**
	I-V	**0.000**
Apical third	IV-III	0.299
	IV-II	0.282
	IV-I	0.289
	IV-V	**0.000**
	III-II	**0.027**
	III-I	0.815
	III-V	**0.000**
	II-I	**0.040**
	II-V	**0.000**
	I-V	**0.000**

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Table 4. Intra-group comparison at 5000X.

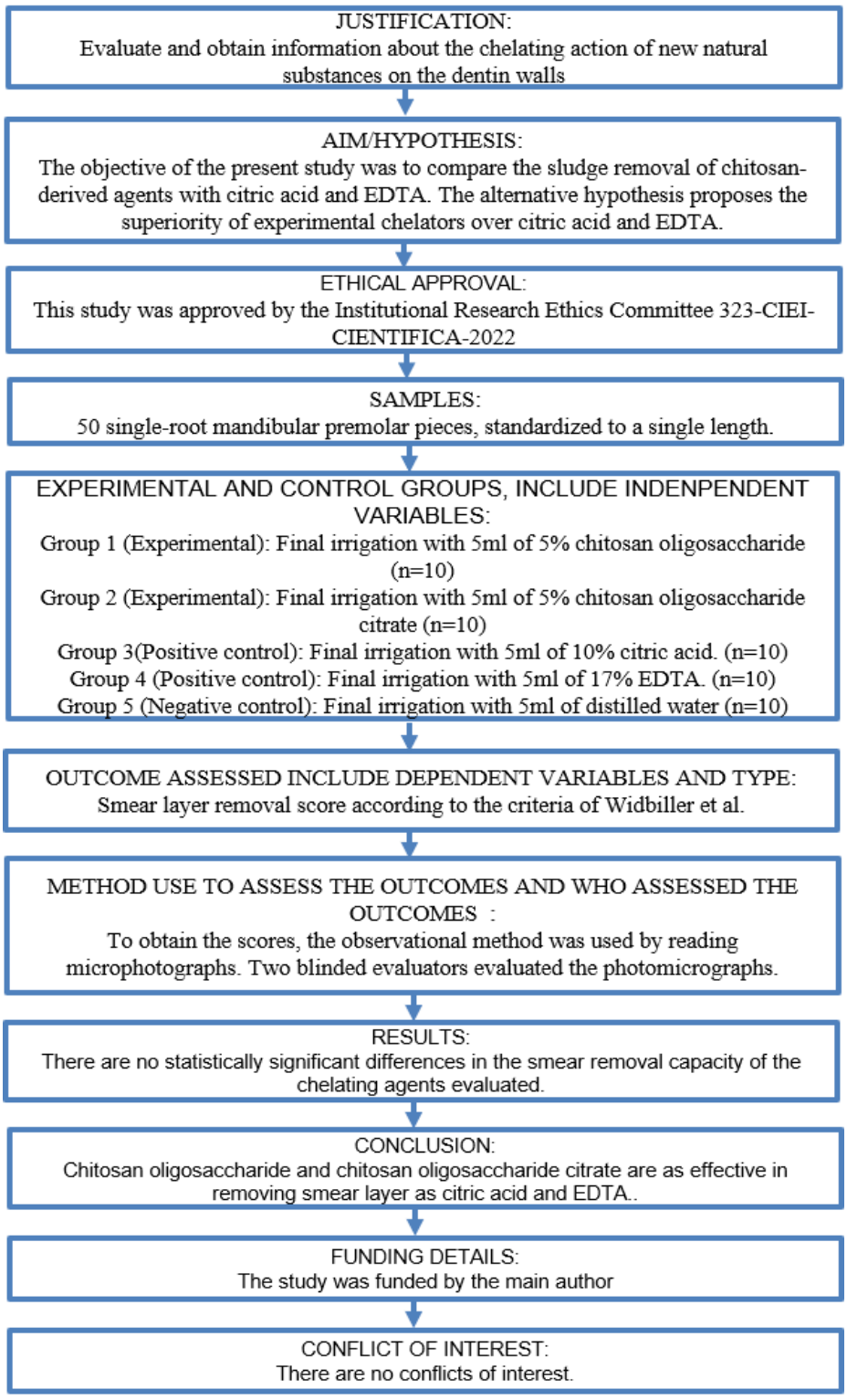
Radicular third	Irrigant (Intra-group comparison)	P valor (Mann-Whitney U test)
Cervical	IV-III	0.687
	IV-II	0.823
	IV-I	0.730
	IV-V	**0.000**
	III-II	0.888
	III-I	0.503
	III-V	**0.000**
	II-I	0.622
	II-V	**0.000**
	I-V	**0.000**
Middle	IV-III	0.726
	IV-II	0.473
	IV-I	0.473
	IV-V	**0.000**
	III-II	0.326
	III-I	0.326
	III-V	**0.000**
	II-I	1.000
	II-V	**0.000**
	I-V	**0.000**
Apical	IV-III	0.841
	IV-II	0.154
	IV-I	0.358
	IV-V	**0.000**
	III-II	**0.049**
	III-I	0.477
	III-V	**0.000**
	II-I	**0.040**
	II-V	**0.000**
	I-V	**0.000**

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VIII. Figures

Figure 1.

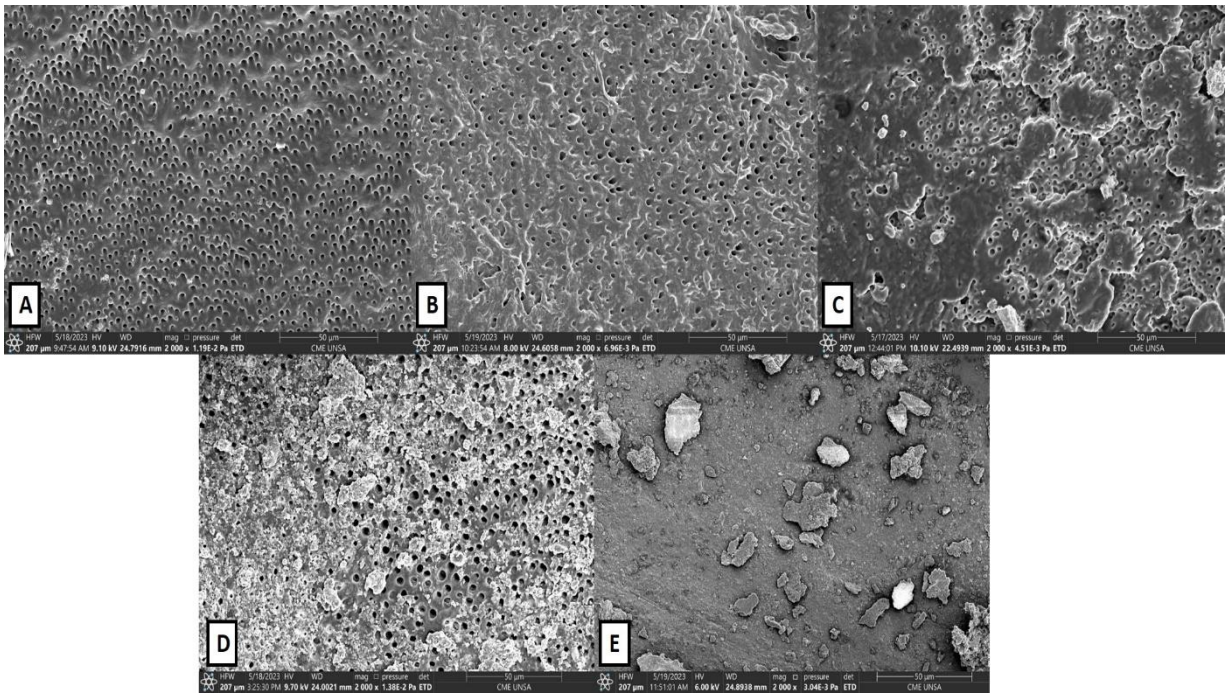


Prile Flowchart.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figure 2.

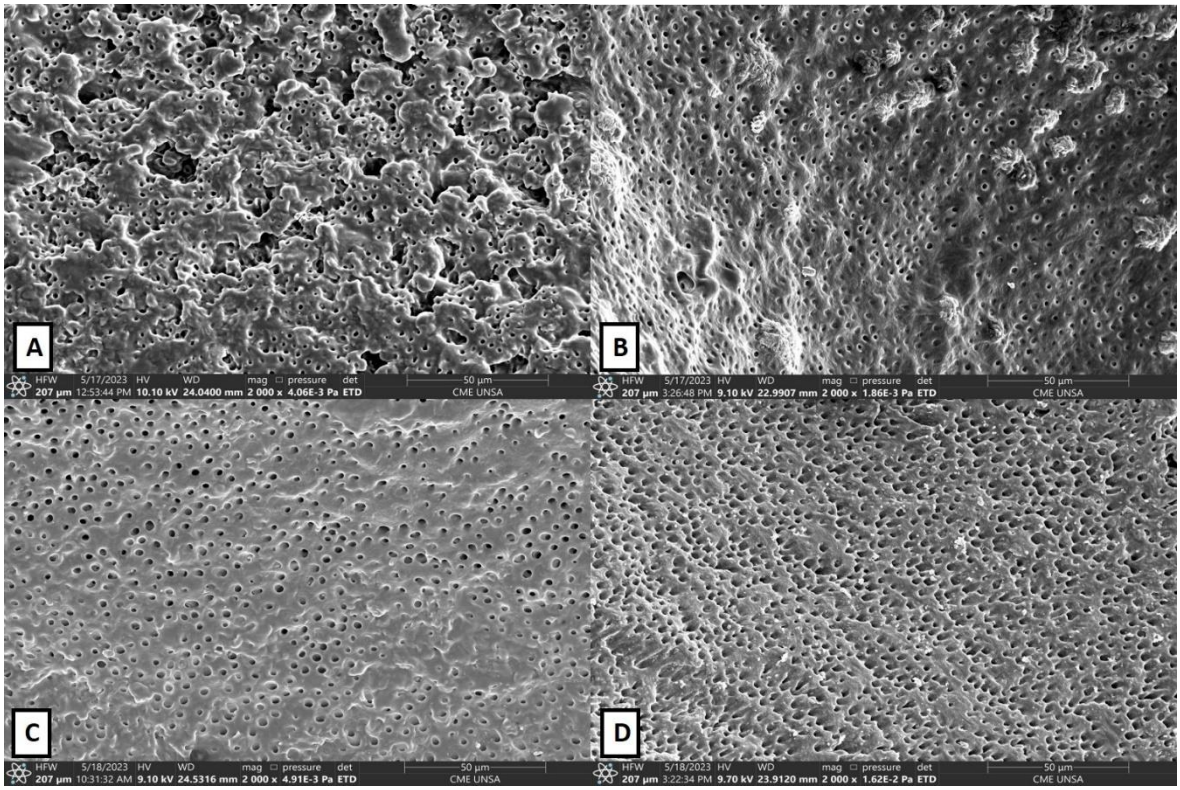


Widbiller scoring system. A) Score 0; B) Score 1; C) Score 2; D) Score 3; E) Score 4. Gold-Palladium stain.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figure 3

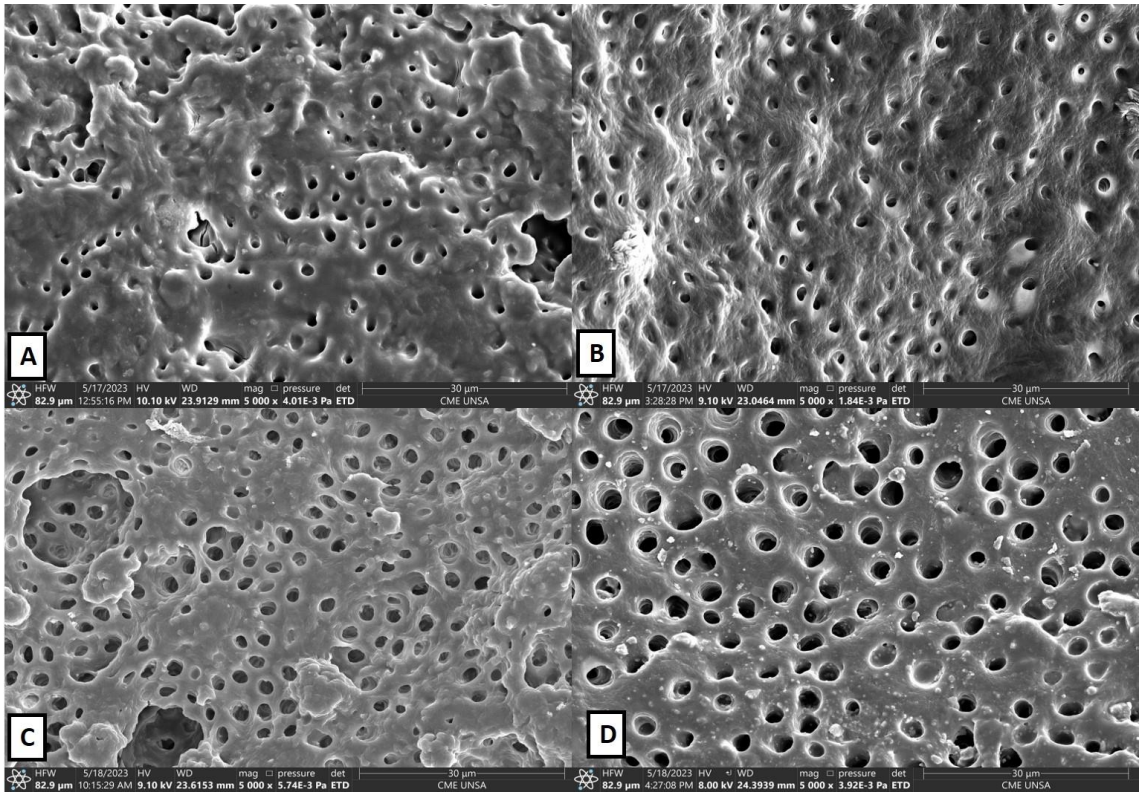


Photomicrographs under 2000X magnification. A) Middle third from group I; B) Apical third from group II; C) Cervical third from group III; D) Cervical third from group IV. Gold-Palladium stain.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figure 4



Photomicrographs under 5000X magnification. A) Middle third from group I; B) Apical third from group II; C) Cervical third from group III; D) Cervical third from group IV. Gold-Palladium stain.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Abbreviations.

CS: Chitosan

COS: Chito-oligosaccharide.

COSC: Chitosan-oligosaccharide citrate.

CA: Citric acid

EDTA: Etilendiaminotetraacetic acid

SL: Smear layer

SEM: Scaning electron microscope

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESUMEN (VERSION EN ESPAÑOL)

El propósito de este estudio fue comparar la eficacia del derivado del quitosano y su unión al ácido cítrico con los quelantes utilizados tradicionalmente en la práctica clínica. **Materiales y métodos:** Se decoronaron 50 premolares inferiores, estandarizando a longitud de 15 mm, posteriormente se instrumentaron con técnica telescópica hasta diámetro 40.02, irrigados con hipoclorito de sodio al 5%. Las muestras se dividieron según el tratamiento del barro dentinario (n=10). Grupo I: Oligosacárido de quitosano al 5%, Grupo II: Citrato de oligosacárido de quitosano al 5%, Grupo III: Ácido cítrico al 10%, Grupo IV: Ácido etilendiaminotetraacético al 17% y Grupo V: Agua destilada. Las muestras se seccionaron longitudinalmente, se pulverizaron con oro y se observaron con un microscopio electrónico de barrido con aumentos de 2000X y 5000X (FIB-SEM Scios 2 LoVac, ThermoScientific, EE. UU.). **Resultados:** La comparación entre grupos se realizó con la prueba de Kruskall-Wallis ($p < .05$). La comparación intragrupo se realizó con la prueba U de Mann-Whitney, encontrandose diferencias significativas entre los grupos experimentales con el grupo control negativo ($p < .05$) En el tercio apical, el citrato de quitosano-oligosacárido demostró una mejor eliminación de la capa de barro en comparación con los otros grupos ($p < .05$), pero no con el ácido etilendiaminotetraacético ($p > .05$). En el tercio cervical y medio no se encontraron diferencias ($p > .05$). **Conclusión:** El oligosacárido de quitosano y el citrato de oligosacárido de quitosano demostraron un efecto quelante similar al del ácido cítrico y al ácido etilendiaminotetraacético, pero no fueron superiores.

Palabras claves: Quitosano, ácido cítrico, ácido etilendiaminotetraacético, microscopía electrónica de barrido, barro dentinario

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

I. INTRODUCCIÓN

Los biomateriales son sustancias diseñadas para actuar dentro de un ambiente biológico, estos pueden ser naturales, sintéticos o semisintéticos. El quitosano (QS) es considerado un copolímero derivado de la quitina, que es un polímero natural que se encuentra en la naturaleza (exoesqueleto de crustáceos, plantas, algunos hongos) tiene un alto peso molecular (>1000KDa), su uso es limitado porque es ligeramente soluble en agua, sin embargo, el oligosacárido de quitosano (OQS) tiene un peso molecular bajo, lo que lo hace más hidrófilo, además de tener otras excelentes propiedades (1-3)

El QS se considera un quelante fuerte (4). El OQS tiene una gran capacidad para actuar como agente quelante de iones metálicos (5) así como el EDTA, que suele utilizarse junto con el hipoclorito de sodio (NaOCl) en protocolos de irrigación para la eliminación de la capa de barro dentinario (BD) producto de la instrumentación radicular (6), su actividad quelante se explicaría por la fijación de iones metálicos en la dentina (7), la literatura actual reporta hasta dos mecanismos para este efecto (8). Otra propiedad importante que posee el quitosano es la capacidad de remineralizar la dentina y actuar como estabilizador de la matriz de colágeno (9). BD consiste en un polvo resultante de la interacción de los instrumentos dentro del conducto, por lo tanto está compuesto por una parte orgánica (biopelícula, restos pulpares, bacterias) y una inorgánica (hidroxiapatita de la dentina), el uso prolongado de NaOCl altera las características mecánicas de la dentina y especialmente cuando se realiza con el uso alternativo de EDTA; ya que se ha reportado su efecto nocivo, manifestado como erosiones considerables en las paredes dentinarias del sistema de conductos radiculares, por lo que no se recomienda un enjuague final con NaOCl (10), para evaluar los efectos del NaOCl y EDTA sobre las paredes dentinarias, Se establecieron escalas de medición (11,28), debido a los potenciales efectos nocivos,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

no se recomienda el uso de quelantes más allá de cinco minutos para lograr la eliminación de BD (12). En cuanto a la comparación de la actividad quelante, Silva et al (13). demostraron que el EDTA al 15% presenta una respuesta similar a la de QS al 0,2%, logrando ambos irrigantes una eliminación efectiva de BD.

El uso indiscriminado de NaOCl junto con EDTA podría conducir al fracaso endodóntico por reducción de la resistencia mecánica de la dentina y posteriormente a la fractura vertical. El QS asociado con nanopartículas de hidroxiapatita parece mejorar la resistencia mecánica de la dentina, restaurando la humedad de la superficie y reforzando las estructuras de colágeno (14). Por otro lado, también se dice que el EDTA y el ácido cítrico (AC) tienen un efecto antagónico sobre el NaOCl, modificando negativamente algunas de sus propiedades (15) lo que parece no ocurrir cuando interactúan el QS y el NaOCl (16), por lo tanto, el QS fue recomendado como irrigante final y alternativa al EDTA luego del uso de NaOCl, ya que es capaz de producir quelación e inhibir la adhesión bacteriana a la superficie radicular (17,20). Además de tener excelentes propiedades antimicrobianas (18), por el contrario, el EDTA tiene poca actividad antimicrobiana (19). Estudios in vivo, el QS se ha asociado con una disminución de las unidades formadoras de colonias (8,18) y con una mejoría en la sintomatología postoperatoria de piezas diagnosticadas con necrosis pulpar tratadas en una sola sesión (20), al ser soluble en medio ácido, ha demostrado tener sinergia con AC, tomando el nombre de citrato de quitosano, que posee una excelente capacidad para eliminar BD (7).

A diferencia de la quitina y el QS, el OQS es menos viscoso y más soluble; estas características son deseables para un irrigante del conducto radicular; Actualmente existen diferentes métodos para la obtención de OQS: métodos físicos, como la radiación ultravioleta, métodos químicos como la hidrólisis ácida y la degradación enzimática (21).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Sin embargo, estas diferentes formas de preparación podrían influir en las propiedades del OQS, por lo que se han observado discrepancias en cuanto a la bioactividad del OQS, por lo que Zhou y col. recomiendan estandarizar su preparación (22).

Teniendo en cuenta la literatura anterior, el propósito de este estudio es comparar el efecto OQS al 5%, de citrato de oligosacárido de quitosano al 5% (COQS), que es una mezcla de AC y OQS, AC al 10% y EDTA al 17% en la eliminación de BD en conductos radiculares de premolares inferiores humanos, habiendo propuesto la superioridad de las sustancias quelantes experimentales sobre AC y EDTA como hipótesis alternativa.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Científica del Sur, Lima, Perú (323-CIEI-CIENTIFICA-2022) y se realizó con base en los lineamientos PRILE para estudios de laboratorio en Endodoncia (23) (Figura 1). Las piezas dentales han sido donadas por una clínica privada con fines de investigación; los autores desconocen los pacientes que donaron los dientes. La muestra se obtuvo del estudio piloto, que consistió en 15 muestras con un nivel de confianza del 95% (1-α) y un poder estadístico del 90%, lo que resultó en un tamaño de muestra ajustado de 10 premolares por grupo. Para el presente estudio, se seleccionaron premolares mandibulares unirradiculares con un solo canal y curvatura mínima o nula (0°-10°) evaluados con ImageJ (NIH, EE. UU.). Los criterios de exclusión fueron dientes con más de un conducto, conductos calcificados, raíces fracturadas, fisuradas y reabsorbidas.

Preparación de OQS al 5% y COQS al 5%:

La solución de OQS se preparó de la siguiente manera: 5 g de polvo de OQS (Advanced Nutrients, California, EE. UU.) previamente pesados en una balanza de precisión

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

(PIONEER OHRUS) se diluyeron en 100 ml de agua destilada, por otro lado, para la preparación de COQS se emplearon 5 g de OQS. polvo (Advanced Nutrients, California, USA) previamente pesado en una balanza de precisión (PIONEER OHRUS) diluido en 100 ml de AC al 10% (KMG Chemilab, Lima, Perú) con ayuda de un vaso de precipitado, las soluciones se llevaron a un agitador magnético Cimarec (Thermo Scientific, Massachusetts, EE.UU.) programado a 500 revoluciones por minuto durante 2 horas.

Preparación de la muestra:

Las muestras se dejaron sumergidas en formalina al 10% (KMG Chemilab, Perú) durante 1 semana para su desinfección (24). Posteriormente se tomaron radiografías de las muestras con ayuda del equipo RVG Eagle (Dabi Atlante, Brasil) en proyección proximal para descartar la presencia de un canal extra. Posteriormente se decoronaron transversalmente con un disco de carburo (Syndent, China) de tal manera que se estableció una longitud uniforme de 15mm en todas las piezas con el objetivo de uniformar los tercios radiculares, posteriormente se realizó la conductometría con una lima C – Pilot. #10 (VDW, Alemania). y se desbridó el foramen apical, superando el ápice anatómico en 1 mm. Inmediatamente después, se cubrió el ápice con cera amarilla y se almacenó la muestra en un recipiente individual con silicona pesada (Speedex, Coltene, Suiza) simulando un sistema cerrado. La instrumentación manual se realizó con limas k con técnica telescópica hasta una lima k # 40.02 (D – Perfect, Guangdong, China), para que haya un intercambio dinámico del irrigante dentro del conducto radicular (25), acompañado con un volumen de 2.5 ml de solución irrigante de NaOCl al 5% (Delta Química, Perú) entre cada instrumento utilizado (26). Una vez finalizada la instrumentación, se irriga con 5 ml adicionales de NaOCl.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Se utilizó una jeringa de 5 ml y una aguja de 30G (navitip, ultradent, EE. UU.) con extremo abierto, ya que las agujas de extremo cerrado son menos efectivas para llevar el irrigante hacia las porciones más apicales de la preparación (27). Posteriormente, las unidades de estudio se dividieron según el tratamiento del BD:

- Grupo I: irrigación final con 5 ml de oligosacárido de quitosano (OQS) al 5%

- Grupo II: irrigación final con 5 ml de citrato oligosacárido de quitosano (COQS) al 5%

- Grupo III: riego final con 5 ml de ácido cítrico (AC) al 10%

- Grupo IV: irrigación final con 5 ml de EDTA al 17% (Maquira, Brasil).

- Grupo V: irrigación final con 5 ml de agua destilada.

Los primeros 3 ml del quelante se irrigaron con movimientos de vaivén, al cuarto ml, la irrigación se complementó con activación dinámica manual durante 1 minuto con un cono de gutapercha estándar 40.02 (D – Perfect, China) cortado 1 mm antes de la longitud de trabajo con movimientos hacia adentro y hacia afuera de 2 mm de amplitud (28). Se irrigó nuevamente el último ml. con movimientos de ida y vuelta. Finalmente, el conducto se secó con conos de papel estándar número 40 (D – Perfect, China), hasta evidenciar ausencia de humedad en los conos.

Evaluación de la eliminación del BD:

Las muestras fueron retiradas de su recipiente de silicona y seccionadas en dos mitades longitudinales, previamente se selló la entrada con teflón, luego se inició el corte en sentido vestibular-lingual con ayuda de un disco de carburo a baja velocidad sin invadir la luz del conducto radicular, posteriormente con ayuda de cureta de dentina fina

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

(Dentsply Maillefer, Suiza) se logró la división completa, preservando la mitad que mejor exponía el tercio apical. Las muestras divididas se deshidrataron sumergiéndolas en etanol al 30%, 50%, 75% durante 10 minutos y 100% durante 30 minutos. Una vez que todas las muestras estuvieron deshidratadas, se ensamblaron en "stubs" codificados y se pulverizaron con oro-paladio (80 % -20 %) en el recubridor Q150R plus (QUORUM, Reino Unido) para su posterior evaluación bajo el microscopio electrónico de barrido (MEB).

Evaluación al MEB:

Las muestras codificadas se observaron mediante FIB-SEM Scios 2 LoVac (ThermoScientific, USA) donde las muestras se analizaron a 2,5 mm, 6 mm y 12 mm del ápice (tercio apical, medio y cervical) obteniendo seis microfotografías (dos por cada tercio), Se examinaron y calificaron bajo aumentos de 2000X y 5000X (29), dando un total de 300 imágenes, de acuerdo con los criterios mencionados por Widbiller et al. (11): (Figura 2)

- Puntuación 0: Sin BD.

- Puntuación 1: Presencia de BD ≤ 25% de la superficie.

- Puntuación 2: Presencia de BD > 25% y ≤ 50% de la superficie.

- Puntuación 3: Presencia de BD > 50% y ≤ 75% de la superficie.

- Puntuación 4: Presencia de BD > 75% de la superficie.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Análisis estadístico

El nivel de significancia para el análisis estadístico se fijó en .05 con el SPSS para windows versión 22 (SPSS Inc, USA), se obtuvo la media y el error estándar de la media, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskall-Wallis para comparar datos de la eficacia de la eliminación de la capa de barro dentinario. Posteriormente se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para realizar la comparación por pares.

III. RESULTADOS

Dos observadores realizaron la evaluación en ciego, de forma independiente, después de examinar 20 muestras (aumentos 2000X y 5000X) con fines de calibración. La confiabilidad intra e interexaminador para la evaluación al MEB se verificó mediante la prueba kappa de Cohen que muestra valores superiores a .95, lo que indica una fuerte concordancia.

Se evaluó la remoción de BD en los tercios cervical, medio y apical bajo magnificación 2000X y 5000X (Figura 3 y Figura 4 respectivamente), se observó que la mayor cantidad de BD se encontró en el tercio apical, a este nivel, el grupo II resultó ser ligeramente más eficaz en la eliminación que las otras sustancias experimentales bajo aumentos de 2000X y 5000X, al aplicar la prueba de Kruskall-Wallis (Tabla 1 y Tabla 2 respectivamente) se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < .05$).

Los grupos experimentales (I-II) mostraron diferencias significativas al aplicar la prueba U de Mann-Whitney en todos los tercios al compararlos con el control negativo ($p = .000$) (Tabla 1 y Tabla 2). En el tercio apical se encontraron diferencias para los aumentos 2000X y 5000X entre los grupos II-III ($p = .027$ y $p = .049$ respectivamente) y entre los grupos II-I ($p = .040$ para ambos aumentos) (Tabla 3 y Tabla 4). En los tercios cervical y

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

medio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos I-II-III-IV ($p > .05$ para ambos aumentos).

IV. DISCUSIÓN

La quitina es el segundo polímero más abundante en la tierra, como principal precursor del QS y OQS puede ser de origen animal (crustáceos) o vegetal (algas y hongos) (1). Químicamente, el QS es similar al OQS, ya que tiene más unidades de N-Glucosamina que la N-Acetilglucosamina, que es más abundante en la quitina. Esta estructura explica la quelación cuando los grupos amino interactúan con el calcio. El bajo peso molecular del OQS le otorga una ventaja sobre el QS, ya que esta característica lo hace altamente soluble en cualquier medio (5). El QS es capaz de solubilizarse en ambiente ácido (30), por lo que en el presente estudio se ha propuesto solubilizar el OQS en agua destilada y AC, ya que en el campo endodóntico se puede utilizar, además de su capacidad quelante, su amplio espectro antibacteriano y efecto remineralizante de la dentina (31).

Respecto a la preparación de los irrigantes experimentales del grupo I y II, se observó que la agitación magnética por un período de 2 horas a 500 RPM y temperatura ambiente fue suficiente para observar la completa disolución del polvo de OQS en agua destilada (pH neutro). y AC (pH ácido), el comportamiento reológico de las sustancias experimentales OQS y COQS al 5% mostró fluidez, corroborando la excelente solubilidad y baja viscosidad.

Algunos estudios reportaron la superioridad de los derivados del quitosano sobre el EDTA en la remoción de BD, utilizando agentes como el QS derivado de hongos (2), COS junto con hipoclorito de calcio (8) y nanopartículas de QS al 0.2% (32), estos resultados no pudieron confirmarse en el presente estudio, probablemente porque el QS

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

se asoció con ácido acético y se acompañó con hipoclorito de calcio, que pudo realizar una mejor eliminación del BD.

La unión experimental de quelantes ha demostrado tener un efecto sinérgico en la eliminación del BD, como lo demuestra el citrato de quitosano al 4% (AC más QS) que fue tan efectivo como el QS al 2% y el AC al 10% (7), otros autores informan que la aplicación de citrato de quitosano durante 5 minutos fue suficiente para eliminar el BD, con mínima erosión (33). También se reportó que el QS al 0,2 % logró una mejor eliminación del BD que el MTAD a nivel apical (sustancia que contiene AC); sin embargo, esto no pudo replicarse en los tercios coronal y medio (34). El presente estudio concuerda con todos estos hallazgos, demostrando una mejor actividad de COQS a nivel apical, confirmando la sinergia de AC y OQS. Este hallazgo no tiene precedentes, ya que no existen estudios que evalúen la unión de estos agentes.

Por otro lado, otros estudios han demostrado que QS al 0,2% y EDTA al 17% lograron una eliminación similar del BD, no mostrando diferencias significativas (12,13,35,36) incluso utilizando dispositivos como el endovac (37), concluyendo que el QS es una alternativa al EDTA, este estudio concuerda con estos resultados, ya que tanto OQS, COQS como EDTA lograron una eliminación del BD igualmente efectiva.

Evaluando el tercio apical, considerado el más crítico, algunos autores han demostrado que el QS al 0.2% fue superior al EDTA al 17% en la eliminación de BD (38), utilizando dispositivos ultrasónicos para la activación del irrigante (39) o utilizando el endovac (9). En contraste con los hallazgos del presente estudio, no fue posible demostrar la superioridad de OQS y COQS sobre EDTA en el tercio apical, considerando que en el presente estudio se utilizó irrigación manual convencional.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El NaOCl es el irrigante más utilizado por los endodoncistas (4), sin embargo, su interacción con quelantes tradicionales como EDTA y AC alteran algunas de sus propiedades (15). Por el contrario, mediante titulación yodométrica, se ha demostrado que el QS no afecta las propiedades del NaOCl (16).

Como limitante de este estudio, se comprende que el MEB para la evaluación de la remoción de BD, solo evalúa una porción de todo el sistema de conductos radiculares. La evaluación ideal sería con tomografía microcomputarizada (micro-CT).

Para futuras investigaciones sobre la actividad quelante, se sugiere profundizar en los efectos de los dispositivos sónicos, ultrasónicos y láser sobre OQS y COQS, así como sobre la actividad erosiva de estas sustancias.

Con un valor de $p > .05$ se rechazó la hipótesis alternativa. Las sustancias experimentales no fueron superiores al EDTA al 17% y AC al 10% en términos de eliminación de BD.

V. CONCLUSIONES

Este estudio demostró que, en condiciones de laboratorio, OQS y COQS fueron tan eficaces para eliminar la capa de barro dentinario como los quelantes tradicionales EDTA y AC. A nivel apical se demostró que la unión experimental de OQS y AC (COQS) logró mejores resultados. Ambos irrigantes experimentales podrían ser una alternativa a los quelantes tradicionales.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fakhri E, Eslami H, Maroufi P, Pakdel F, Taghizadeh S, Ganbarov K, et al. Chitosan biomaterials application in dentistry Int J Biol Macromol. 2020;162: 956–74.

2. Huang ST, Teng NC, Wang HH, Hsieh SC, Yang JC. Wasted Ganoderma tsugae derived chitosans for smear layer removal in endodontic treatment. Polymers (Basel) 2019; 11(11):1795

3. Qin Z, Zhao L. Oligosaccharides of Chitin and Chitosan: Bio-Manufacture and Applications. 1st edition. Singapore: Springer; 2019.

4. Basrani B, Malkhassian G. Update of Endodontic Irrigant Solutions. In: Basrani B, editor. Endodontic Irrigation Chemical Desinfection of the Root Canal System. 1st ed. Toronto: Springer; 2015. p. 99-112.

5. Naveed M, Phil L, Sohail M, Sohail M, Hasnat M, Baig MM et al. Chitosan oligosaccharide (COS): An overview Int J biol Macromol. 2019;129: 827-843.

6. Penumaka R, Konagala RK, Shaik J, Ram Sunil CH, Reddy PL, Kiran Naik MK. Scanning electron microscopy evaluation of chitosan and carboxymethyl chitosan as retrograde smear layer removing agents J Conserv Dent. 2019; 22(6): 573-577.

7. Praveen M, Aarthi G, Meenapriya PK, Kumar SS, Kumar NSM, Karunakaran JV. A Comparative Evaluation of Intraradicular Smear Removal Efficacy of 2% Chitosan (Low Molecular Weight), 4% Chitosan Citrate, and 10% Citric Acid when Used as Final Rinse in Irrigation Protocols: A Field Emission Scanning Electron Microscopic Study. J Pharm Bioallied Sci 2017; 9 Suppl 1: S73-S78.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

8. Kaur G, Reddy T, Venkatesh K, Mahalakshmi K. Effects of chitosan oligosaccharide and calcium hypochlorite on E. Faecali dentinal biofilm and smear layer removal-SEM analysis. Indian Journal of Dental Research 2020;31(4): 550 – 556.

9. Karuppiah G, Ahamed A, Sreekrishnapillai B, Rajaraman G, Ravishankar P, Chittrarasu M, et al. Comparison of efficacy of 17% ethylenediaminetetraacetic acid, 0.2% chitosan nanoparticles, and QMIX2in1 in smear layer removal at apical third of root canal, using endovac system irrigation system - An in vitro scanning electron microscope study. Endodontology 2021;33(4): 206–11.

10. Haapasalo M, Qian W, Shen YA. Irrigation Beyond the Smear Layer. Endod Top 2012;27(1): 35–53.

11. Widbiller M, Rosendahl A, Schlichting R, Schuller C, Lingl B, Hiller KA et al. Impact of Endodontic Irrigant Activation on Smear Layer Removal and Surface Disintegration of Root Canal Dentine In Vitro. Healthcare 2023, 11(3): 376.

12. Sarkees M & Al-Maarrawi K. Chitosan: A natural substitute of EDTA solution for final irrigation in endodontics treatment. Nigerian journal of clinical practice 2020; 23(5): 697-703.

13. Silva P, Guedes D, Nakadi F, Pécora J, Cruz-Filho A. Chitosan: a new solution for removal of smear layer after root canal instrumentation. Int Endod J. 2012; 46(4): 322- 328.

14. Hashmi A, Zhang X, Kishen A. Impact of Dentin Substrate Modification with Chitosan-Hydroxyapatite Precursor Nanocomplexes on Sealer Penetration and Tensile Strength. J Endod 2019; 45(7):935–42.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

15. Rossi-Fedele G, Doğramacı EJ, Guastalli AR, Steier L, Poli de Figuereido JA. Antagonist Interactions between Sodium Hypochlorite, Chlorhexidine, EDTA, and Citric Acid. J Endod 2012; 38(4):426-431.

16. Rajachar PB, Vidhya MS, Karale R, Govindaraju VK, Shetty NK. Evaluation of Free Available Chlorine of Sodium Hypochlorite When Admixed with 0.2% Chitosan: A Preliminary Study. J Contemp Dent Pract 2021; 22(10): 1171-1174.

17. Del Carpio-Perochena A, Bramante CM, Duarte MAH, de Moura MR, Aouada FA, Kishen A. Chelating and antibacterial properties of chitosan nanoparticles on dentin. Restor Dent Endod 2015; 40(3): 195-201.

18. Loyola-Rodríguez JP, Torres-Méndez F, Espinosa-Cristobal LF, García-Cortes JO, Loyola-Leyva A, González FJ, et al. Antimicrobial activity of endodontic sealers and medications containing chitosan and silver nanoparticles against Enterococcus faecalis. J Appl Biomater Funct Mater 2019;17(3): 228-243.

19. Zendher M. Root Canal Irrigants. J Endod 2006; 32(5): 389 – 398.

20. Nasr M, Diab A, Roshdy NN, Farouk A. Assessment of antimicrobial efficacy of nano chitosan, chlorhexidine, chlorhexidine/nano chitosan combination versus sodium hypochlorite irrigation in patients with necrotic mandibular premolars: A randomized clinical trial. Open Access Maced J Med Sci 2021;9(D): 235–42.

21. Benchamas G, Huang G, Huang S, Huang H. Preparation and biological activities of chitosan oligosaccharides. Trends Food Sci Technol 2021;107: 38–44.

22. Zhou J, Wen B, Xie H, Zhang C, Bai Y, Cao H, et al. Advances in the preparation and assessment of the biological activities of chitosan oligosaccharides with different structural characteristics. Food Funct 2021;12(3): 926–951.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

23. Nagendrababu V, Murray PE, Ordinola-Zapata R, Peters OA, Rôças IN, Siqueira JF, et al. PRILE 2021 guidelines for reporting laboratory studies in Endodontology: A consensus-based development. Int Endod J 2021;54(9): 1482-1490

24. Chandki R, Maru R, Gunwal M, Garg A, Mishra A. A comparison of different methods for disinfection or sterilization of extracted human teeth to be used for dental education purposes. World J Dent 2013;4(1): 29-31.

25. Boutsioukis C, Van der Sluis L. Syringe Irrigation: Blending Endodontics and Fluid Dynamics. In: Basrani B, editor. Endodontic Irrigation Chemical Desinfection of the Root Canal System. 1st edition. Toronto: Springer; 2015. p. 45-60.

26. MR Leonardo. Endodontics: Root Canal Treatment. Technical and Biological Principles. 1st edition. Sao Paulo, Brazil. Artes Médicas Latinoamerica; 2005.

27. Boutsioukis C, Arias-Moliz MT. Irrigations Solutions, Devices and Techniques. In: Camilleri J, editor. Endodontic Materials in Clinical Practice. 1st edition. Birmingham, UK: Jhon Willey and Sons Ltd; 2021. p. 133-180.

28. Matchtou, P. Manual dynamic activation technique. Clin Dent Rev 2018; 2: 1-5.

29. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson W Ben, Bozhilov K, et al. A new solution for the removal of the smear layer. J Endod 2003;29(3): 170–5.

30. Abourehab MA, Pramanik S, Abdelgawad MA, Abualsoud BM, Kadi A, Ansari MJ et al. Recent advances of chitosan formulations in biomedical applications. Int. J. Mol. Sci. 2022;23(18): 10975.

31. Krishna N, Lolayekar N. Application of Chitosan Biomaterials in Dentistry—A Narrative Review. Journal of Health and Allied Sciences NU 2023; 2.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

32. Bajpe S, Shetty C, Shetty A, Kaur G, Saji SA, Prabha C. Scanning electron microscopy evaluation of smear layer removal using ethylenediaminetetraacetic acid, etidronic acid, and chitosan nanoparticle solution as root canal irrigants. Endodontology 2023; 35(1): 48-53.

33. Suzuki S, Masuda Y, Morisaki H, Yamada Y, Kuwata H, Takashi M. The Study of Chitosan-Citrate Solution as a Root Canal Irrigant: A Preliminary Report. Oral Hyg Health. 2014; 2: 142

34. Zhou H, Li Q, Wei L, Huang S, Zhao S. A comparative scanning electron microscopy evaluation of smear layer removal with chitosan and MTAD. Niger J Clin Pract 2018; 21(1): 76-80.

35. Mathew SP, Pai VS, Usha G, Nadig RR. Comparative evaluation of smear layer removal by chitosan and ethylenediaminetetraacetic acid when used as irrigant and its effect on root dentine: An in vitro atomic force microscopic and energy-dispersive X-ray analysis. J Conserv Dent 2017; 20(4):245-250.

36. Ratih DN, Enggardipta RA, Kartikaningtyas AT. The effect of chitosan nanoparticle as a final irrigation solution on the smear layer removal, micro-hardness and surface roughness of root canal dentin. The Open Dentistry Journal 2020;14(1): 19-26.

37. El Zayat, S., Fawzy, M., Bastawy, H. Efficacy of Chitosan as Root Canal Irrigant in Removing Smear Layer in Curved Root Canals Using Endovac Irrigation System (SEM Study). *Al-Azhar Dental Journal for Girls* 2018; 5(Suppl): 485-494.

38. Hussein ER, Shukri BM, Ibrahim RH. The effect of chitosan nanoparticle, citric acid, and ethylenediaminetetraacetic acid on dentin smear layer using two different irrigation needles: A scanning electron microscope study. J Conserv Dent 2022; 25(4):431-435.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

39. Kamble AB, Abraham S, Kakde DD, Shashidhar C, Mehta DL. Scanning Electron Microscopic Evaluation of Efficacy of 17% Ethylenediaminetetraacetic Acid and Chitosan for Smear Layer Removal with Ultrasonics: An In vitro Study. Contemp Clin Dent 2017;8(4): 621-626.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VII. TABLAS.

Tabla 1. Presencia de barro dentinario (BD) por tercios a 2000X

Tercio radicular	Grupo	Media	Error estándar de la meda	p valor (Prueba de Kruskall-Wallis)
Tercio cervical	I	0.80	0.249	**0.000**
	II	0.50	0.269	
	III	0.40	0.267	
	IV	0.50	0.224	
	V	4.00	0.000	
Tercio medio	I	0.90	0.407	**0.000**
	II	0.80	0.416	
	III	0.40	0.221	
	IV	0.40	0.221	
	V	4.00	0.000	
Tercio apical	I	1.70	0.559	**0.000**
	II	0.60	0.221	
	III	1.40	0.427	
	IV	0.90	0.433	
	V	4.00	0.000	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 2. Presencia de BD por tercios a 5000X

Tercio radicular	Grupo	Media	Error estándar de la media	p valor (Prueba de Kruskal-Wallis)
Tercio cervical	I	0.70	0.300	**0.000**
	II	0.50	0.269	
	III	0.40	0.221	
	IV	0.50	0.224	
	V	4.00	0.000	
Tercio medio	I	0.80	0.416	**0.000**
	II	0.70	0.396	
	III	0.30	0.213	
	IV	0.30	0.153	
	V	4.00	0.000	
Tercio apical	I	1.80	0.573	**0.000**
	II	0.30	0.213	
	III	1.10	0.433	
	IV	1.00	0.422	
	V	4.00	0.000	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 3. Comparación múltiple por pares a 2000X

Tercio radicular	Irrigante (Comparación múltiple)	p valor (prueba U de Mann- Whitney)
Tercio cervical	IV-III	0.512
	IV-II	0.823
	IV-I	0.362
	IV-V	**0.000**
	III-II	0.689
	III-I	0.168
	III-V	**0.000**
	II-I	0.314
	II-V	**0.000**
	I-V	**0.000**
Tercio medio	IV-III	1.000
	IV-II	0.155
	IV-I	0.343
	IV-V	**0.000**
	III-II	0.155
	III-I	0.343
	III-V	**0.000**
	II-I	0.629
	II-V	**0.000**
	I-V	**0.000**
Tercio apical	IV-III	0.299
	IV-II	0.282
	IV-I	0.289
	IV-V	**0.000**
	III-II	**0.027**
	III-I	0.815
	III-V	**0.000**
	II-I	**0.040**
	II-V	**0.000**
	I-V	**0.000**

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 4. Comparación múltiple por pares a 5000X

Tercio radicular	Irrigante (Comparación múltiple)	p valor (prueba U de Mann- Whitney)
Tercio cervical	IV-III	0.687
	IV-II	0.823
	IV-I	0.730
	IV-V	**0.000**
	III-II	0.888
	III-I	0.503
	III-V	**0.000**
	II-I	0.622
	II-V	**0.000**
	I-V	**0.000**
Tercio medio	IV-III	0.726
	IV-II	0.473
	IV-I	0.473
	IV-V	**0.000**
	III-II	0.326
	III-I	0.326
	III-V	**0.000**
	II-I	1.000
	II-V	**0.000**
	I-V	**0.000**
Tercio apical	IV-III	0.841
	IV-II	0.154
	IV-I	0.358
	IV-V	**0.000**
	III-II	**0.049**
	III-I	0.477
	III-V	**0.000**
	II-I	**0.040**
	II-V	**0.000**
	I-V	**0.000**

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VIII. FIGURAS

Figura 1.

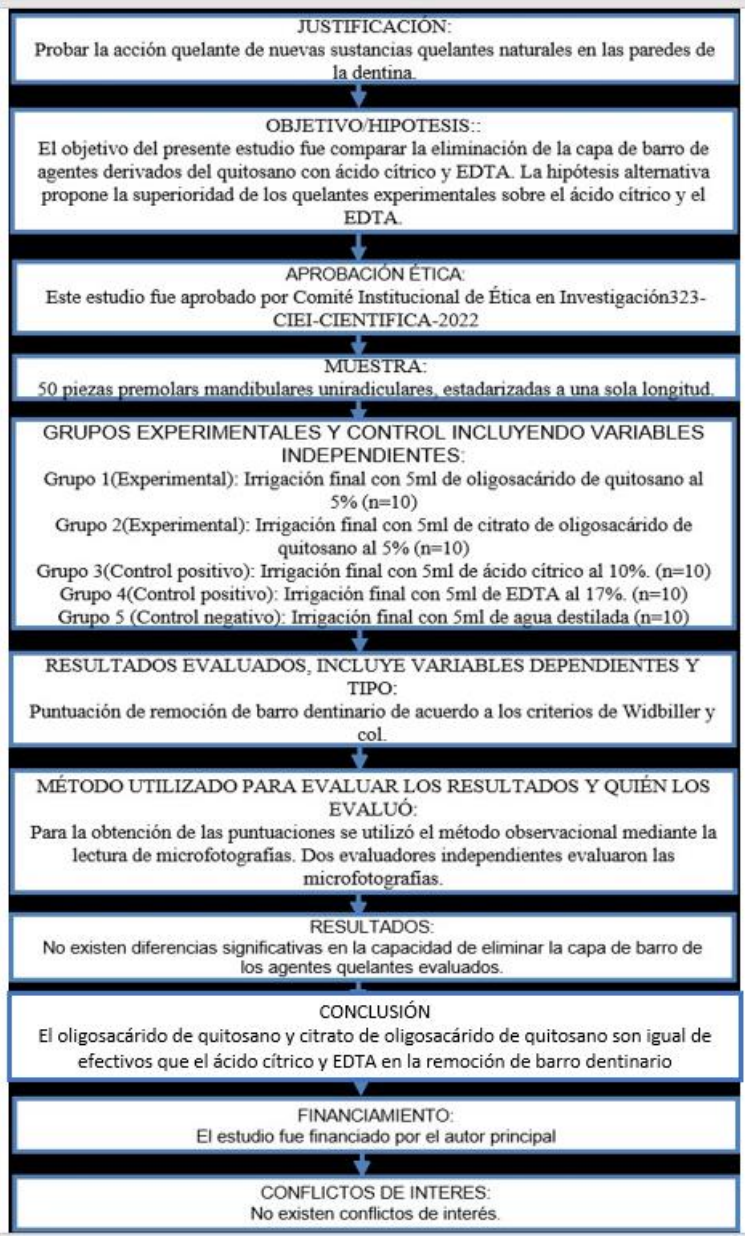
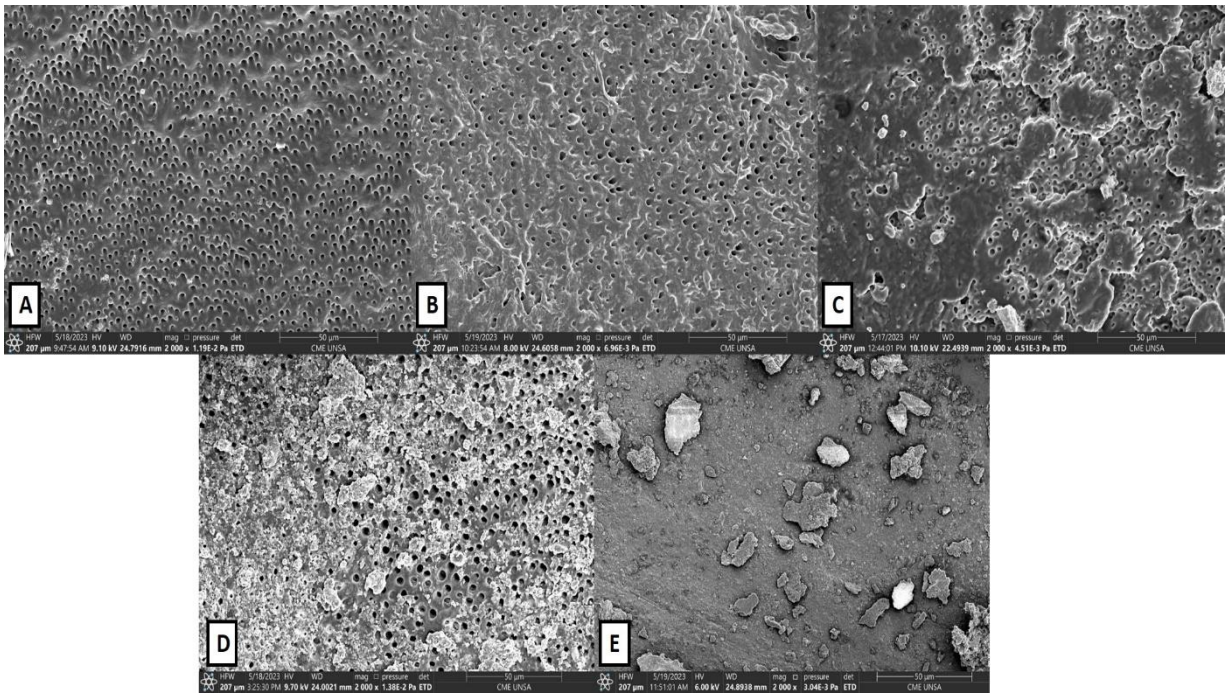


Diagrama de flujo PRILE

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 2.

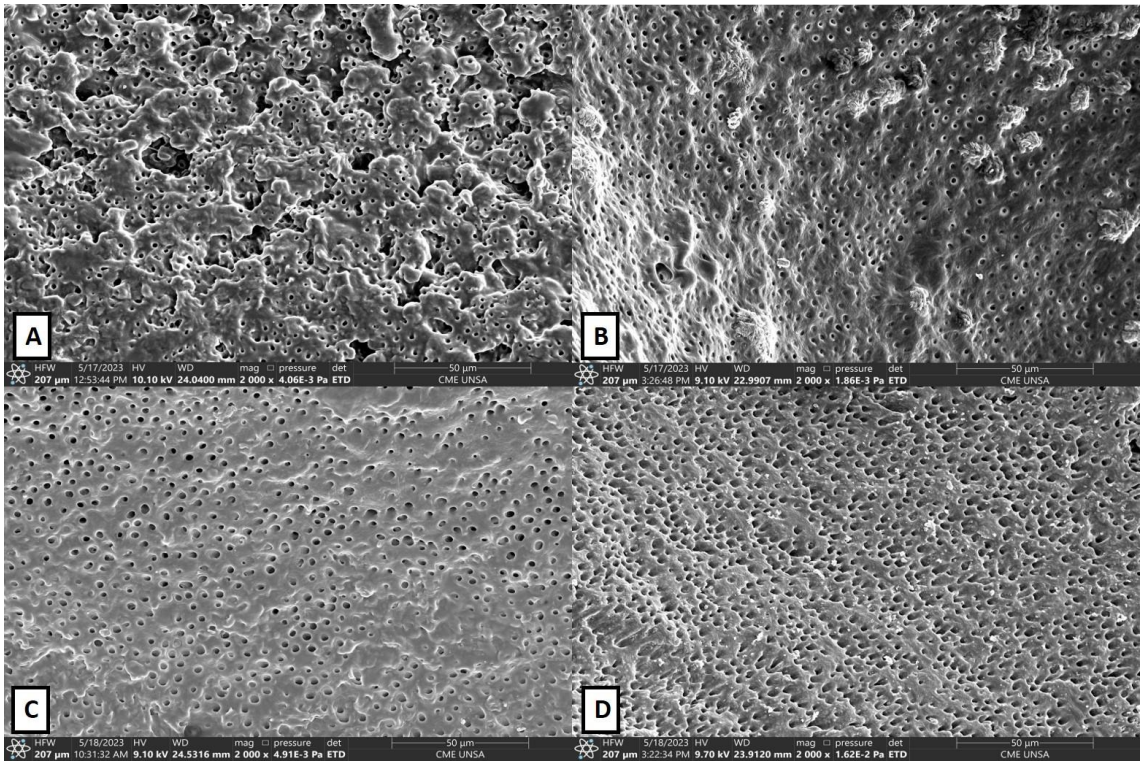


Sistema de puntuación según Widbiller. A) Puntuación 0; B) Puntuación 1; C) Puntuación 2; D) Puntuación 3; E) Puntuación 4.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 3.

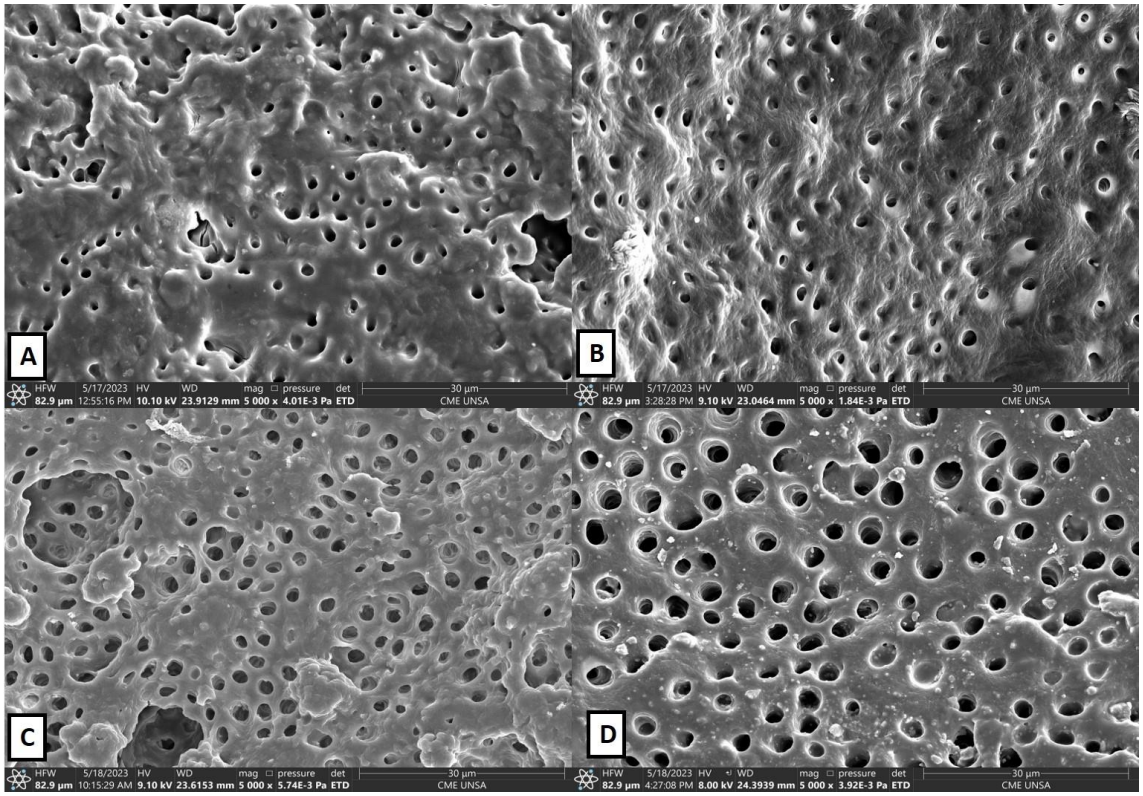


Microfotografia bajo 2000X aumentos. A) Tercio medio del grupo I; B) Tercio apical del grupo II; C) Tercio cervical del grupo III; D) Tercio cervical del grupo IV. Tinción Oro-Paladio.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 4.



Microfotografia bajo 5000X aumentos. A) Tercio medio del grupo I; B) Tercio apical del grupo II; C) Tercio cervical del grupo III; D) Tercio cervical del grupo IV. Tinción Oro-Paladio.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Abreviaturas.

QS: Quitosano

OQS: Oligosacárido de quitosano

COQS: Citrato de oligosacárido de quitosano

AC: Ácido cítrico

EDTA: Ácido etilendiaminotetraacético.

BD: Barro dentinario

MEB: Microscopio electrónico de barrido

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

IX. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
¿Cuál será el efecto del oligosacárido de quitosano al 5% (OQS), citrato de oligosacárido de quitosano al 5% (COQS), ácido cítrico al 10% (AC) y ácido etilendiaminotetracetico al 17% (EDTA) en la remoción de barro dentinario en conductos radiculares de premolares inferiores humanos?	Comparar la capacidad removedora de barro dentinario del OQS 5% y COQS al 5% con el AC al 10% y EDTA al 17% Objetivos específicos 1. Determinar la capacidad para remover barro dentinario del OQS al 5%, COQS al 5%, AC al 10% y EDTA al 17% en el tercio cervical 2. Determinar la capacidad para remover barro dentinario del OQS al 5%, COQS al 5%, AC al 10% y EDTA al 17% en el tercio medio 3. Determinar la capacidad para remover barro dentinario del OQS al 5%, COQS al 5%, AC al 10% y EDTA al 17% en el tercio apical	Hipótesis alternativa EL OQS al 5% y COQS al 5% presenta mayor capacidad para remover barro dentinario que el AC al 10% y EDTA al 17%	Diseño de investigación: Experimental *in vitro* Muestra: 50 premolares inferiores uniradiculares. Muestreo: Muestra basada en la formula de comparación de proporciones con resultados de la prueba piloto. Método: Observación Técnica: Observación estructurada mediante microscopia electrónica de barrido. Instrumento: Ficha de observación.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

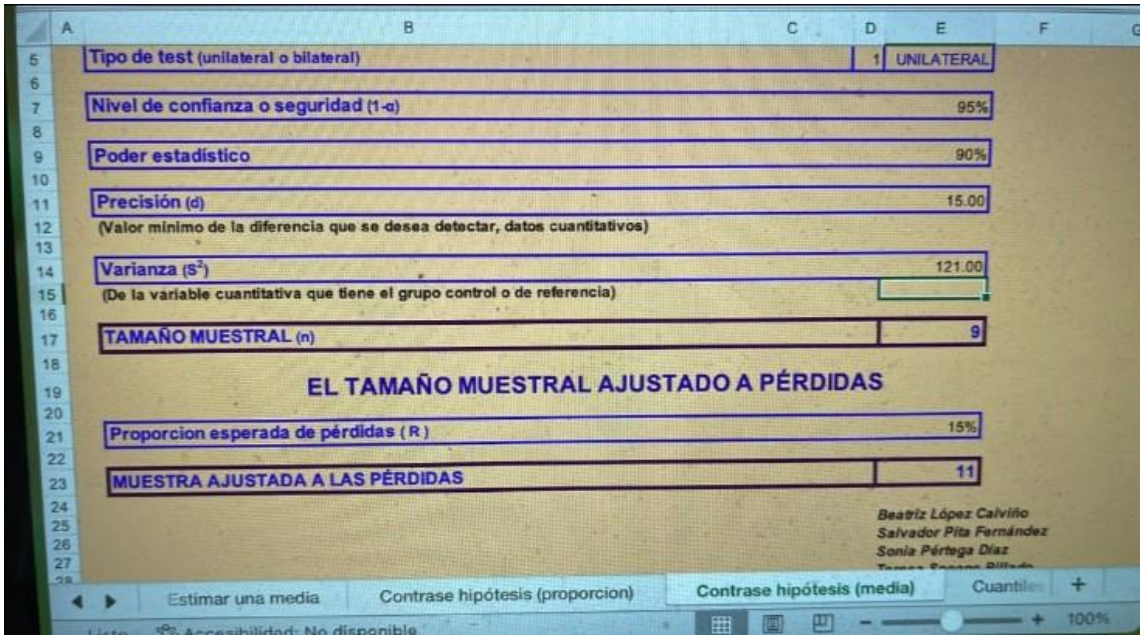
Anexo 2. Tabla de operacionalización de variables**.**

Variable	Definición conceptual	Indicador	Tipo	Valor
Remoción de barro dentinario (variable dependiente)	Cantidad de viruta dentinaria remanente luego de los procedimientos de instrumentación	Escala de evaluación de remoción de barro dentinario según Widbiller y col.	Cualitativa ordinal	Puntuación 0: Sin Barro dentinario (BD). *El presente estudio no evalúa la posible erosión de dentina peritubular e intertubular.
				Puntuación 1: Presencia de BD ≤ 25% de la superficie.
				Puntuación 2: Presencia de BD > 25% y ≤ 50% de la superficie.
				Puntuación 3: Presencia de BD > 50% y ≤ 75% de la superficie.
				Puntuación 4: Presencia de BD > 75% de la superficie.
Soluciones irrigantes experimentales (variable independiente)	Soluciones con capacidad quelante que actúan al interior de los conductos radiculares	Composición química	Cualitativa nominal	OQS al 5%
				COQS al 5%
				AC al 10%
				EDTA al 17%
Tercios radiculares (covariable)	Delimitación en tres niveles del conducto radicular	Ubicación a nivel de la raíz	Cualitativa nominal	Tercio cervical
				Tercio medio
				Tercio apical

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 3. Calculo de la muestra.



Cálculo del tamaño de muestra basado en la fórmula de comparación de proporciones con resultados de la prueba piloto**.**

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 4. Instrumento ficha de observación

	Tercio radicular x2000			Tercio radicular x5000		
N° Muestra	Tercio cervical	Tercio medio	Tercio apical	Tercio cervical	Tercio medio	Tercio apical
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 5. Imágenes del procedimiento



ThermoFisher SCIENTIFIC

SAFETY DATA SHEET

Creation Date 26-Aug-2009 Revision Date 26-Dec-2021 Revision Number 5

1. Identification

Product Name Chitosan

Cat No. : AC428850000; AC428850500; AC428851000; AC428855000

CAS No 9012-76-4
Synonyms Poly(beta-(1,4)-2-amino-2-deoxy-D-glucose); Poly(beta-(1,4)-D-glucosamine)

Recommended Use Laboratory chemicals.
Uses advised against Food, drug, pesticide or biocidal product use.

Details of the supplier of the safety data sheet

Company
Fisher Scientific Company
One Reagent Lane
Fair Lawn, NJ 07410
Tel: (201) 796-7100

Acros Organics
One Reagent Lane
Fair Lawn, NJ 07410

Emergency Telephone Number For information **US** call: 001-800-ACROS-01 / **Europe** call: +32 14 57 52 11
Emergency Number **US:**001-201-796-7100 / **Europe:** +32 14 57 52 99
CHEMTREC Tel. No.**US:**001-800-424-9300 / **Europe:**001-703-527-3887

2. Hazard(s) identification

Classification
Classification under 2012 OSHA Hazard Communication Standard (29 CFR 1910.1200)

This chemical is not considered hazardous by the 2012 OSHA Hazard Communication Standard (29 CFR 1910.1200)

Label Elements
None required

Hazards not otherwise classified (HNOC)

Chitosan Revision Date 26-Dec-2021

3. Composition/Information on Ingredients

Component	CAS No	Weight %
Chitosan	9012-76-4	>95

Ficha técnica del oligosacárido de quitosano en polvo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis



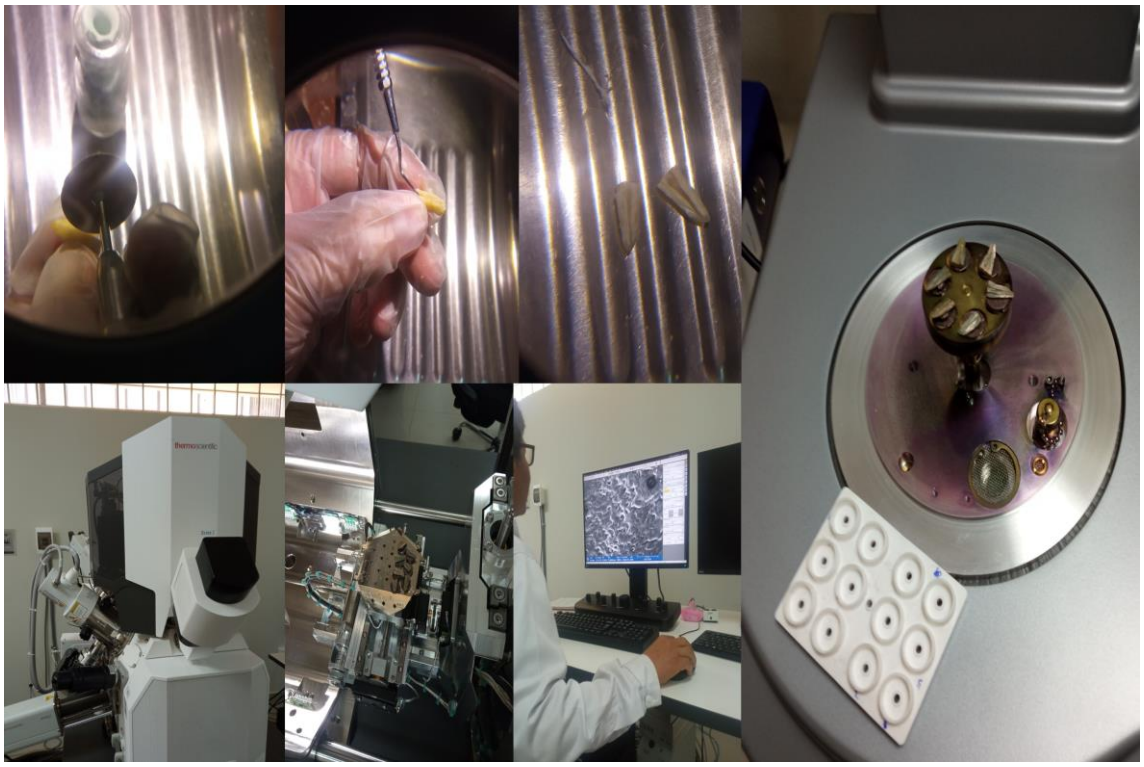
Preparación de soluciones irrigadoras experimentales.



Preparación de las muestras.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



Evaluación y procesamiento de imagenes al MEB.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 6.

COPIAS DE CARTAS DE RESPUESTA A LAS OBSERVACIONES DE LOS REVISORES.

Form to answer questions from reviewer (Reviewer 1)

Abstract

- Observation: It should be stated more clearly in the purpose section that the materials used in the study are intended to be compared with traditionally used materials.
- Answer: The purpose section was modified as follows: "The purpose of this study was to compare the efficacy of chitosan-derivative and its binding to citric-acid with chelators traditionally used in clinical practice"

- Observation: Decorated was rewritten as decoranated
- Answer: This word was replaced

- Observation: The sentence "Subsequently were instrumented with telescopic technique up to diameter of 40.02 irrigated with 5% sodium hypochlorite." Would be rewritten. This sentence has no subject because a point was used after the previous sentence.
- Answer: The point was replaced for comma.

- Observation: The brand of SEM should be stated in parentheses and which magnification was used for SEM examination
- Answer: Magnification and brand of SEM were added (2000X and 5000X magnifications (FIB-SEM Scios 2 LoVac, ThermoScientific, USA)

- Observation: There is no knowledge about cervical and middle section results
- Answer: Information about the cervical and middle thirds was added to this section.

Introduction.

- Observation: The introduction section contains only a single paragraph. It may be better for the reader to understand this section by splitting it into 3 or 4 paragraphs. The sentences in this section are designed to be very long. Shorter sentences can make it easier for the reader to understand.
- Answer: This section was summarized and divided into 5 paragraphs.

- Observation**:** "AC" in the last sentence of the introduction section should be changed to "CA".
- Answer: This word was replaced.

Material and methods.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Observation: It should be stated from which institution the ethics report was obtained.
- Answer: In this section, the institution that issued the ethics report was added as follows: This study was approved by Institutional Committee for Research Ethics of Universidad Científica del Sur, Lima, Peru (323-CIEI-CIENTIFICA-2022).

- Observation: The abbreviations in the materials and methods section are incompatible with the abbreviations in the introduction section. Abbreviations should be changed to be the same throughout the article.
- Answer: Updated abbreviations in all sections.

- Observation: It was stated that Naocl was used between instrumentation, but it was not stated how many ml of Naocl was used after instrumentation.
- Answer: The number of milliliters of NaOCl that was used after instrumentation was added as follows: “Once the instrumentation is finished, irrigate with an additional 5 ml of NaOCl”.

- Observation: Intra and interexaminer reliability results should be given in the results section.
- Answer: Intra and interexaminer reliability was deleted from this section.

Results.

- Observation: Intra and interexaminer reliability results should be given in this section.
- Answer: Intra and interexaminer reliability was added in this section.

- Observation: There is no knowledge about cervical and middle section results
- Answer: Added information about the results of the cervical and middle thirds

Discussion

- **Observation:** The sentences in this section are designed to be very long. Shorter sentences can make it easier for the reader to understand.
- Answer: This section was summarized.

Conclusión.

- Observation: It is unnecessary to give the p value in the conclusion section and should be removed
- Answer: P value was removed from the conclusions.

- Observation: The results of the study are given in the conclusion section. Since it would be more appropriate to give the inference obtained as a result of the study, this part should be rewritten.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

- Answer: This section was rewritten as follows: “This study demonstrated that under laboratory conditions, COS and COSC were as effective in removing smear layer as the traditional chelators EDTA and CA. At the apical level, it was demonstrated that the experimental union of COS and CA (COSC) achieved better results. Both experimental irrigants could be an alternative to traditional chelators.”

Form to answer questions from reviewer (Reviewer 2)

Abstract

- Observation: Subsequently were instrumented with telescopic technique up to diameter of 40.02 irrigated with 5% sodium hypochlorite: The subject of the sentence is missing.
- Answer: The point was replaced for comma as follows: “50 lower premolars were decoronated, standardizing a length of 15mm, subsequently were instrumented with telescopic technique up to diameter 40.02, irrigated with 5% sodium hypochlorite”
- Observation: p <0.05 or 0.000? It should be standardized in all manuscript
- Answer: p value was standardized to <.05 or >.05. in all manuscript

Introduction

- Observation: In vivo, ex vivo, in vitro, etc. They should be wiritten italic.
- Answer: The style of this sentence was updated

Materials and methods

- Observation: The point should be added after (figure 1 and table 1).
- Answer: This sentence was correct as follows: The present study was carried out based on the PRILE guidelines for laboratory studies in Endodontology (23) (Figure 1).

- Observation: imagej was replaced for ImageJ
- Answer: This word was replaced.

- Observation: Also include abbreviations chitosan oligosaccharide (COS)
- Answer: Abbreviations of all experimental substances added

- Observation: “The significance level for statistical analysis” should be written
- Answer: This sentence was updated.

Results

- Observation: 2000X, 5000X, “X” should be written after the number.
- Answer: The “X” was added after the number throughout the manuscript.

- Observation: p= 0.000
- Answer: This p value was replaced.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Conclusion

- Observation: These sentences are the results. What is your advice in clinic? What is the contribution of this study to literature? Emphasize please
- Answer: This section was rewritten. Knowledge about the binding of experimental chelators is a new contribution to the literature. In the clinic, the use of traditional chelators could be replaced by COS and COSC

References

- Double-check article names and abbreviations.
- Answer: Journals have been correctly abbreviated:

12. Sarkees M & Al-Maarrawi K. Chitosan: A natural substitute of EDTA solution for final irrigation in endodontics treatment. Niger J Clin Pract 2020; 23: 697-703.

16. Rajachar PB, Vidhya MS, Karale R, Govindaraju VK, Shetty NK. Evaluation of Free Available Chlorine of Sodium Hypochlorite When Admixed with 0.2% Chitosan: A Preliminary Study. J Contemp Dent Pract 2021; 22: 1171-1174.

34. Zhou H, Li Q, Wei L, Huang S, Zhao S. A comparative scanning electron microscopy evaluation of smear layer removal with chitosan and MTAD. Niger J Clin Pract 2018; 21: 76-80.

Tables.

- Observation: About Reporting items for laboratory studies in endodontology 2021 guidelines. This does not need to be added as a table. Should delete.
- Answer: This table was deleted

Figure legends

- Observation: Some figures are 5000X, others 2000X. It should be standardized.
- Answer: The images were standardized at 2000X magnification.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

CARTA DE ACEPTACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN REVISTA CIENTIFICA

About your manuscript - TEJ-22448

Kime: Jairo Jhoel Molina-Quispe (mjairo347@gmail.com)
Bilgi: tej@jag.journalagent.com
Konu: About your manuscript - TEJ-22448

Ref.: Jairo Jhoel Molina-Quispe, TEJ-22448,
Title: Comparison of smear layer removal with the use of chitosan oligosaccharide, citric acid and etilendiaminotetraacetic acid in root canals of human lower premolars: Scanning electron microscope study.
Authors: Jairo Jhoel Molina-Quispe, César Antonio Gallardo-Gutiérrez, Carmen Rosa Garcia-Rupaya, Miguel Angel Cabrera-Iberico

Dear Dr. Jairo Jhoel Molina-Quispe,

I am pleased to inform you that your above mentioned manuscript submitted to the "Turkish Endodontic Journal (TEJ)" has now been accepted for publication.

Your manuscript will be sent to the publication section of the Journal.

Best Regards,

Editorial Board
Turkish Endodontic Journal (TEJ)
https://turkishendodonticjournal.com

Mark As Read

DateSend: 04 Kasım 2023 Cumartesi, 22:39

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

APROBACIÓN DEL COMITÉ DE ETICA.

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

CONSTANCIA N° 323-CIEI-CIENTÍFICA-2022

El presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Científica del Sur (CIEI-CIENTÍFICA) da constancia que el proyecto de investigación, cuyos datos se registran a continuación, ha sido **aprobado** por el CIEI-CIENTÍFICA.

Código de registro:	**POS-78-2022-00237**
Título:	**COMPARACIÓN DE LA REMOCIÓN DEL BARRO DENTINARIO CON EL USO DE OLIGOSACÁRIDO DE QUITOSANO AL 5%, CITRATO DE OLIGOSACÁRIDO DE QUITOSANO AL 5%, ÁCIDO CÍTRICO AL 10% Y EDTA AL 17% EN CONDUCTOS RADICULARES DE PREMOLARES INFERIORES HUMANOS. ESTUDIO AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO**
Investigador(a):	**Jairo Jhoel Molina Quispe**

La aprobación del proyecto de investigación implica que el documento presentado evaluación cumple con los lineamientos de Universidad en materia de investigación y ética, los cuales se sustentan en la normativa internacional vigente. Adicionalmente, en el contexto de la pandemia de enfermedad por COVID-19, le recomendamos cumplir con las normas publicadas por el estado peruano (accesos, medidas de bioseguridad, etc.) y tener los permisos de las instituciones en las que realizará el estudio antes de ejecutarlo.

En tal sentido, esta aprobación carecerá de valor si es que el proyecto de investigación arriba indicado es modificado de cualquier forma. Toda enmienda, añadido, eliminación o eventualidad (eventos adversos, etc.) posterior a la fecha de aprobación debe ser reportado al CIEI-CIENTÍFICA.

La vigencia de la aprobación de este documento es de dieciocho (18) meses (**hasta el 10 de mayo del 2024**), periodo en el que puede desarrollarse el proyecto. Cualquier trámite para su renovación deberá ser enviado antes del término de la vigencia de este documento, debiendo suspenderse todo desarrollo hasta que la renovación sea aprobada.

Villa El Salvador, 11 de noviembre de 2022

Mg. Cinthya Ruth Chipana Herquinio
Presidente
Comité Institucional de Ética en Investigación

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESOLUCIÓN DIRECTORAL DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESOLUCIÓN DIRECTORAL DE ACEPTACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS Y NOMBRAMIENTO DEL ASESOR

RESOLUCIÓN DIRECTORAL DE LA CARRERA DE ESTOMATOLOGÍA Nº 082- POSG-DACE-DAFCS-U. CIENTÍFICA-2022

Lima, 14 de noviembre del 2022.

VISTO:

El informe técnico del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Científica del Sur con código **Nº POS-78-2022-00237**se aprueba el proyecto de Tesis Titulado: **"COMPARACIÓN DE LA REMOCIÓN DE BARRO DENTINARIO CON EL USO DE OLIGOSACÁRIDO DE QUITOSANO, ÁCIDO CÍTRICO Y CITRATO DE OLIGOSACÁRIDO DE QUITOSANO EN PIEZAS DENTARIAS. ESTUDIO AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO."** presentado por **MOLINA QUISPE, JAIRO JHOEL.**

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pre/posgrado para obtener el Título de la Segunda Especialidad en **ENDODONCIA** en la Carrera de Estomatología de la Universidad Científica del Sur, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo con la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:

ART. 1°: APROBAR E INSCRIBIR el Proyecto de Tesis titulado: **"COMPARACIÓN DE LA REMOCIÓN DE BARRO DENTINARIO CON EL USO DE OLIGOSACÁRIDO DE QUITOSANO, ÁCIDO CÍTRICO Y CITRATO DE OLIGOSACÁRIDO DE QUITOSANO EN PIEZAS DENTARIAS. ESTUDIO AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO."** con registro **N° POS-78-2022-00237** y establecer el inicio de periodo de ejecución del mencionado proyecto el 14 de noviembre de 2022 hasta 14 de mayo del 2024.

ART. 2°: NOMBRAR Asesor/a del trabajo de tesis señalado, a al/la **Esp. CD. GALLARDO GUTIERREZ, CÉSAR ANTONIO.**

Regístrese, comuníquese y archívese.

DIRECCIÓN ACADÉMICA

Dr. Claudio Peña Soto
Director Académico de la Carrera de Estomatología

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis